



Rapports scientifiques et techniques
de l'IFREMER

N° 7 1987

**TRAITEMENT DES DONNÉES
DE FLOTTEURS LAGRANGIENS SOFAR**

Michel OLLITRAULT
*Institut français de recherche
pour l'exploitation de la mer*



1L 003



Rapports scientifiques et techniques
de l'IFREMER

N° 7 1987

**TRAITEMENT DES DONNÉES
DE FLOTTEURS LAGRANGIENS SOFAR**

Michel OLLITRAULT
*Institut français de recherche
pour l'exploitation de la mer*



Le rapport

**TRAITEMENT DES DONNEES
DE FLOTTEURS LAGRANGIENS SOFAR**

a été réalisé à

L'INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

Par

Michel OLLITRAULT

*Direction des Etudes et Recherches Océaniques
Département des "Etudes Océaniques"*

SERVICE DE LA DOCUMENTATION
ET DES PUBLICATIONS (SDP)
IFREMER - CENTRE DE BREST
BP 337 - 29273 BREST Cedex

ISSN 0761-3970

©

IFREMER - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, 1987

P L A N

INTRODUCTION

SURVOL DE LA PROCEDURE DE TRAITEMENT

CHAPITRE 1 - CREATION, LECTURE ET CORRECTION DES FICHIERS DE DONNEES BRUTES DES STATIONS D'ECOUTE

- I - Généralités
- II - Cas de l'expérience TOPOGULF
- III - Lecture des cassettes SEADATA
- IV - Lecture et correction des fichiers de données brutes
ISEADT et SEADAT
- V - Tracé Versatec des temps d'arrivée des signaux enregistrés
par une station d'écoute à partir des fichiers de données
brutes ISEADT et SEADAT

CHAPITRE 2 - FICHIERS DE DONNEES PROPRES DES STATIONS D'ECOUTE

- I - Généralités
- II - Création, lecture et tracé Versatec du fichier de données
propres SEAD02
- III - Fichier codé en ASCII sur bande magnétique pour échange
- IV - Vérification

CHAPITRE 3 - SELECTION ET CREATION DES FICHIERS DE DONNEES D'UN FLOTTEUR

- I - Généralités
- II - Sélection des temps d'arrivée
- III - Création du fichier flotteur

CHAPITRE 4 - CALCUL DES POSITIONS DES FLOTTEURS ET CREATION DU FICHIER FINAL

- I - Généralités
- II - Correction de l'effet Doppler
- III - Estimation de la position par la méthode des moindres
carrés
- IV - Fichier final FLOT..

COMPLEMENT N° 1 :

Utilisation de l'ellipsoïde WGS72

COMPLEMENT N° 2 :

Etude élémentaire des erreurs sur la position des flotteurs

ANNEXES :

- Calendriers Julien et Grégorien
- Les programmes et sous-programmes et quelques listings
- Glossaire

BIBLIOGRAPHIE

R E S U M E

Les flotteurs dérivants profonds SOFAR permettent de suivre les masses d'eau dans leur mouvement pendant plusieurs années. Ces flotteurs émettent régulièrement un signal acoustique qui permet de les entendre jusqu'à quelques milliers de kilomètres de distance, et à partir des signaux reçus à différentes stations d'écoute, on peut obtenir la position des flotteurs.

On décrit ici l'ensemble des traitements à effectuer sur les temps d'arrivée des signaux reçus aux différentes stations pour obtenir les trajectoires des flotteurs SOFAR. Les programmes du logiciel de traitement ont été écrits en FORTRAN, et on trouvera les listings des plus importants.

Enfin une étude détaillée des différentes sources d'erreur sur la position est présentée à la fin du document.

A B S T R A C T

Subsurface drifting SOFAR floats are used to follow water-masses of the ocean during several years. These floats emit acoustic signals regularly and can be tracked by autonomous listening stations as far as several thousands of kilometers apart.

Here are described all the processing, to be done on the times of arrival of acoustic signals received at the stations, in order to obtain the floats trajectories. FORTRAN is the language used for the programming and listings of important programs are given.

A detailed study of sources of error on position estimation is given at the end of the document.

INTRODUCTION

LES FLOTTEURS DERIVANTS SOFAR

Depuis une quinzaine d'années la connaissance des mouvements océaniques de l'intérieur de l'océan a pu progresser en grande partie grâce à l'invention du flotteur dérivant en profondeur par J.C. Swallow (I.O.S.). Ce flotteur qui se déplace en suivant la masse d'eau, puisque sa flottabilité est neutre à une densité donnée, a été perfectionné par T. Rossby (U.R.I.) et D. Webb (W.H.O.I.) de façon à utiliser le chenal sonore SOFAR afin de permettre son écoute à quelques 1000 km (le chenal SOFAR est un guide d'onde acoustique).

Les flotteurs "SOFAR" que nous utilisons à l'IFREMER sont construits par P. Tillier (IFREMER) et D. Webb, ont une durée de vie de 3 à 4 ans et sont asservis en pression (à quelques dizaines de mètres près).

Plus précisément, chaque flotteur émet toutes les 12h, à une heure fixe qui lui est propre, un signal sonore (de fréquence 260 Hz environ et de durée 80 s). Plusieurs stations d'écoute immergées enregistrent sur cassette pendant environ 1 an les instants de réception des ondes émises par chaque flotteur. Après récupération et analyse de chaque cassette enregistrée, les différences entre les instants d'arrivée du signal à la station d'écoute et les instants d'émission, connaissant la vitesse du son, nous donnent les distances du flotteur à la station toutes les 12h. Avec plusieurs points d'écoute, le positionnement peut être effectué.

On peut également obtenir la température et la pression à l'endroit du flotteur (un deuxième signal sonore est émis quelques minutes après la première émission et la différence entre ces deux temps à l'émission (ou à la réception) est proportionnelle à la température un jour sur deux (à la pression le jour suivant).

LE LOGICIEL DE TRAITEMENT

Ce rapport décrit l'ensemble des programmes nécessaires pour traiter les données recueillies sur cassettes magnétiques et, finalement, obtenir les trajectoires des flotteurs.

Tous les programmes ont été écrits à l'IFREMER en FORTRAN et ont été utilisés pour traiter les données de l'expérience TOPOGULF (1983-1987).

La bande archive 45118 de l'IFREMER contient l'ensemble des programmes et sous-programmes sources.

Nous avons utilisé un ordinateur Hewlett-Packard 1000, mais les programmes seraient facilement transportables sur un autre ordinateur : il faudrait changer les appels de fichiers disque qui sont non standard sur HP.

Le rapport comprend quatre chapitres correspondant aux quatre tâches suivantes :

1- Lecture de la cassette originale d'une station, mise sur disque des données et corrections.

2- Création d'un fichier propre pour une station et sorties graphiques permettant de reconnaître la signature acoustique des flotteurs.

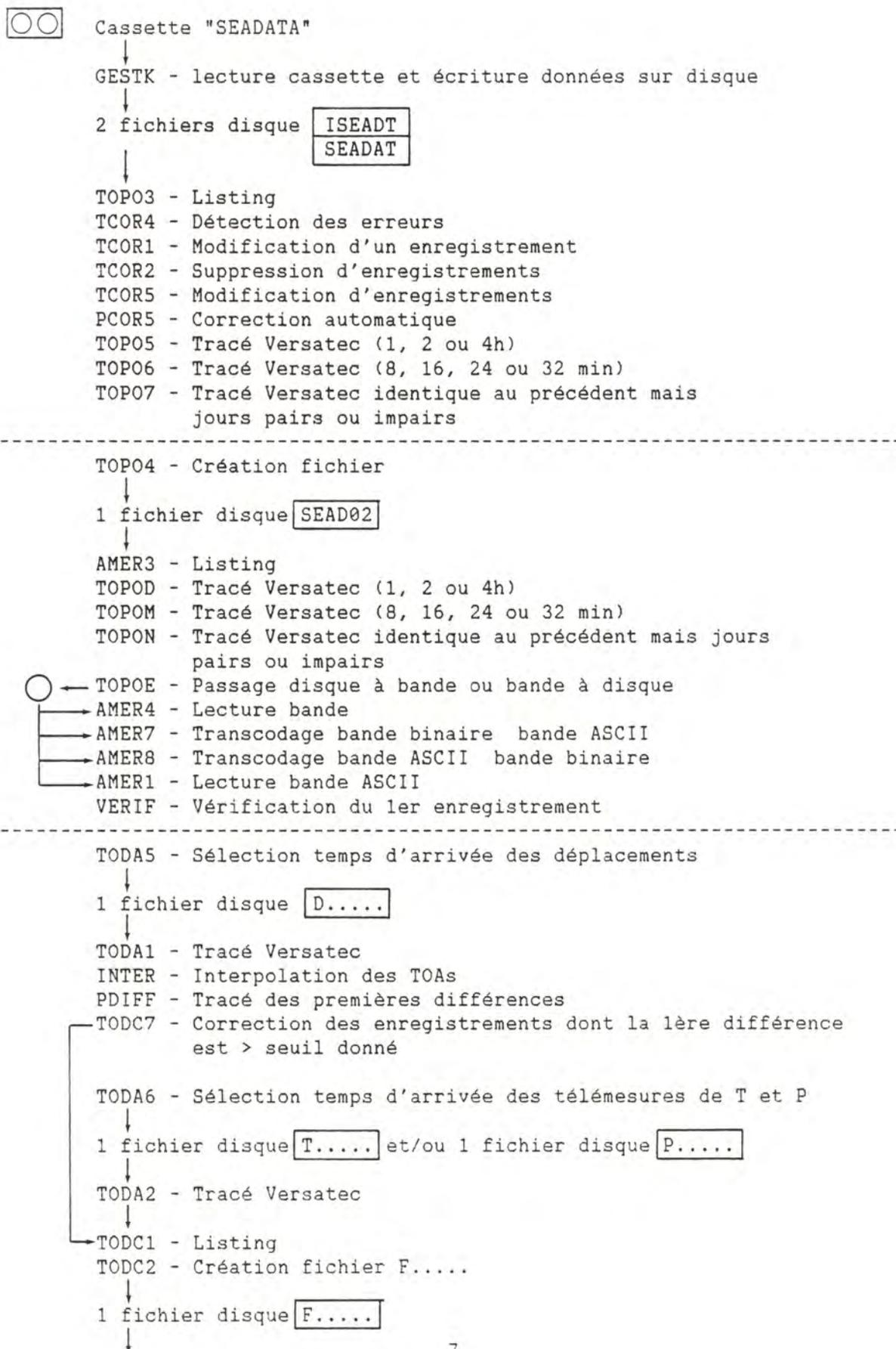
3- Sélection des temps d'arrivée pour un flotteur (et une station).

4- Calcul des positions d'un flotteur (avec plusieurs stations).

Enfin, on trouvera deux compléments au chapitre 4 : le premier, sur le calcul des distances sur un ellipsoïde de révolution (très succinct) ; le second sur les différentes sources d'erreur sur la position des flotteurs et leurs estimations (élémentaire mais assez détaillé).

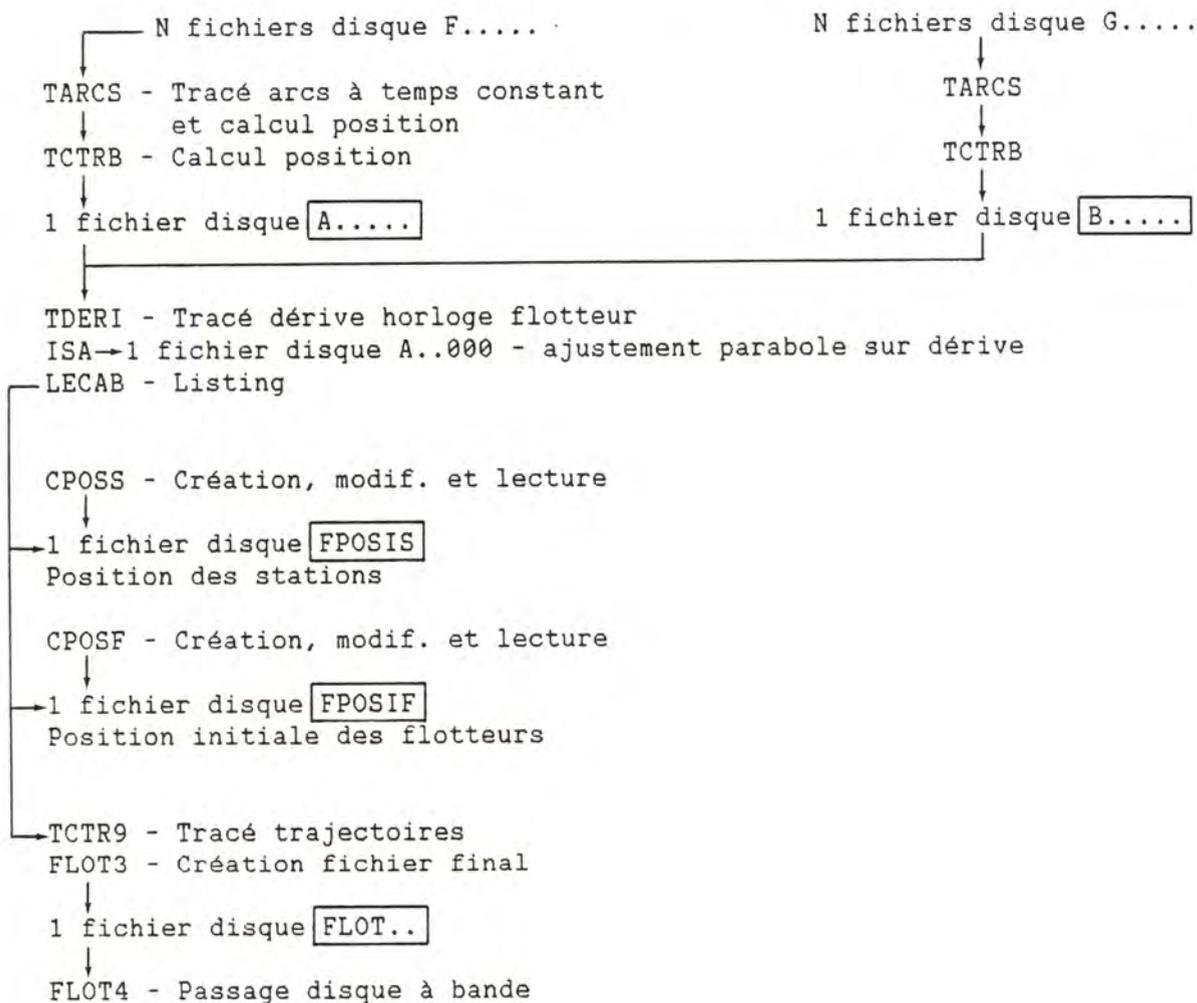
Ce travail entrepris en avril 1985 n'aurait pu être réalisé à temps sans la participation de D. Gouriou (pendant cinq mois) et d'I. Bodevin (pendant un an). Qu'ils soient vivement remerciés pour l'ingrat travail de programmation qu'ils ont réalisé.

PROCEDURE DE TRAITEMENT DES DONNEES DE FLOTTEURS SOFAR
SURVOL



↓
 TODC3 - Listing
 DERIV - Correction dérive horloge station
 ← TODB1 - Passage disque à bande ou bande à disque
 → TODC5 - Lecture bande
 TCTR5 - Tracé température et pression

DOPP1 1 fichier disque G..... - corrigé de l'effet Doppler
 TVIT1 - Tracé vitesse radiale
 PDIF1 - Tracé premières différences
 TODC9 - Listing



N.B. Une liste plus détaillée des programmes ainsi que des sous-programmes est en annexe ainsi que les listings des programmes et sous-programmes importants.

CREATION, LECTURE ET CORRECTION DES FICHIERS

DE DONNEES BRUTES DES STATIONS D'ECOUTE

I - GENERALITES

Les signaux sonores reçus par les stations d'écoute sont enregistrés sur des cassettes SEADATA, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- 4 pistes d'enregistrement,
- densité 800 caractères (de 4 bits) par inch,
- capacité maximum environ 10 Mbits pour une longueur de 100 m,
- format 4 bits par caractère,
- parité : 1 caractère de parité longitudinale (1 bit pour chaque piste) délivré à la fin de chaque enregistrement (ou "record").

Chaque station d'écoute est programmée pour sélectionner, parmi tous les signaux sonores reçus pendant un intervalle de temps T donné, les N signaux qui ont la plus grande hauteur de corrélation (N donné). Cette sélection peut s'effectuer sur un ou plusieurs canaux de fréquence. A la fin de chaque intervalle T, un "record" constitué par les caractéristiques des N signaux sélectionnés, est écrit sur la cassette SEADATA.

La première partie du traitement consiste à lire ces cassettes, créer des fichiers de données brutes et corriger les erreurs éventuelles.

II - CAS DE L'EXPERIENCE TOPOGULF

Pour cette expérience les stations d'écoute (SAE¹# 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 18) sont programmées pour sélectionner les 3 signaux ayant la plus grande hauteur de corrélation, reçus pendant chaque période de 10 minutes. Cette sélection est effectuée sur 2 canaux : le canal 7 (259,375 Hz à 260,898 Hz) est utilisé pour nos flotteurs, le canal 5 (250,000 Hz à 251,523 Hz) pour les flotteurs américains.

Un enregistrement est ainsi écrit toutes les 10 minutes sur la cassette SEADATA. Voici un exemple d'enregistrement :

	canal 7		canal 5
091421081	F0946101E0658141D0337082	00730161F0249221D094612A	

Dans cet enregistrement écrit en hexadécimal, de façon à représenter les caractères de 4 bits, le dernier caractère (A) est le caractère de parité longitudinale ou "longitudinal cyclic check".

Bien entendu, sur la cassette SEADATA, cet enregistrement est écrit en binaire comme ceci :

000010010001010000100001...100101000110000100101010
0 9 1 4 2 1 ... 9 4 6 1 2 A traduction hexadécimale

¹ SAE est une abréviation pour station autonome d'écoute.

Afin de lire cet enregistrement, il suffit de connaître son "format" :

- 09 2 caractères pour le numéro de la station d'écoute, codé en décimal (donc entre 0 et 99).
- 1 1 caractère pour le numéro de l'expérience, codé en décimal (donc entre 0 et 9).
- 421 3 caractères pour le jour de l'année, codé en décimal² (N.B. on peut dépasser 365 ou 366 si l'expérience se poursuit sur deux années).
- 08 2 caractères pour l'heure TU, codée en décimal.

On trouve ensuite 2 séquences de 3 fois 8 (soit 24) caractères chacune correspondant

- la première au canal 7,
- la deuxième au canal 5.

Les 3 séries de 8 caractères correspondent aux 3 signaux sélectionnés et classés dans l'ordre décroissant de leur hauteur de corrélation.

Chaque série est constituée de :

- 1F 2 caractères pour la hauteur de corrélation, codée en hexadécimal (donc entre 0 et 255).
- 09 2 caractères pour les minutes, codées en décimal.
- 46 2 caractères pour les secondes, codées en décimal.
- 10 2 caractères pour les 1/40^{èmes} de seconde, codés en hexadécimal.

² On utilise aussi les 3 derniers chiffres du jour julien modifié (cf. annexe 1).

Ainsi, l'instant de réception du signal sonore est donné pour chaque hauteur de corrélation par le jour de l'année et l'heure communs à l'enregistrement plus les minutes, secondes, et 25/1000ièmes de seconde correspondants.

Enfin,

A 1 caractère de parité, à la fin de l'enregistrement.

Chaque enregistrement a 56 caractères de données et un caractère de parité. On peut résumer sa structure ainsi : SSNDDDHHAAMSSCC

6 fois cette série.

Il y a 6 enregistrements par heure, et 144 enregistrements par jour.

On pourra vérifier, e.g., que dans l'exemple donné, les signaux sonores sur le canal 7 ont pour hauteur de corrélation : 31, 30 et 29 et pour instants de réception le 421ième jour de l'année 1983, à 8h TU + 9mn46,400s, 6mn58,500s et 3mn37,200s respectivement.

Remarques :

1/ Les instants d'arrivée des signaux sonores aux stations d'écoute sont données en 25/1000ièmes de seconde, mais la détermination des hauteurs de corrélation n'étant effectuée que tous les 1/10ièmes de seconde, les instants de réception sont entachés d'une erreur pouvant atteindre 0,1s.

2/ Lors de l'enregistrement à bord des stations d'écoute, chaque enregistrement (de 56 caractères de données physiques + 1 caractère de parité), est précédé d'un préambule de 2 caractères (un 1 puis un 0 sur

chacune des 4 pistes) destiné à synchroniser le lecteur après les "inter record gaps". Nous ne nous soucierons pas de ce préambule qui est transparent pour l'utilisateur.

3/ Rappel sur l'hexadécimal : on utilise les symboles 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F pour figurer les nombres de 0 à 15 inclus.

Pour convertir le nombre hexadécimal $a_N..a_2a_1a_0$ (où $a_i, i=0, \dots, N$ est un des 16 symboles précédemment introduits), en décimal il suffit d'effectuer l'opération $16^N \cdot \tilde{a}_N + \dots + 16^2 \cdot \tilde{a}_2 + 16 \cdot \tilde{a}_1 + \tilde{a}_0$ où \tilde{a}_i est la valeur (entre 0 et 15) du symbole a_i .

Enfin, on a la table de conversion binaire hexadécimal :

1010	A
1011	B
1100	C
1101	D
1110	E
1111	F

4/ Bien qu'elles soient codées en hexadécimal sur 8 bits, les hauteurs de corrélation n'excèdent pas 200.

III - LECTURE DES CASSETTES SEADATA

Les cassettes SEADATA sont lues par un lecteur SEADATA model 12A connecté à l'ordinateur HP 1000-M de Département Informatique (DI) de l'IFREMER/Brest. Le lecteur de cassette est piloté par le programme GESTK mis au point au DI (note mini-calculateurs n° 50 du 2.08.80).

GESTK permet :

- de commander toutes les fonctions du lecteur SEADATA,
- de lire le contenu de la cassette et de l'enregistrer sur un fichier disque (avec ou sans décodage),
- de lister et d'analyser ce fichier.

Avant de créer ce fichier disque, il convient de faire une lecture des cassettes en local (i.e. sans connecter l'ordinateur au lecteur), afin de régler le lecteur et de s'assurer de la bonne qualité des données.

Lecture d'une cassette SEADATA en local :

Mettre "ON" le lecteur, puis insérer la cassette dans le lecteur de telle sorte que le bord de la cassette présentant la bande se trouve en haut. Après avoir refermé la cage, le lecteur cherche à déterminer l'état de la cassette : si la cassette est sur la "bande amorce", le lecteur déterminera s'il s'agit du BOT ou de l'EOT (Beginning of Tape ou End of Tape) et positionnera la cassette ; sinon la cassette restera dans sa position et seuls les voyants "STOP" et "READY" seront allumés.

Avant de lancer la lecture, vérifier que la densité est sur 800 BPI, que le switch "MODE" est sur la position "COUNTER" et le switch

"OUTPUT" sur la position "LOCAL". Afficher le nombre de caractères de données par enregistrement (56 pour TOPOGULF e.g.) et ajuster le "MASTER GAIN" à environ 60-70 et le "THRESHOLD" à environ 20. Lancer alors la lecture en appuyant sur la touche "READ". Il faut maintenant perfectionner l'ajustement du lecteur en utilisant le bouton "METER MONITOR" : sur chacune des 4 pistes balayées par le bouton "METER MONITOR", on doit obtenir un niveau de signal de lecture compris entre 100 et 120 %. Finalement positionner le "METER MONITOR" sur la position "V.C.O." et contrôler que le niveau de lecture affiché est très proche de 100 %. Lorsque la cassette est en lecture, le voyant "GOOD DATA" doit être allumé presque en permanence. Si les voyants signalant soit une erreur de parité, soit un signal trop faible, soit un "record" trop court, s'allument trop fréquemment, on peut essayer de retoucher le réglage en diminuant le "THRESHOLD".

Lecture de la cassette on-line et création des fichiers de données brutes :

Une fois le réglage du lecteur SEADATA effectué et la cassette au BOT, mettre le switch "OUTPUT" sur la position "REMOTE". Le lecteur est alors connecté au HP 1000-M et on peut lancer le programme GESTK.

GESTK va créer deux fichiers sur disque : ISEADT et SEADAT. Ces fichiers sont de type 2 (i.e. accès aléatoire, "record" de longueur fixe).

ISEADT : C'est le fichier maître qui contient les informations caractéristiques de la cassette lue. Il a un seul enregistrement de 3 mots¹ (de 16 bits chacun).

¹ Chaque fois qu'on parlera de mots dans la suite, il s'agira de mots de 16 bits.

IDECO : indice de décodage { 0 fichier SEADAT non décodé
 1 fichier SEADAT décodé

COUNTER : nombre de caractères (de 4 bits) de données sur un "record" de la cassette (i.e. 56 pour TOPOGULF).

NTREC : nombre d'enregistrements lus.

SEADAT : Ce fichier contient les données de la cassette, décodées ou non. Un enregistrement du fichier SEADAT correspond à un enregistrement de la cassette, mais il ne lui est pas identique : nous allons donner sa structure un peu plus loin.

Avant de lancer GESTK, il convient de monter une cartouche ("disk-cartridge") sur laquelle GESTK pourra créer les fichiers ISEADT et SEADAT (e.g. si la LU est 22, on fera MC,-22) ; puis il faut s'assurer qu'il y a assez de place sur cette cartouche : il n'est pas possible d'y mettre 2 fichiers SEADAT de 36767 records de 20 mots chacun par exemple. Aussi par prudence, il faudra mieux purger la cartouche avant tout appel à GESTK (on fera PU,XXXX::-22 si XXXX est un fichier sur la LU22, e.g.).

GESTK propose le menu de gestion de cassettes SEADATA suivant :

RE rembobinage cassette
FV saut de fichier(s) avant
FR saut de fichier(s) arrière
SV saut d'enregistrement(s) avant
RF recherche fin de cassette
LE lecture de la cassette
LI listing du fichier SEADAT
AN analyse du fichier SEADAT
EX sortie

Si l'on tape LE, GESTK demande si l'on souhaite une lecture complète ou partielle : répondre PA (partielle). Puis GESTK demande le nombre d'enregistrements à lire : répondre 32000 e.g. (32767 est le nombre maximum d'enregistrements d'un fichier sur disque : en effet, le HP étant un ordinateur 16 bits, il peut compter jusqu'à $2^{15}-1 = 32767$). GESTK demande ensuite si l'on veut avec ou sans décodage : répondre SD (sans décodage) car l'option décodage est insuffisante pour nos besoins. Enfin, il convient d'indiquer au programme que les enregistrements SEADATA ont 56 caractères de données.

Avec des enregistrements cassette de 56 caractères de données, un enregistrement du fichier SEADAT non décodé a la structure suivante :

	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Mot 1	0	"CARACT 1"			"CARACT 2"			"CARACT 3"			1	1	0			
Mot 2	0	"CARACT 4"			...									1	1	0
Mot 3	0													1	1	0
.																
.																
.																
Mot 18	0													1	1	0
Mot 19	1	"CARACT 55"			"CARACT 56"			" L C C "			1	1	0			
Mot 20	X	X	X	X	X	P L S E			" PARITE "			0	0	1		

(3)

(1) (2)

(1) 2 bits donnant le nombre de caractères contenus dans le mot :

00 indique que les 12 bits envoyés sont des informations

"message".

(2) bit indiquant que le mot envoyé n'est pas un mot de données.

(3) bit indiquant le dernier mot de donnée.

X bit d'état indifférent.

E enregistrement trop long.

L signal de lecture trop faible.

S enregistrement trop court.

P erreur de parité.

PARITE : 4 bits de parité calculés (1 pour chaque piste).

Chacun des 18 premiers mots d'un enregistrement du fichier SEADAT contient 3 caractères de données. Le 19ième mot contient les 2 derniers caractères de données plus le LCC "longitudinal cyclic check").

Le premier bit et les 3 derniers bits de chaque mot sont générés par GESTK, ainsi que le vingtième mot.

On trouvera page suivante un exemple d'enregistrement SEADAT ainsi que sa traduction en octal et en hexadécimal.

EXEMPLE D'UN ENREGISTREMENT DU FICHIER SEADAT

	BINAIRE		OCTAL		HEXA
	0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1	1 1 0	0 0 2 2 1 6		0 9 1
	0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1	1 1 0	0 2 0 4 1 6		4 2 1
	0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1	1 1 0	0 0 2 0 1 6		0 8 1
	0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1	1 1 0	0 7 4 1 1 6		F 0 9
	0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1	1 1 0	0 2 1 4 1 6		4 6 1
.			0 0 0 3 6 6		0 1 E
.			0 0 1 4 5 6		0 6 5
			0 4 0 2 4 6		8 1 4
			0 0 7 2 0 6		1 D 0
			0 1 4 6 7 6		3 3 7
			0 0 2 0 2 6		0 8 2
			0 0 0 0 7 6		0 0 7
			0 1 4 0 1 6		3 0 1
			0 3 0 3 7 6		6 1 F
			0 0 0 4 4 6		0 2 4
			0 4 4 4 2 6		9 2 2
			0 0 7 2 0 6		1 D 0
			0 4 5 0 6 6		9 4 6
dernier mot de donnée →	0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 1 1 0	1 1 0	0 4 5 0 6 6		1 2 A
	1 0 0 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0	1 1 0	1 0 4 5 2 6		F 0 F
	1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1		1 7 4 1 7 1		

LCC n'est pas un mot de donnée

Les informations "physiques" sont contenues dans 56 caractères de 4 bits. En voici le détail :

0 9 1 4 2 1 0 8 1 F 0 9 4 6 1 0 1 E 0 6 5 8 1 4 1 D 0 3 3 7 0 8
 S S N D D D H H A A M M S S C C A A M M S S C C A A M M S S C C
 HEXA HEXAHEXA HEXAHEXA HEXA

Canal 7 (259,375 Hz à 260,898 Hz)

2 0 0 7 3 0 1 6 1 F 0 2 4 9 2 2 1 D 0 9 4 6 1 2
 A A M M S S C C A A M M S S C C A A M M S S C C
 HEXA HEXAHEXA HEXAHEXA HEXA

Canal 5 (250,000 Hz à 251,523 Hz)

Remarques :

1/ Pour TOPOGULF, comme on a 56 caractères de données, les enregistrements du fichier SEADAT contiennent 20 mots (19 mots pour les 56 caractères et le caractère LCC, et 1 mot message d'erreur). Si l'on avait eu 55 caractères de données, les enregistrements SEADAT auraient également compris 20 mots, mais la structure du 19ième avait été :

1	"CARACT 55"	" L C C "	X X X X	1	0	0
---	-------------	-----------	---------	---	---	---

2/ Chaque cassette a environ 50000 enregistrements. Le nombre maximum d'enregistrement dans un fichier disque étant 32767, il faut effectuer 2 lectures par cassette. Si l'on pense que les fichiers ISEADT et SEADAT créés lors de la deuxième lecture tiendront sur la cartouche où existent déjà ceux créés lors de la première lecture, il faut impérativement renommer ces derniers avant de lancer la deuxième lecture, sinon ils seront écrasés (on fera e.g. RN,ISEADT::-22,ISEAD1::-22 et RN,SEADAT::-22,SEADA1::-22 si la cartouche est montée sur la LU22).

Si par contre les fichiers créés lors de la deuxième lecture sont trop importants pour être ajoutés sur la cartouche, il convient de sauvegarder sur bande les fichiers de la première lecture. Cette sauvegarde sera faite par l'ordre : WRITT,-22,10,,,IH si la bande magnétique est montée sur l'unité logique 10 e.g. Pour restaurer sur disque le contenu de la bande, on fera READT,-22,10,,,IH. IH sert à inhiber le retour au load point de la bande magnétique, dans le cas où l'on a plusieurs fichiers sur la bande.

3/ Pour arrêter la lecture de la cassette en mode "REMOTE", il faut presser la clé "END OF DATA", alors que le voyant "GOOD DATA" est allumé. Si l'on a dépassé la plage des données, le voyant "FILE GAP" reste allumé

en permanence et la cassette continue à dérouler. Il convient alors de passer en mode local, d'arrêter le déroulement de la cassette, de la rembobiner suffisamment pour se retrouver sur une plage de données puis de repasser en mode remote et d'arrêter l'acquisition aussitôt après grâce à la clé "END OF DATA".

4/ Il faut noter que le programme GESTK a tendance à créer un record supplémentaire sur disque chaque fois qu'il vide son buffer : il ne faudra donc pas s'étonner de trouver des jours où l'on a 145 records ou même plus.

5/ Entre deux lectures d'une même cassette, afin d'assurer un recouvrement des données, on rembobinera très légèrement la cassette avant de lancer la deuxième lecture.

IV - LECTURE ET CORRECTION DES FICHIERS DE DONNEES BRUTES ISEADT ET SEADAT

Une fois les fichiers ISEADT et SEADAT sur une cartouche, il va falloir s'assurer de la bonne qualité de SEADAT (qui contient les données).

On peut d'abord, grâce à GESTK, faire l'analyse du fichier SEADAT. En sortie on a entre autres le pourcentage d'enregistrements erronés. Rappelons qu'un enregistrement est erroné si l'un des 4 bits P, L, S ou E au moins est à 1 (voir paragraphe III précédent). On trouvera figure 1-1 un exemple d'analyse du fichier SEADAT. En général, le pourcentage d'enregistrements erronés ne devrait pas dépasser quelques pour cent. S'il y a trop d'erreurs dans le fichier SEADAT, on peut essayer une nouvelle lecture de la cassette SEADATA (voir paragraphe III précédent).

Toujours avec GESTK, on peut lister en octal le contenu des mots du fichier SEADAT. On trouvera figure 1-2 un exemple de lecture du fichier SEADAT. Mais l'octal n'est guère commode, aussi convient-il de lister le contenu du fichier SEADAT, en décimal et avec un format lisible. C'est ce que permet le programme TOP03.

TOP03 propose trois types de listings :

- soit le listing des enregistrements N1 à N2,
- soit le listing des enregistrements N1 à N2 avec indication d'erreurs si elles existent,
- soit le listing des enregistrements erronés uniquement.

Dans l'exemple de la figure 1-3, on a listé, à l'aide de TOP03, 11 enregistrements du fichier SEADAT et l'on constate que l'un d'entre eux est erroné.

De nombreuses erreurs peuvent exister dans le fichier SEADAT, dont il n'est pas facile de trouver l'origine. Certaines proviennent de la cassette elle-même, d'autres de la lecture (le lecteur SEADATA n'est pas excellent), d'autres, enfin, du programme de gestion du lecteur SEADATA (le programme GESTK).

On constate néanmoins que bon nombre d'enregistrements erronés ne sont pas gênants pour les traitements ultérieurs. Par contre, il peut arriver qu'un enregistrement ne soit pas signalé comme erroné mais perturbe les traitements ultérieurs.

Nous allons donc déterminer uniquement les enregistrements gênants pour les traitements ultérieurs et les corriger en conséquence, ou les supprimer.

Normalement, à chaque jour doit correspondre 144 enregistrements, et les jours doivent s'incrémenter de +1 tous les 144 enregistrements. Or, c'est loin d'être le cas.

Le programme TCOR4 permet de détecter les enregistrements qui ne vérifient pas le critère ci-dessus.

De façon précise, chaque fois que le jour de l'enregistrement courant n'est pas égal au jour de l'enregistrement précédent et (jour de l'enregistrement courant \neq jour de l'enregistrement précédent +1) ou (nombre d'enregistrements du jour précédent \neq 144), TCOR4 émet un diagnostic d'erreur.

Chaque fois que le numéro de l'enregistrement dans un jour donné est supérieur à 144, TCOR4 émet également un diagnostic d'erreur.

Ou, si l'on préfère, exprimé de façon complémentaire : seuls les enregistrements dont le numéro dans un jour est compris entre 2 et 144 inclus, et ceux dont le numéro est 1 dans un jour qui est le lendemain du jour précédent (avec 144 enregistrements), sont jugés corrects et ne donnent pas lieu à un diagnostic d'erreur.

L'organigramme de la figure 1-4 donnera une explication plus claire si besoin.

On trouvera à la figure 1-5, un exemple d'utilisation de TCOR4.

On constatera que l'on trouve assez fréquemment 145 enregistrements au lieu de 144 dans un jour donné. Il s'agit le plus souvent de 2 enregistrements identiques (ce qu'on vérifiera sur un listing effectué par TOP03) qui ne sont pas gênants pour la suite.

Par contre, l'enregistrement 3030 (le listing des enregistrements 3025 à 3035 se trouve à la figure 1-3) a 440 pour numéro de jour alors que l'enregistrement qui le précède et celui qui le suit ont 442 pour numéro de jour : il convient de corriger cet enregistrement qui est manifestement incorrect et provoquerait des inconsistances dans les traitements ultérieurs.

Les programmes de correction TCOR1, TCOR2 et TCOR5 qui suivent ont pour but de corriger le fichier SEADAT de telle sorte que 2 enregistrements qui se suivent aient toujours, soit le même jour, soit différent de + 1

jour. Le jour doit être une fonction croissante du numéro d'enregistrement dans le fichier SEADAT. Ceci est impératif.

Le programme TCOR1 permet de modifier un enregistrement.

On trouvera figure 1-6, un exemple d'utilisation de TCOR1.

On peut modifier toutes les informations d'un enregistrement, avec TCOR1.

Dans l'exemple choisi cependant, nous avons choisi de mettre les informations hauteurs de corrélation, minutes, secondes et 1/40ièmes de seconde à zéro car il ne nous semblait pas possible de retrouver les valeurs exactes même avec l'aide du contenu des mots en binaires.

Si l'on désire supprimer un ou plusieurs enregistrements consécutifs, on appelle le programme TCOR2.

On trouvera figure 1-7, un exemple d'utilisation de TCOR2.

Il convient de remarquer que le programme TCOR2 est assez long à l'exécution si l'on veut supprimer des enregistrements qui se trouvent en début du fichier SEADAT, car tous les enregistrements qui suivent doivent être déplacés les uns après les autres dans les "trous" laissés par les enregistrements supprimés.

Enfin, si l'on désire modifier une série d'enregistrements consécutifs en imposant seulement le n° d'expérience, le n° de station d'écoute, le jour et l'heure, les autres informations étant mises à zéro,

on utilisera le programme TCOR5, dont on trouvera un exemple d'utilisation figure 1-8.

On remarquera sur le listing des enregistrements n° 2070 à 2090 (obtenus par TOP03 avant correction) qu'il y a de nombreuses erreurs ; en particulier les enregistrements 2083 à 2088 sont complètement irrécupérables. Grâce à TCOR5, on a corrigé uniquement les informations nécessaires à la bonne marche des étapes ultérieures du traitement (à savoir le n° EXP, n° ALS, n° jour et l'heure, les autres informations étant mises à zéro).

On constatera sur le listing du fichier corrigé que l'on a 9 enregistrements à 4 h le jour 447, mais ce n'est pas gênant pour la suite car les autres informations sont à zéro.

On remarquera aussi que l'enregistrement n° 2071 est erroné et qu'il conviendra de le corriger soit grâce à TCOR1 soit grâce à TCOR5.

Une façon de s'assurer que le fichier SEADAT a été correctement corrigé consiste à tracer sur Versatec les temps d'arrivée grâce au programme TOP05.

On trouvera figure 1-9, un exemple de tracé avant correction, puis après correction du fichier avec TCOR1 et TCOR5.

Sur les tracés sont portés en abscisse les temps d'arrivée en minutes à partir de 0 h ou de 12 h tous les jours. Les jours sont en ordonnée et croissent vers le bas.

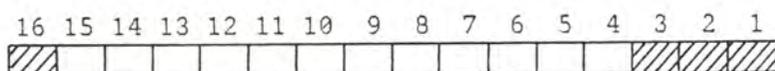
On "voit" 7 flotteurs sur ces tracés, en particulier celui dont les temps d'arrivée se situent vers environ 133 minutes. A droite de chaque trait vertical (les temps d'arrivée d'un flotteur) on remarque 2 lignes pratiquement parallèles de points interrompus : il s'agit des télémessures de température et de pression.

Le programme TOP05 trace une ligne de pointillés horizontale chaque fois que le jour d'un enregistrement est égal au jour début modulo 10. Ainsi, si dans le fichier non corrigé on a un enregistrement portant le jour n° 450 inséré au sein d'une série d'enregistrements portant le jour 452 (le jour début a le n° 432), trois lignes de pointillés horizontales vont être tracées au lieu d'une e.g. De même, si l'on saute du jour 435 au jour 441, il y aura 5 espacements blancs. On obtient alors l'allure du premier tracé présenté. Après correction, si le tracé Versatec est propre (espacement régulier des lignes pointillées horizontales tous les 10 jours, plus d'espacements blancs sur la verticale) c'est qu'il n'y a plus d'enregistrements gênants pour les traitements ultérieurs.

Le programme TOP05, ainsi que les programmes TOP06 et TOP07 vont être décrits plus en détail dans le paragraphe suivant.

Remarques :

1/ Le décodage des mots d'un enregistrement du fichier SEADAT s'effectue à l'aide des opérations binaires ISHFT et IAND. Rappelons que chaque mot contient 3 caractères de données soit $3 \times 4 = 12$ bits situés entre les positions 15 et 4.



Si l'on veut "lire" par exemple, le caractère situé aux positions 7 6 5 4, il suffit de faire `IMOT=ISHFT(IMOT,-3)`, puis `IMOT=IAND(IMOT,15)`, comme on s'en convaincra aisément. Le décodage de chaque "record" n'est rien d'autre que l'utilisation répétée et astucieuse de ces 2 instructions.

2/ Quelques listings des programmes se trouvent en annexe à la fin du document. L'ensemble des programmes source se trouve sur la bande magnétique n° 45118 de l'IFREMER/Brest au format carte (80 caractères par enregistrement) et en ASCII.

3/ Si l'on ne souhaite pas corriger les enregistrements défectueux les uns après les autres (c'est mieux mais cela peut prendre du temps), on peut utiliser le programme PCOR5 qui effectue automatiquement les corrections sur l'ensemble du fichier SEADAT. La condition que doit remplir le fichier est : il ne faut pas qu'il y ait de jour manquant : c'est-à-dire que si le record N1 est bon (avec le jour n° J1), il doit y avoir plus loin un record N2 bon (avec le jour n° J1 + 1). Entre ces deux records PCOR5 corrige si besoin le n° EXP et le n° ALS, le n° jour étant mis à J1 et les autres informations à 0. Ce programme est très rapide.

 ANALYSE DU FICHIER 'SEADAT' NON DECODE

HOMBRE D'ENREGISTREMENTS LUS : 32767
 HOMBRE D'ENREGISTREMENTS BONS : 32743 --> 99.93 %
 HOMBRE D'ENREGISTREMENTS MAUVAIS : 24 --> .07 %
 HOMBRE D'ERREURS DE PARITE : 0 HOMBRE D'ERREURS 'SHORT RECORD' : 24
 HOMBRE D'ERREURS 'LOW SIGNAL' : 0 HOMBRE D'ERREURS 'EXCESS DATA' : 1

Figure 1-1 : Analyse du fichier SEADAT, avec l'option AN du programme GESTK.

 LISTING DU FICHIER 'SEADAT' NON DECODE

```

1 001626 005516 004216 041206 000006 010306 024006 010036 006056 000046 001006 000006 000006 000006 000006
000006 000006 000006 100136 174171
2 001626 005516 004426 070076 001416 044426 002256 010356 007406 034316 010226 014076 004216 074316 002206
024336 006206 044656 105646 174171
3 001626 005516 004426 014236 010006 014416 004226 004416 010216 045106 000616 060246 000026 004346 005006
040456 007016 020256 106326 174171
4 001626 005516 004426 030456 011206 034456 010046 020336 011026 021056 004616 070436 021206 044356 011416
030156 006626 004036 100276 174171
5 001626 005516 004426 004716 002006 014356 014226 010136 007236 020046 002616 050606 021426 024326 015056
044216 006436 030026 102346 174171
6 001626 005516 004426 001026 021406 054406 020456 044436 007646 014506 006616 061026 005016 064346 021456
040016 006646 004456 104236 174171
7 001626 005516 004426 021246 021406 054436 024036 020376 010656 034236 011616 071316 022206 024326 024426
024016 006056 011106 102320 174171
8 001626 005516 004626 010066 014216 034376 000636 034436 007406 025236 007616 050106 024206 064316 000226
044056 005606 000226 111216 174171
9 001626 005516 004626 020306 001206 074426 005216 014236 010216 000676 005616 060256 004416 064346 005606
020156 006216 031216 103256 174171
10 001626 005516 004626 014446 001016 014436 011656 044476 010226 044636 003616 060466 012226 004336 010426
034256 006626 011106 101246 174171
11 001626 005516 004626 004626 021026 034406 014426 004376 007636 040426 003616 060706 024616 004336 015206
010256 006236 010046 100236 174171
12 001626 005516 004626 021036 006006 014446 022046 014236 010046 004516 002616 061116 012216 064336 020226
000316 006446 010216 103276 174171
13 001626 005516 004626 021276 014006 054426 024636 014176 010256 035246 000616 065316 005006 044346 026216
044156 006656 005106 103276 174171
14 001626 005516 005026 014056 021406 014416 000216 000376 010206 004716 011616 054016 001616 004336 000436

```

Figure 1-2 : Lecture du fichier SEADAT, avec l'option LI du programme GESTK, sur le listing de sortie les mots sont écrits en octal.

Dialogue à la console :

```
:TOPO3
LU SORTIE?
28
TYPE DE LISTING VOULU:
DONNEES SANS INDICATION D ERREUR :TYPE 1
DONNEES AVEC INDICATION D ERREUR :TYPE 2
DONNEES ERRONEES :TYPE 3
1,2,3 :?
2
NUMERO DU PREMIER RECORD,DU DERNIER?
NOMBRE MAXIMUM : 16752
3025,3035

TRAITEMENT TERMINE
:_
```

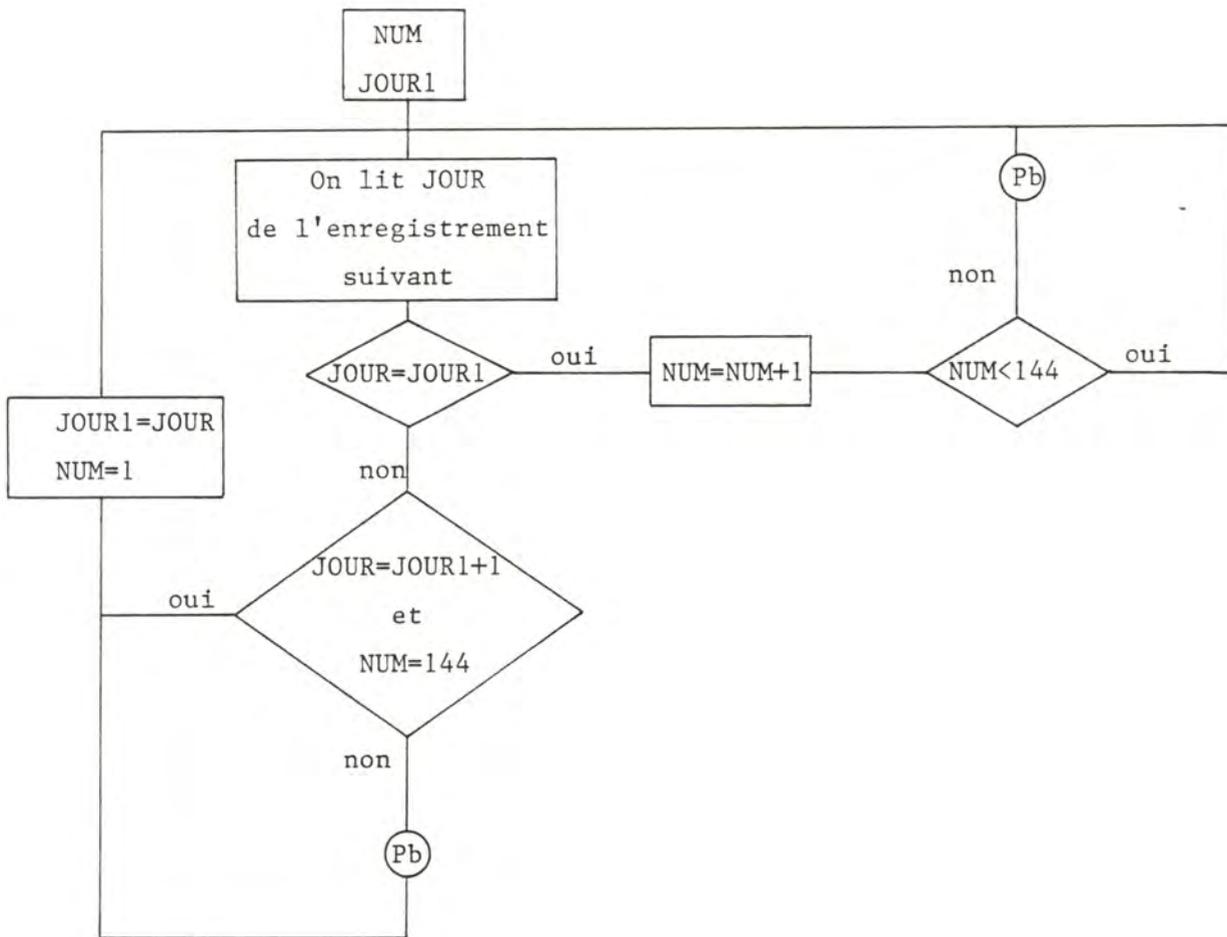
Sortie sur la LU 28 :

DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS

STATION AUTONOME D ECOUTE NO: 9
EXPERIENCE NO: 1

EXP	ALS	JOUR	HEURE	CANAL 7								CANAL 5								E L S P							
				COR	MM	SS	CC	COR	MM	SS	CC	COR	MM	SS	CC	COR	MM	SS	CC								
1	9	442	7	32	23	22	28	31	29	19	36	28	28	34	28	31	23	34	6	28	22	37	38	28	25	63	38
1	9	442	7	34	39	23	4	33	32	38	8	29	32	37	24	31	33	36	26	38	38	56	38	28	31	18	34
1	9	442	7	35	46	14	8	34	48	3	36	32	48	34	16	33	44	8	38	28	48	48	26	26	44	51	38
1	9	442	7	31	59	35	12	38	51	32	32	28	52	54	32	29	51	19	14	27	58	37	14	27	53	51	18
1	9	442	8	34	4	45	24	29	5	28	28	28	7	18	36	34	5	22	34	29	4	1	38	28	2	38	2
3	9	442	28	28	33	41	4	29	15	58	4	63	15	4	28	29	18	28	8	28	13	29	32	57	33	25	**
1	9	442	8	34	21	18	4	33	22	31	28	31	24	45	12	38	24	52	14	26	38	12	18	26	22	17	14
1	9	442	8	33	35	28	28	32	36	31	32	31	36	9	12	31	32	58	22	38	31	4	34	26	31	55	6
1	9	442	8	36	41	22	8	35	49	47	28	32	48	18	32	31	46	21	18	27	48	38	6	27	47	51	18
1	9	442	8	32	51	18	32	28	59	15	36	29	56	18	32	23	58	1	38	31	59	53	26	38	56	51	34
1	9	442	9	38	4	8	4	38	8	7	28	29	2	55	8	28	1	27	18	28	5	38	38	26	1	42	14

Figure 1-3 : Listing des enregistrements 3025 à 3035 du fichier SEADAT, obtenu avec le programme TOPO3. On constate que l'un d'entre eux (l'enregistrement 3030) est erroné.



NUM = Numéro de l'enregistrement
dans un jour

Figure 1-4 : Organigramme du programme TCOR4.

(Se rappeler que $\text{non}(A \text{ et } B) = (\text{non } A) \text{ ou } (\text{non } B)$)

Dialogue à la console :

```
:TCOR4
LU SORTIE:7
28
NUMERO DU PREMIER RECORD,DU DERNIER?
NOMBRE MAXIMUM: 16752
1,5000
```

```
TRAITEMENT TERMINE
:
```

Sortie sur la LU 28 :

DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS

```
STATION AUTONOME D ECOUTE NO: 9
EXPERIENCE NO: 1
JOUR ENREG. PREC. : 426 JOUR TROUVE : 426 NBRE ENREG. JOUR : 426 145 NO ENREG. : 817
JOUR ENREG. PREC. : 426 JOUR TROUVE : 427 NBRE ENREG. JOUR : 426 145 NO ENREG. : 818
JOUR ENREG. PREC. : 431 JOUR TROUVE : 431 NBRE ENREG. JOUR : 431 145 NO ENREG. : 1538
JOUR ENREG. PREC. : 431 JOUR TROUVE : 432 NBRE ENREG. JOUR : 431 145 NO ENREG. : 1539
JOUR ENREG. PREC. : 436 JOUR TROUVE : 436 NBRE ENREG. JOUR : 436 145 NO ENREG. : 2259
JOUR ENREG. PREC. : 436 JOUR TROUVE : 437 NBRE ENREG. JOUR : 436 145 NO ENREG. : 2268
JOUR ENREG. PREC. : 442 JOUR TROUVE : 448 NBRE ENREG. JOUR : 442 58 NO ENREG. : 3838
JOUR ENREG. PREC. : 448 JOUR TROUVE : 442 NBRE ENREG. JOUR : 448 1 NO ENREG. : 3831
JOUR ENREG. PREC. : 442 JOUR TROUVE : 443 NBRE ENREG. JOUR : 442 94 NO ENREG. : 3125
JOUR ENREG. PREC. : 447 JOUR TROUVE : 447 NBRE ENREG. JOUR : 447 145 NO ENREG. : 3845
JOUR ENREG. PREC. : 447 JOUR TROUVE : 448 NBRE ENREG. JOUR : 447 145 NO ENREG. : 3845
JOUR ENREG. PREC. : 452 JOUR TROUVE : 452 NBRE ENREG. JOUR : 452 145 NO ENREG. : 4566
JOUR ENREG. PREC. : 452 JOUR TROUVE : 453 NBRE ENREG. JOUR : 452 145 NO ENREG. : 4567
```

Figure 1-5 : Enregistrements "mauvais" détectés par TCOR4. On constate que l'on trouve assez fréquemment 145 enregistrements au lieu de 144 dans un jour donné : il s'agit le plus souvent de 2 enregistrements identiques qui ne sont pas gênants pour la suite.

```

:TCOR1
LU SORTIE?
1
NUMERO DU RECORD A MODIFIER : ?
(REPONDRE 0 SI PAS DE MODIFICATION )
NOMBRE MAXIMUM : 16752
3030
  DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS
  *****

STATION AUTONOME D ECOUTE NO: 9
EXPERIENCE NO: 3
      CANAL 7
JOUR HEURE COR MM SS CC COR MM SS CC COR MM SS CC      CANAL 5
C. COR MM SS CC COR MM SS CC COR MM SS CC COR MM SS C
NO RECORD : 3030
2 440 28 28 30 41 4 29 15 58 4 63 15 4 20 29 10 28 8 28 13 29 3
2 57 33 25 **
0000010010011110 001000100000110 000101000000110 0110000111000110
001000010000110 001000011101110 000101010101110 010000000100110
000111110001110 001010000100110 000010100000110 0110100010000110
000101000000110 010000011100110 000010011000110 0100100100000110
000111001001110 000110010010110 0111111111001011 0111111111001011

VOULEZ VOUS MODIFIER :
REPONDRE OUI OU NON ?
0
LORS DES QUESTIONS SUIVANTES
REPONDRE -1 SI PAS DE MODIFICATIONS A FAIRE
REPONDRE -2 SI FIN DE MODIFICATION

NO EXP:?
1
NO ALS:?
-1
NO DU JOUR :?
442
HEURE :?
8
VOULEZ-VOUS METTRE LES AUTRES INFOS A ZERO? OUI OU NON?
0
NUMERO DU RECORD A MODIFIER : ?
(REPONDRE 0 SI PAS DE MODIFICATION )
NOMBRE MAXIMUM : 16752
0

TRAITEMENT TERMINE

```

Figure 1-6 : Exemple d'utilisation du programme TCOR1.

```

:TCOR2
NO DU PREMIER RECORD A EFFACER :?
(REPONDRE 0 SI FIN DE TRAITEMENT)
750
NO DU DERNIER RECORD A EFFACER :?
(REPONDRE 0 SI FIN DE TRAITEMENT)
750
NUMEROS CORRECTS :?
750
REPONDRE: 0 SI OK
          1 SI FAUX
0
TRAITEMENT TERMINE
:

```

Figure 1-7 : Dialogue à la console lors de l'exécution du programme TCOR2.

Avant correction par TCOR5..

DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS

STATION AUTONOME D ECOUTE NO: 7
EXPERIENCE NO: 1

Table with columns: EXP, ALS, JOUR, HEURE, CANAL 7 (COR, MM, SS, CC), CANAL 5 (COR, MM, SS, CC). Rows show data for various experiments and dates.

Dialogue à la console.

TCOR5
LU SORTIE: 7
1
NO DU PREMIER ENREG A MODIFIER: 7
NOMBRE MAXIMUM: 14685
2083
DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS
STATION AUTONOME D ECOUTE NO: 44
EXPERIENCE NO: 7
CANAL 7
JOUR HEURE COR MM SS CC COR MM SS CC COR MM SS CC
C COR MM SS CC
NO RECORD: 2033
42 23 0 21 ** 35 21 31 82 35 35 70 82 67 36 10 62 51 83 81 22 5
1 145 80 ** **
EST-CE LE BON RECORD? OUI OU NON?
0
NO EXP: ?
1
NO ALS: ?
7
NO DU JOUR: ?
447
HEURE: ?
4
LES VALEURS TAPÉES: 1 7 447 4 SONT-ELLES CORRECTES? OUI OU NON?
0
NO DU DERNIER ENREG A MODIFIER: ?
NOMBRE MAXIMUM: 14685
2088
NO RECORD: 2088
227 6 0 21 23 34 16 21 24 66 12 24 24 56 22 24 20 72 10 23 20 0
3 26 65 25 0
EST-CE LE BON RECORD? OUI OU NON?
0
TRAITEMENT TERMINE

Après correction par TCOR5 .

DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS

STATION AUTONOME D ECOUTE NO: 7
EXPERIENCE NO: 1

Table with columns: EXP, ALS, JOUR, HEURE, CANAL 7 (COR, MM, SS, CC), CANAL 5 (COR, MM, SS, CC). Rows show data for various experiments and dates, similar to the first table but with corrections.

Figure 1-8 : Exemple d'utilisation du programme TCOR5.

Avant correction.

DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS

STATION AUTONOME D ECOUTE NO: 7

EXPERIENCE NO: 1

CANAL NO: 7

COR MIN : 3#

COR MAX : 5#

JOURS PAIRS ET IMPAIRS

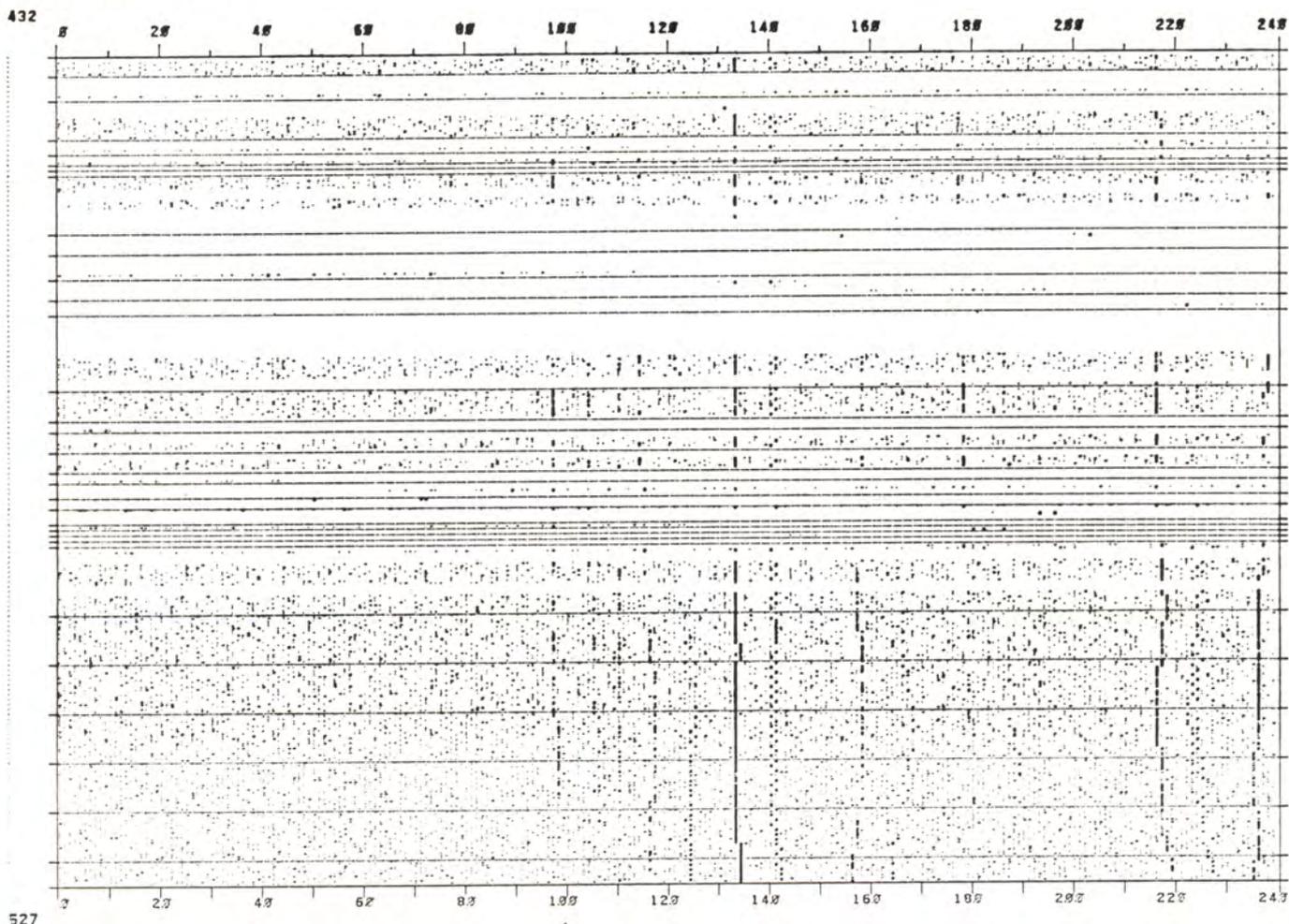


Figure 1-9 : Tracés Versatec obtenu avec le programme TOPO5 Avant correction, il y a des traits pointillés horizontaux en trop et des blancs. Ceci provient de ce que les jours ne se suivent pas régulièrement dans le fichier de données brutes SEADAT.

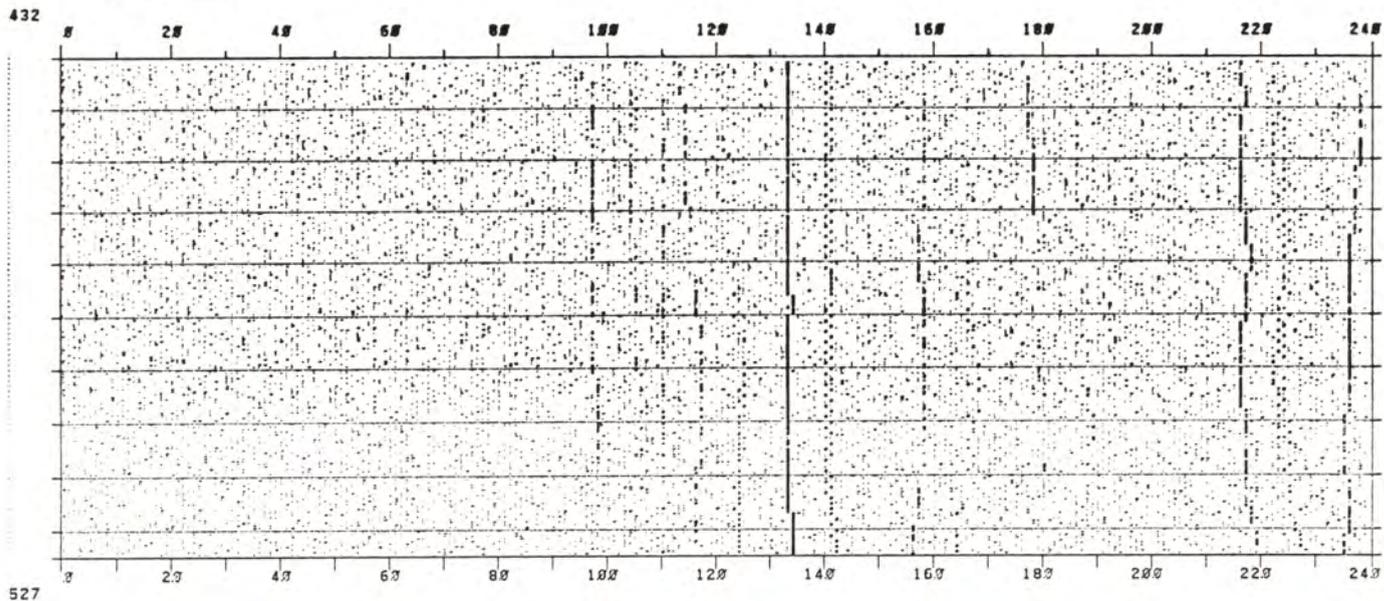
Après correction.

DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS

STATION AUTONOME D ECOUTE NO: 7
EXPERIENCE NO: 1
CANAL NO: 7

COR MIN : 3#
COR MAX : 5#

JOURS PAIRS ET IMPAIRS



V - TRACE VERSATEC DES TEMPS D'ARRIVEE DES SIGNAUX ENREGISTRES PAR UNE STATION D'ECOUTE (A PARTIR DES FICHIERS ISEADT ET SEADAT)

Pour pouvoir sélectionner les temps d'arrivée (ou TOA : Time of Arrival) des signaux émis pour chaque flotteur et enregistrés par une station d'écoute, nous allons d'abord les tracer à l'aide de l'imprimante-traceur électrostatique Versatec.

Sur les tracés, tels ceux présentés figure 1-9, paragraphe IV, les temps d'arrivée sont portés en abscisses dans une plage horaire choisie (par exemple toutes les demi-journées entre 0 h et 4 h et entre 12 h et 16 h), et les demi-journées sont portées en ordonnée, en croissant vers le bas. (On a par exemple, sur une ligne horizontale, les temps d'arrivée reçus entre 0 h et 4 h le jour n° J, puis sur la ligne horizontale immédiatement au-dessous, les temps d'arrivée reçus entre 12 h et 16 h le même jour, puis sur la ligne horizontale immédiatement au-dessous les temps d'arrivée reçus entre 0 h et 4 h le jour n° J + 1, etc...).

Chaque temps d'arrivée est représenté par un petit carré, plus ou moins noirci, en fonction de la hauteur de corrélation du signal reçu.

Les tracés sont effectués à partir des fichiers ISEADT et SEADAT.

Le programme TOP05 propose le choix d'une plage horaire P de 1, 2 ou 4 heures. Cette plage horaire doit débuter à une heure entière comprise en 0 et (12-P) heures. Il propose également de tracer les signaux reçus tous les jours, ou seulement les jours pairs, ou seulement les jours impairs (la température et la pression n'étant téléométrées qu'un jour sur

deux et en alternance, on peut ainsi les dissocier sur les tracés Versatec).

A chaque hauteur de corrélation correspond un niveau de gris de la façon suivante : on doit d'abord se fixer une hauteur minimale et une hauteur maximale (en général on prendra 30 et 50 ; les hauteurs variant quant à elles entre 0 et 200).

Alors, toute hauteur de corrélation inférieure à la hauteur minimale ne sera pas placée sur le dessin (carré blanc) et toute hauteur de corrélation supérieure à la hauteur maximale donnera lieu à un carré noir. Les hauteurs intermédiaires seront classées en 6 niveaux intermédiaires et de façon linéaire.

Chaque carré gris comprend $4 \times 4 = 16$ points élémentaires Versatec.

Voici la gamme choisie :



Le sous-programme PIX04 réalise l'opération qui associe à une hauteur de corrélation le carré correspondant et place ce carré à l'instant d'arrivée du signal à l'intérieur de la plage horaire choisie.

La largeur du dessin utilisé pour les temps d'arrivée, comprend 480 carrés ce qui donne la résolution temporelle en fonction de la plage choisie.

Les tracés Versatec effectués avec TOP05 permettent de "voir" tout un ensemble de flotteurs car la plage horaire est large. Si l'on veut suivre plus particulièrement 1 flotteur, il convient d'agrandir l'échelle horizontale (i.e. de réduire la plage horaire).

C'est ce que fait TOP06 qui propose le choix d'une plage horaire de 8, 16, 24 ou 32 minutes. Cette plage horaire devant débuter entre 0 et (720-P) minutes.

La figure 1-12 qui suit montre le tracé Versatec du premier flotteur reçu à la station d'écoute n° 9 e.g. (voir également le tracé Versatec figure 1-10 obtenu avec TOP05).

L'échelle horizontale est graduée en secondes. On voit très clairement sur ce dessin les mouvements d'échelle moyenne.

Si l'on désire dissocier, en vue du traitement ultérieur, la télémétrie de la température, de celle de la pression, on peut utiliser TOP06 avec l'option jours pairs ou l'option jours impairs. Il est préférable cependant d'utiliser le programme TOP07 qui trace sur Versatec uniquement les signaux reçus entre 0 h et 12 h soit les jours pairs, soit les jours impairs. En effet, la télémétrie a toujours lieu le matin et TOP07 élimine ainsi tous les signaux émis l'après-midi qui pourraient bruyeter le dessin.

De plus, l'espacement vertical des traits pointillés horizontaux qui matérialisent les périodes de 10 jours est identique à celui obtenu sur les tracés Versatec complets (tous les jours pris en compte).

Les figures 1-13 et 1-14 qui suivent ont été tracées par TOP07. On pourra vérifier pour ce flotteur que la pression est télémetrée les jours pairs (et la température les jours impairs) car les flotteurs étant isobares, la télémesure de pression sera pratiquement parallèle au temps d'arrivée proprement dit du flotteur.

Remarques :

1/ On trouvera en annexe le listing du sous-programme PIX04. Expliquons néanmoins comment on peut dessiner des symboles à un endroit choisi sur la Versatec.

Chaque ligne Versatec contient 2112 points élémentaires. Si j'écris un tableau ITAB de 132 mots par l'instruction WRITE (LUVERSATEC) ITAB, chaque bit à 1 viendra noircir le point élémentaire correspondant dans la suite des 2112 points. Si l'on veut dessiner un symbole tel que ceux que nous avons utilisé, i.e. défini par une matrice 4 x 4 de points élémentaires, il suffit de remplir correctement un tableau JTAB de 4 x 132 = 528 mots. Le programme PIX04 ne fait rien d'autre, avec quelques subtilités évidemment.

Il est à noter qu'on peut écrire directement des caractères alphanumériques sur la VERSATEC par un WRITE avec format, mais que chaque caractère est défini par une matrice 16 x 16. (Sur une bande magnétique un caractère est codé sur 8 bits).

Dialogue à la console.

TOPOS
NUMERO DE CANAL :
5 OU 7??

7
CORRELATIONS SIGNIFICATIVES:
MINIMUM?? MAXIMUM??

30.50
JOURS VOULUS :
JOURS PAIRS : 1
JOURS IMPAIRS : 2
JOURS PAIRS ET IMPAIRS : 3
1,2,3 ??

3
PERIODE HORAIRE VOULU:
DEBUT: HEURE ENTRE 0 ET 11:7
DUREE : _____
1,2 OU 4 HEURES :??

8
4
NUMERO DU PREMIER RECORD, DU DERNIER?
NOMBRE MAXIMUM: 32767
1,32767

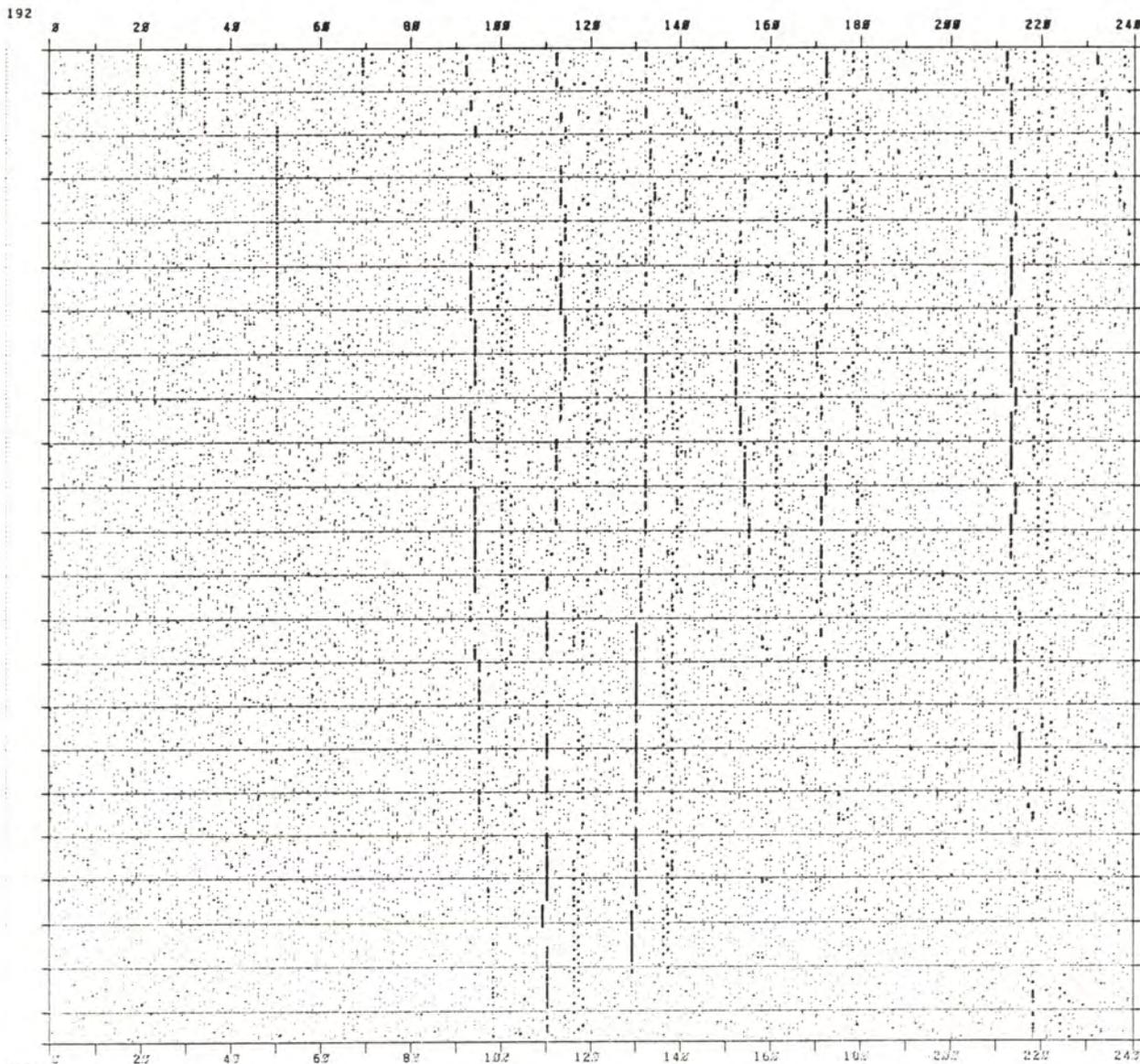
Sortie sur la Versatec.

DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS

STATION AUTONOME D'ECOUTE NO: 9
EXPERIENCE NO: 1
CANAL NO: 7

COR MIN : 3#
COR MAX : 5#

JOURS PAIRS ET IMPAIRS



419

Figure 1-10 : Tracé Versatec obtenu avec TOPOS. L'échelle horizontale est graduée en minutes. Les numéros des jours croissent vers le bas. Tous les 10 jours une ligne de pointillés horizontale est tracée.

DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS

STATION AUTONOME D ECOUTE NO: 9
EXPERIENCE NO: 1
CANAL NO: 7

COR MIN : 3#
COR MAX : 5#

JOURS IMPAIRS

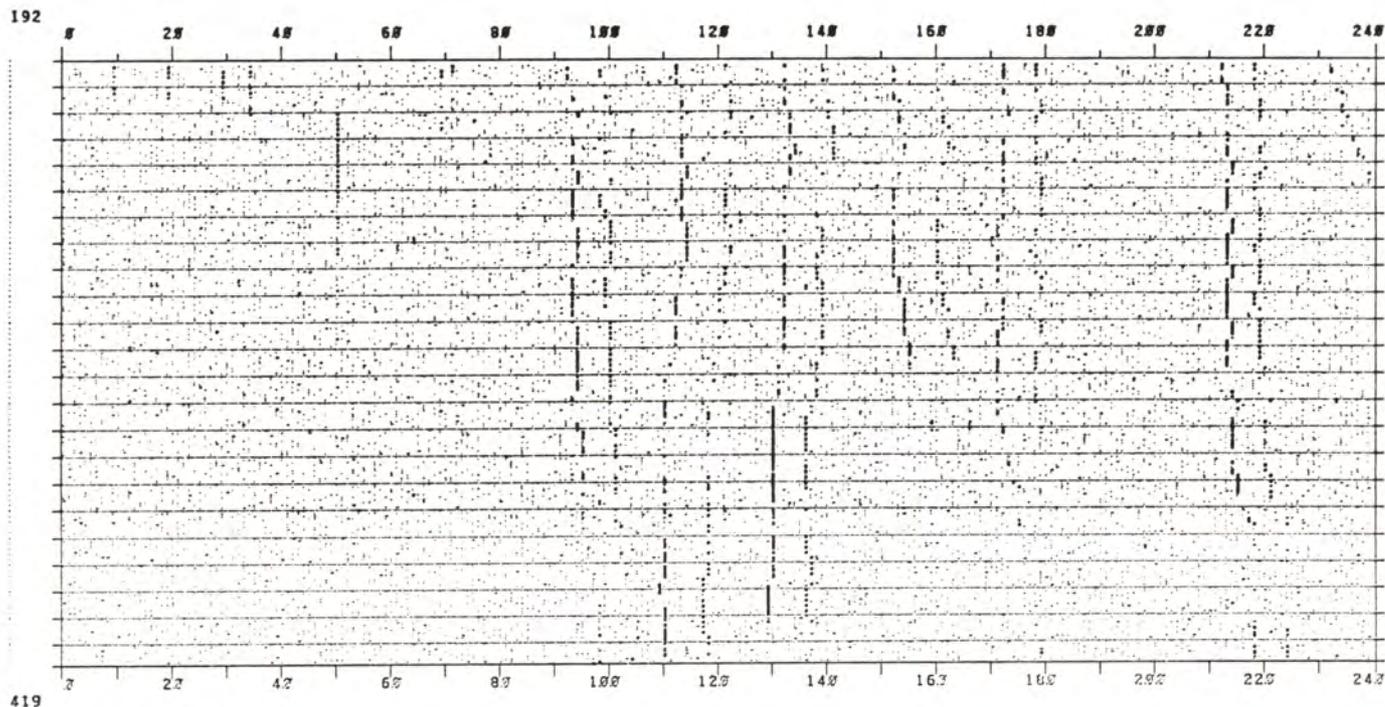


Figure 1-11 : Tracé Versatec obtenu avec TOPO5 (seulement les jours impairs sont tracés i.e. les jours n° 193, 195, etc...). L'espacement des lignes horizontales de pointillés correspond toujours à 10 jours.

Dialogue à la console.

!TOPOS
NUMERO DE CANAL :
5 OU 7??
7
CORRELATIONS SIGNIFICATIVES:
MINIMUM:?? MAXIMUM:??
33.50
JOURS VOULUS :
JOURS PAIRS : 1
JOURS IMPAIRS : 2
JOURS PAIRS ET IMPAIRS :3
1,2,3 :??
3
PERIODE HORAIRE VOULU:
PERIODE EN MINUTES (4,8,16,24 OU 32):?
DEBUT PERIODE : ?
(EN MINUTES
24.86
NUMERO DU PREMIER RECORD,DU DERNIER?
NOMBRE MAXIMUM: 32757
1,32757
TRAITEMENT TERMINE
:PSCRN.1,23

Sortie sur la Versatec.

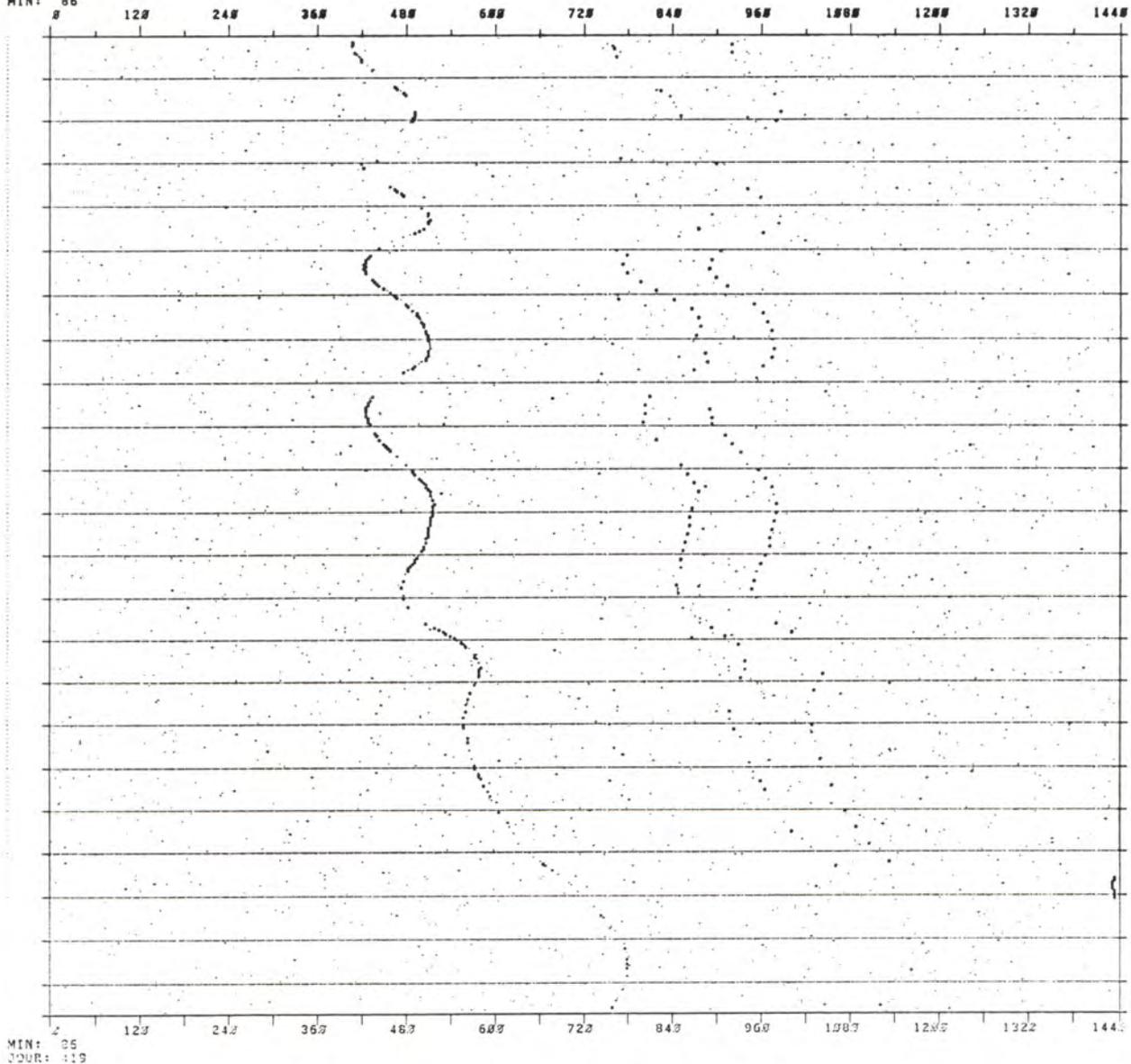
DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS

STATION AUTONOME D'ECOUTE NO: 9
EXPERIENCE NO: 1
CANAL NO: 7

COR MIN : 3#
COR MAX : 5#

JOURS PAIRS ET IMPAIRS

JOUR: 192
MIN: 86



MIN: 85
JOUR: 119

Figure 1-12 : Tracé Versatec obtenu avec TOPO6. L'échelle horizontale est graduée en secondes. On voit très clairement sur ce tracé la signature temporelle des mouvements d'échelle moyenne.

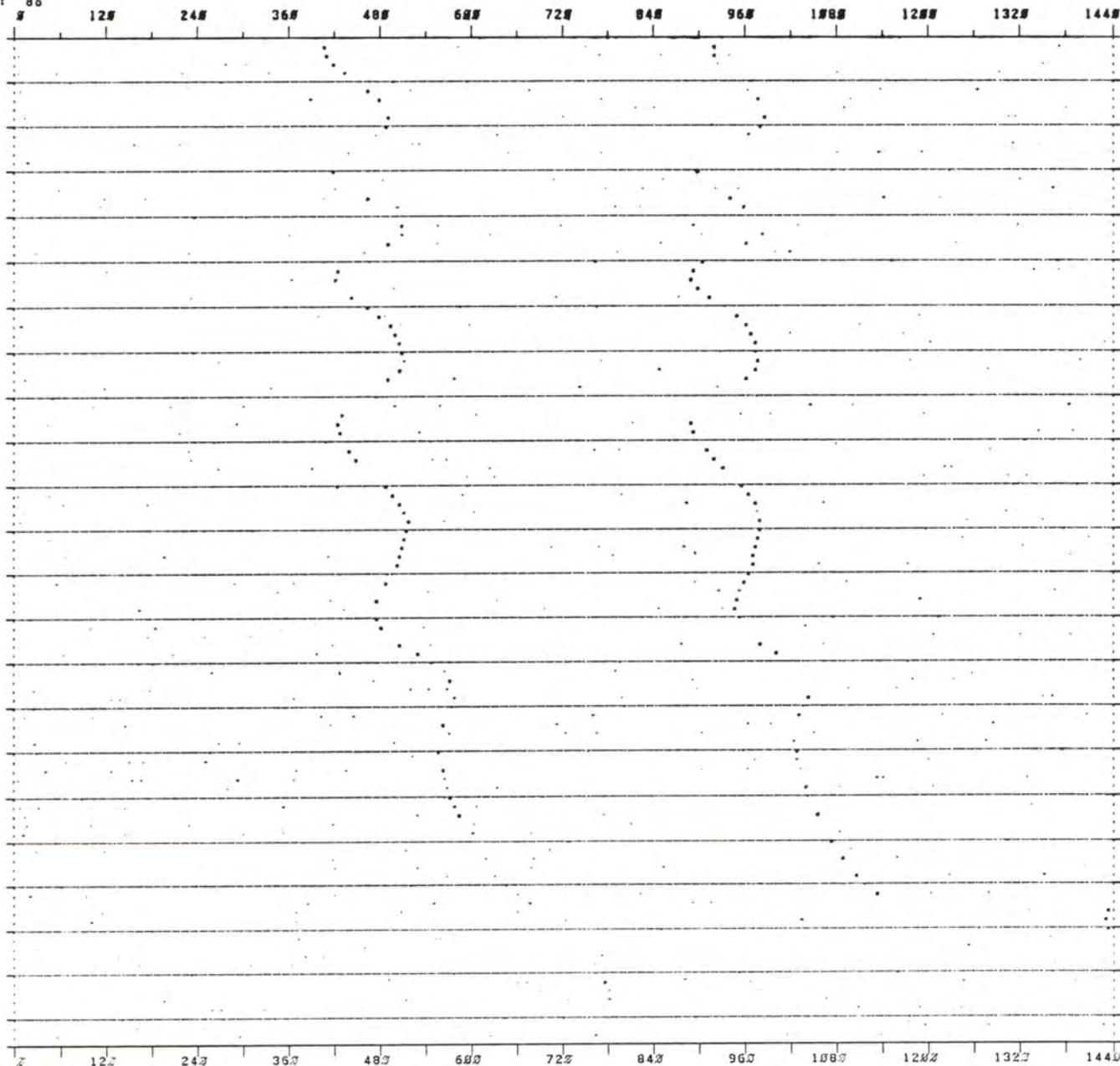
DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS

STATION AUTONOME D ECOUTE NO: 9
EXPERIENCE NO: 1
CANAL NO: 7

COR MIN : 3#
COR MAX : 5#

JOURS PAIRS

JOUR: 192
MIN: 86



MIN: 86
JOUR: 419

Figure 1-13 : Tracé Versatec obtenu avec TOPO7 (une demi-journée tous les 2 jours est tracée). Si l'on compare avec la figure 1-14, on constate que la pression est télémetrée les jours pairs car les deux courbes télémétre de pression et temps d'arrivée proprement dit sont pratiquement parallèles.

DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS

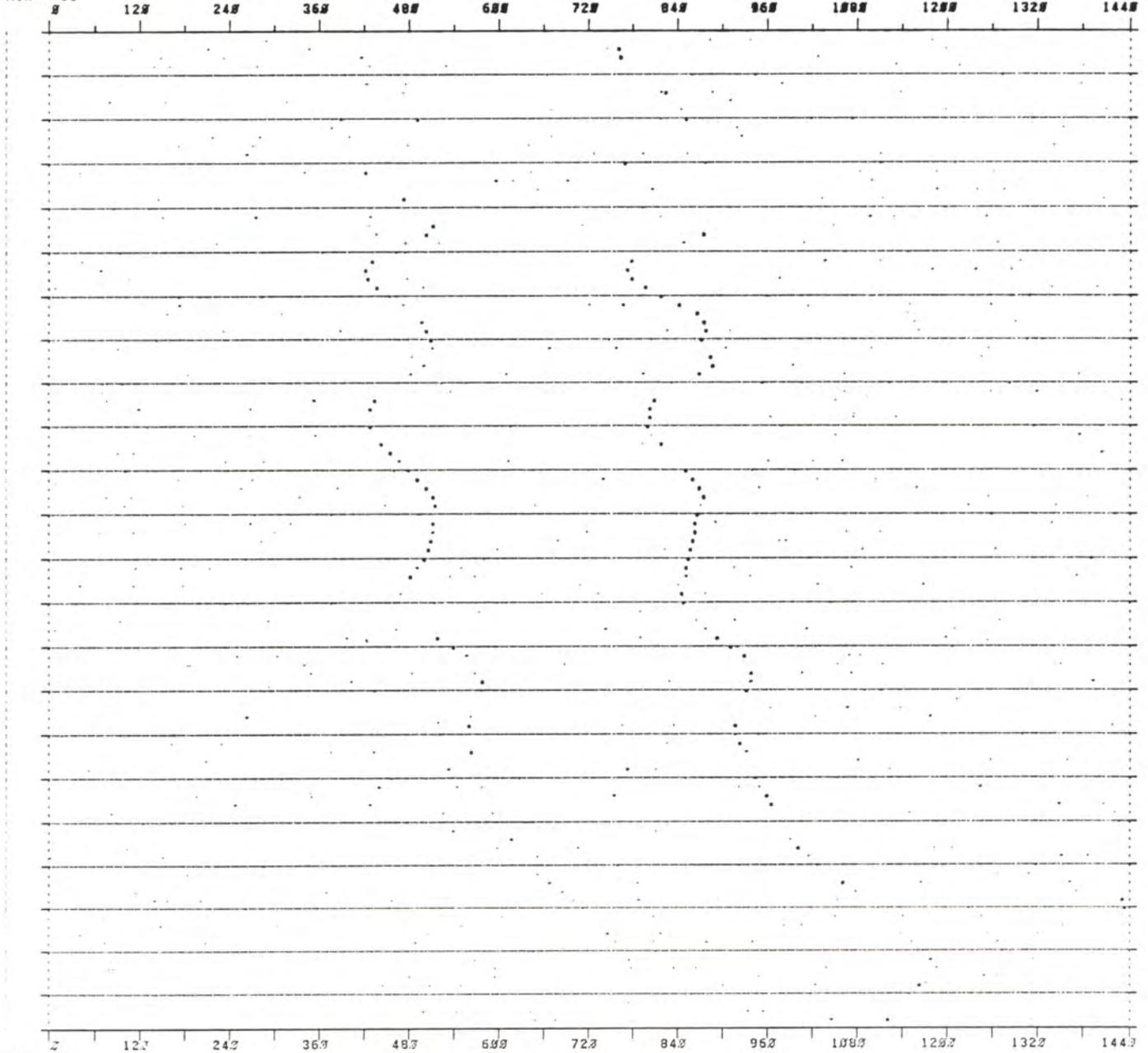
STATION AUTONOME D ECOUTE NO: 9
EXPERIENCE NO: 1
CANAL NO: 7

COR MIN : 3#
COR MAX : 5#

JOURS IMPAIRS

JOUR: 192

MIN: 86



MIN: 86
JOUR: 419

Figure 1-14 : Tracé Versatec obtenu avec TOPO7. Ce tracé correspond pour les jours impairs à celui de la figure 1-13 pour les jours pairs.

FICHIERS DE DONNEES PROPRES DES STATIONS D'ECOUTE

I - GENERALITES

Une fois les données brutes corrigées (voir chapitre 1, paragraphe IV), on crée un fichier binaire sur disque comprenant toutes les données d'une station d'écoute entre la mise à l'eau et la récupération. Le fichier SEAD02 créé a un enregistrement par jour (le fichier SEADAT avait un enregistrement par période de 10 minutes) et peut contenir 499 jours de données.

Avec ce fichier, les tracés Versatec sont plus rapides à l'exécution (moins d'accès disque). Le premier enregistrement du fichier SEAD02 contient toutes les informations nécessaires à la suite du traitement (position de la station d'écoute, dérives de l'horloge de celle-ci en particulier).

Enfin, si l'on désire échanger des données, on créera à partir du fichier SEAD02 un fichier codé en ASCII sur bande magnétique.

II - CREATION, LECTURE ET TRACE VERSATEC DES FICHIERS DE DONNEES

PROPRES SEAD02

Le programme TOP04 crée le fichier binaire SEAD02 sur disque à partir des fichiers ISEADT et SEADAT.

Chaque enregistrement du fichier SEAD02 comprend $144 \times 10 = 1440$ mots correspondant aux 144 enregistrements originaux du fichier SEADAT dans un jour. On a donc un enregistrement par jour. Le fichier SEAD02 ne contient les données que d'un seul canal.

Le premier enregistrement contient des informations générales sur la station d'écoute : n° d'expérience, identification de la station d'écoute (6 caractères alphanumériques), latitude et longitude en degrés décimaux (> 0 si N ou E), immersion en dbar de la station d'écoute, n° du canal sélectionné, avances de l'horloge de la station d'écoute en ms au début et à la fin de l'expérience, enfin NBREC, nombre d'enregistrements du fichier SEAD02 (le nombre de jours de données est donc égal à NBREC-1). Ces informations sont contenues dans les mots 1 à 20 inclus du premier enregistrement de SEAD02.

Les enregistrements n° 2 à NBREC contiennent les données propres. Chaque série de 10 mots comprend le n° de cette série dans le jour considéré ($1 < \text{NUM} < 144$), le n° du jour (compté à partir du 01/01/1950), les heures, les minutes, (0, 10, 20, 30, 40 ou 50) puis les décisecondes et les hauteurs de corrélation des trois temps d'arrivée des signaux les moins bruités reçus dans la période de 10 minutes considérée.

Dans chaque enregistrement de données, on a donc 144 fois la séquence des 10 mots : NUM, IDDD, IHH, MM, IDS, ICOR, IDS, ICOR, IDS, ICOR.

S'il n'y a pas de données dans une période de 10 minutes (enregistrement original du fichier SEADAT, erroné et dont les informations hauteurs de corrélation, minutes, secondes et 1/40ièmes de seconde ont été mises à zéro e.g. ou enregistrement original supprimé), les 6 derniers mots sont mis à zéro.

On trouvera figure 2-1 la structure des enregistrements du fichier SEAD02. On a arrondi les temps d'arrivée à la déciseconde car le corrélateur échantillonne à 0,1 s. De plus, le bruit peut induire les erreurs sur le temps d'arrivée de l'ordre de quelques décisecondes (cf. complément n° 2, à la fin du rapport).

Le programme AMER3 permet de lister le contenu du fichier SEAD02. La figure 2-2 donne un exemple du premier enregistrement, la figure 2-3 un exemple d'enregistrement contenant les données (dont le n° est compris entre 2 et NBREC), obtenus avec AMER3.

Les tracés Versatec sont effectués par TOPOD, TOPOM et TOPON. Ces programmes sont semblables aux programmes TOP05, TOP06 et TOP07 et font les même tracés mais à partir du fichier SEAD02 cette fois.

Les figures 2-4 et 2-5 donnent deux exemples de tracés Versatec obtenus par TOPOD ; les figures 2-6, 2-7 et 2-8 trois exemples de tracés Versatec obtenus par TOPOM. Enfin, la figure 2-9 donne un exemple de tracé Versatec obtenu par TOPON.

Si l'on désire sauvegarder le fichier binaire SEAD02 sur bande magnétique, on appelle le programme TOPOE. Le fichier sur bande a exactement la même structure que le fichier sur disque : c'est une copie conforme ! Le programme TOPOE permet aussi d'effectuer l'opération inverse : passage de bande à disque.

Si l'on tient à s'assurer que le fichier sur bande est correct, on peut le lister grâce au programme AMER4.

Remarques :

1/ On a vu au chapitre 1, qu'il était nécessaire parfois d'effectuer la lecture d'une cassette SEADATA en deux fois, obtenant alors un premier couple de fichiers ISEADT et SEADAT, puis un second.

Lors de la création du fichier SEAD02, le programme TOP04 demande s'il s'agit de la première partie du fichier.

Si oui, TOP04 crée le fichier SEAD02 sur disque et remplit les enregistrements à partir du début.

Si non, TOP04 complète le fichier SEAD02, avec la restriction suivante : le premier enregistrement du deuxième fichier SEADAT doit avoir comme jour soit le même jour que le dernier de la première partie du fichier SEAD02, soit le jour suivant.

2/ Si le deuxième fichier SEADAT commence 10 jours avant la fin du premier fichier SEADAT, on devra supprimer ces 10 jours au début du deuxième fichier ou à la fin du premier SEADAT de façon à satisfaire le critère de la remarque 1.

On préférera néanmoins toujours supprimer des enregistrements en fin de fichier (c'est beaucoup plus rapide, voir au chapitre 1, paragraphe IV, ce qui concerne TCOR2).

3/ Si les informations générales (position, dérives d'horloge) ont été mal introduites lors de la création de SEAD02, ce n'est pas gênant. Il faudra modifier les informations générales sur la station d'écoute avec le programme VERIF (voir paragraphe IV suivant).

4/ Dans les fichiers SEAD02, les numéros de jour ont une origine commune : le jour n° 1 correspond au 01/01/1950. Ainsi, lors des tracés Versatec effectués par TOPOD, TOPOM ou TOPON, si on ne prend en compte que les jours pairs par exemple, il s'agira des jours correspondant au 02/01/1950, 04/01/1950, etc... On se rappellera à cet égard, que les fichiers SEADAT et ISEADT ont des numéros de jour dont le numéro 1 correspond soit au 1er janvier de l'année de mise à l'eau de la station d'écoute, soit au 1er février 1982 si on utilise les 3 derniers chiffres du Jour Julien modifié pour dater les records (voir la note 2, chapitre 1, paragraphe II ; cf. également l'annexe 1).

III - FICHER CODE EN ASCII SUR BANDE MAGNETIQUE POUR ECHANGE

Une station d'écoute peut entendre plusieurs flotteurs (s'ils émettent sur le bon canal et s'ils ne sont pas trop éloignés de celle-ci).

Certains flotteurs étrangers peuvent ainsi être entendus par nos stations d'écoute et inversement nos flotteurs peuvent quitter la zone d'audition de nos stations d'écoute mais être entendus par des stations d'écoute étrangères.

Il conviendra donc d'échanger nos données pour pouvoir suivre plus efficacement et plus longtemps nos flotteurs respectifs.

Afin que la bande magnétique contenant les données soit lisible facilement sur n'importe quel ordinateur, il convient de la coder en ASCII.

A partir du fichier SEAD02 binaire sur bande magnétique, le programme AMER7 crée sur une autre bande le fichier codé en ASCII et contenant les mêmes informations que SEAD02.

La structure du fichier codé en ASCII est la suivante : un premier enregistrement de 720 mots (soit 1440 caractères) puis N enregistrements de 3456 mots (i.e. 144 fois 48 caractères) correspondant aux N jours de données.

On trouvera figures 2-10 et 2-11 les contenus exacts du premier enregistrement et d'un enregistrement de données respectivement.

A l'exécution du programme AMER7, celui-ci demande l'intervalle d'échantillonnage (600 secondes pour TOPOGULF e.g.), la profondeur d'immersion de la station d'écoute et surtout les dérives de l'horloge de la station d'écoute au début et à la fin de l'expérience. On reviendra plus en détail sur ces dérives au paragraphe suivant.

Si l'on désire relire le fichier bande ASCII créé par AMER7, on utilisera AMER1.

Si on reçoit une bande codée en ASCII au format défini ci-dessus et qu'on souhaite la décoder pour obtenir un fichier SEAD02 binaire, on utilisera AMER8. TOPOE permettra alors de mettre SEAD02 sur disque si nécessaire.

Remarques :

1/ Pour coder des données binaires en caractères, on utilise l'instruction ENCODE. Par exemple, si je souhaite coder le contenu du mot entier IT sur 3 caractères, j'écrirais

```
ENCODE (20,1,ITAB)IT
1 FORMAT (I3)
```

Il faut déclarer ITAB(10) car on code sur 20 caractères ; la valeur de IT sur 3 chiffres décimaux se trouvera au début de la chaîne des 20 caractères, les 17 restant étant à blanc.

Le programme de codage AMER7, dont on trouvera le listing en annexe, utilise uniquement cette instruction ENCODE. Le programme de décodage AMER8 utilise quant à lui l'instruction DECODE.

2/ Lorsqu'on passe du fichier SEAD02 binaire au fichier codé en ASCII, le programme AMER7 demande systématiquement les informations suivantes :

Intervalle d'échantillonnage (en secondes)

Profondeur de la station d'écoute (en mètres)

Date début horloge (an, mois, jour, heure, minute, seconde)

Avance horloge (en millisecondes)

Date fin horloge (an, mois, jour, heure, minute, seconde)

Avance horloge (en millisecondes)

De même, lorsqu'on passe du fichier codé en ASCII au fichier SEAD02 binaire, le programme AMER8 demande systématiquement, toutes les informations générales, à savoir :

Numéro d'expérience

Identificateur de la station d'écoute (6 caractères)

Latitude (>0 si nord) en degrés et minutes (e.g. 38,24.6)

Longitude (>0 si est) en degrés et minutes (e.g. 10,34.3)

Numéro du canal

Intervalle d'échantillonnage

Profondeur de la station d'écoute

Date début horloge et avance correspondante

Date fin horloge et avance correspondante.

IV - VERIFICATION

Avant de sélectionner les temps d'arrivée (chapitre 3), il faut s'assurer que les informations générales sur la station d'écoute contenues dans le premier enregistrement du fichier SEAD02 sont exactes. Pour ce faire, on utilise le programme VERIF.

On veillera particulièrement à la position de la station d'écoute ainsi qu'aux dérives de l'horloge.

L'horloge de chaque station d'écoute est confrontée avec le Temps Universel Coordonné (UTC) au début et à la fin de l'expérience.

Ainsi, si l'horloge de la station d'écoute a une avance A_1 (comptée algébriquement) quand elle donne le temps T_1 , et une avance A_2 quand elle donne le temps T_2 , elle aura une avance $A_1 + (A_2 - A_1)(T - T_1)/(T_2 - T_1)$ quand elle donne le temps T , sous l'hypothèse d'une dérive linéaire. Comme on ne connaît que les avances au début et en fin d'expérience, c'est la correction linéaire $-A_1 - (A_2 - A_1)(T - T_1)/(T_2 - T_1)$ qu'on appliquera faute de mieux aux temps d'arrivée des différents flotteurs après sélection (chapitre 3 suivant).

Pour obtenir les informations générales sur la station d'écoute, on se reportera aux fiches (exemple figure 2-12) remplies avant le mouillage et au relevage de chaque station d'écoute.

Remarque :

1/ Il faut faire attention au fait que le UTC n'est pas un temps uniforme mais a des sauts d'un nombre entier de secondes, de façon à se conformer approximativement au UT1. La meilleure représentation du temps est le Temps Atomique International ou TAI et l'on a $UTC = TAI + \Delta$

avec $\Delta = - 21$ s du 01/07/1982 au 01/07/1983

$\Delta = - 22$ s du 01/07/1983 au 01/07/1985

$\Delta = - 23$ s du 01/07/1985 au 01/07/1987

$\Delta = - 24$ s depuis le 01/07/1987 e. g.

Fichier SEADØ2

1er enregistrement

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IEXP	"ALS ID"				XLAT		XLON		IPROF
					deg. déc.		deg. déc.		dbar
					N > 0		E > 0		
ICANA	IAVD	IJOUD	IHD	IDS	IAVF	IJOUF	IHF	IDSF	NBREC
	av.horl.				av.horl.				nombre de records
	début(ms)				fin(ms)				du fichier SEADØ2
.									
.									
.									1440

2ème enregistrement

au

dernier enregistrement

NUM	IDDD	IHH	MM	IDS	ICOR	IDS	ICOR	IDS	ICOR	ligne 1
1<	<144	jour								
.										
.										
.										
										ligne 144

Il y a NBREC-1 records de données.
 Si pas de données, on met à Ø les
 6 derniers mots d'une ligne.

Figure 2-1 : Structure des enregistrements du fichiers SEADØ2.

Chaque enregistrement a 1440 mots soit 144 fois 10 mots, et correspond à 1 jour.

1	12587	0	0	0	0	0	0	0
2	12587	0	10	0	0	0	0	0
3	12587	0	20	0	0	0	0	0
4	12587	0	30	0	0	0	0	0
5	12587	0	40	0	0	0	0	0
6	12587	0	50	0	0	0	0	0
7	12587	1	0	0	0	0	0	0
8	12587	1	10	0	0	0	0	0
9	12587	1	20	0	0	0	0	0
10	12587	1	30	0	0	0	0	0
11	12587	1	40	0	0	0	0	0
12	12587	1	50	0	0	0	0	0
13	12587	2	0	0	0	0	0	0
14	12587	2	10	0	0	0	0	0
15	12587	2	20	0	0	0	0	0
16	12587	2	30	0	0	0	0	0
17	12587	2	40	0	0	0	0	0
18	12587	2	50	0	0	0	0	0
19	12587	3	0	0	0	0	0	0
20	12587	3	10	0	0	0	0	0
21	12587	3	20	0	0	0	0	0
22	12587	3	30	0	0	0	0	0
23	12587	3	40	0	0	0	0	0
24	12587	3	50	0	0	0	0	0
25	12587	4	0	0	0	0	0	0
26	12587	4	10	0	0	0	0	0
27	12587	4	20	0	0	0	0	0
28	12587	4	30	0	0	0	0	0
29	12587	4	40	0	0	0	0	0
30	12587	4	50	0	0	0	0	0

71	12587	11	40	0	0	0	0	0
72	12587	11	50	0	24	20	24	41
73	12587	12	0	4265	45	5927	34	4398
74	12587	12	10	2000	35	818	33	5880
75	12587	12	20	3251	38	446	37	2854
76	12587	12	30	5400	33	822	29	2442
77	12587	12	40	1662	32	1798	32	2086
78	12587	12	50	2862	36	347	35	4339
79	12587	13	0	3915	34	2178	31	3537
80	12587	13	10	4853	36	3134	34	375
81	12587	13	20	2444	35	4799	35	5733
82	12587	13	30	1649	33	1417	32	5023
83	12587	13	40	1980	36	5234	36	892
84	12587	13	50	4582	36	2133	34	4748
85	12587	14	0	3460	35	707	33	999
86	12587	14	10	2300	36	2895	34	3537
87	12587	14	20	1438	43	5465	35	2874
88	12587	14	30	2470	37	4791	36	317
89	12587	14	40	3930	40	1684	33	3873
90	12587	14	50	2962	38	5931	33	3503
91	12587	15	0	549	30	2238	30	4485
92	12587	15	10	5459	36	4893	35	2162
93	12587	15	20	813	33	2787	32	3681
94	12587	15	30	3210	34	4296	34	1621
95	12587	15	40	1470	35	1836	35	2566
96	12587	15	50	1532	37	5608	34	1889
97	12587	16	0	3996	34	4236	34	4976
98	12587	16	10	5000	35	3275	34	1194
99	12587	16	20	5534	39	2023	38	4076
100	12587	16	30	1870	43	142	36	311
101	12587	16	40	3769	37	5608	35	381
102	12587	16	50	2230	39	5142	36	5697
103	12587	17	0	2100	33	4345	33	1422
104	12587	17	10	322	34	994	34	5073
105	12587	17	20	5325	36	5532	35	2935
106	12587	17	30	2842	41	270	39	1918
107	12587	17	40	1575	42	592	36	5284
108	12587	17	50	3307	39	2571	32	1817
109	12587	18	0	5398	35	972	33	1024
110	12587	18	10	4133	37	350	36	1054
111	12587	18	20	3074	38	1623	35	2147
112	12587	18	30	4913	38	4286	37	3377
113	12587	18	40	1293	35	4320	34	2595
114	12587	18	50	2036	34	3700	33	1133
115	12587	19	0	1651	34	944	31	5185
116	12587	19	10	1932	33	5657	33	5826
117	12587	19	20	2300	34	5647	33	3763
118	12587	19	30	4423	35	3906	34	2234
119	12587	19	40	161	34	2865	34	1328
120	12587	19	50	4459	37	860	32	3166
121	12587	20	0	0	0	0	0	0
122	12587	20	10	573	37	1240	37	4343
123	12587	20	20	3398	38	5002	35	2122
124	12587	20	30	5010	35	2718	34	5375
125	12587	20	40	0	0	0	0	0
126	12587	20	50	0	0	0	0	0
127	12587	21	0	1390	32	2730	31	3256
128	12587	21	10	5545	41	379	32	2609
129	12587	21	20	3376	40	4158	35	1251
130	12587	21	30	3846	36	163	34	2446
131	12587	21	40	5606	33	5863	33	1643
132	12587	21	50	2106	35	5307	35	2249
133	12587	22	0	3561	36	3241	33	4399
134	12587	22	10	2662	39	1565	35	5439
135	12587	22	20	5520	33	3478	32	2702
136	12587	22	30	3722	31	2896	30	5265
137	12587	22	40	3626	34	3679	32	646
138	12587	22	50	2353	38	2921	37	2756
139	12587	23	0	622	35	4449	33	3395
140	12587	23	10	767	37	5274	33	197
141	12587	23	20	2280	40	964	38	5400
142	12587	23	30	2902	31	4896	31	5322
143	12587	23	40	627	37	1677	35	4678
144	12587	23	50	2265	37	1350	33	2668

Figure 2-3 : Exemple d'enregistrement de données du fichier SEAD02. Listing obtenu avec AMER3.

STATION AUTONOME D'ECOUTE NO: SAE7
EXPERIENCE NO: 2
CANAL NO: 7

COR MIN : 3#
COR MAX : 5#

JOURS PAIRS ET IMPAIRS

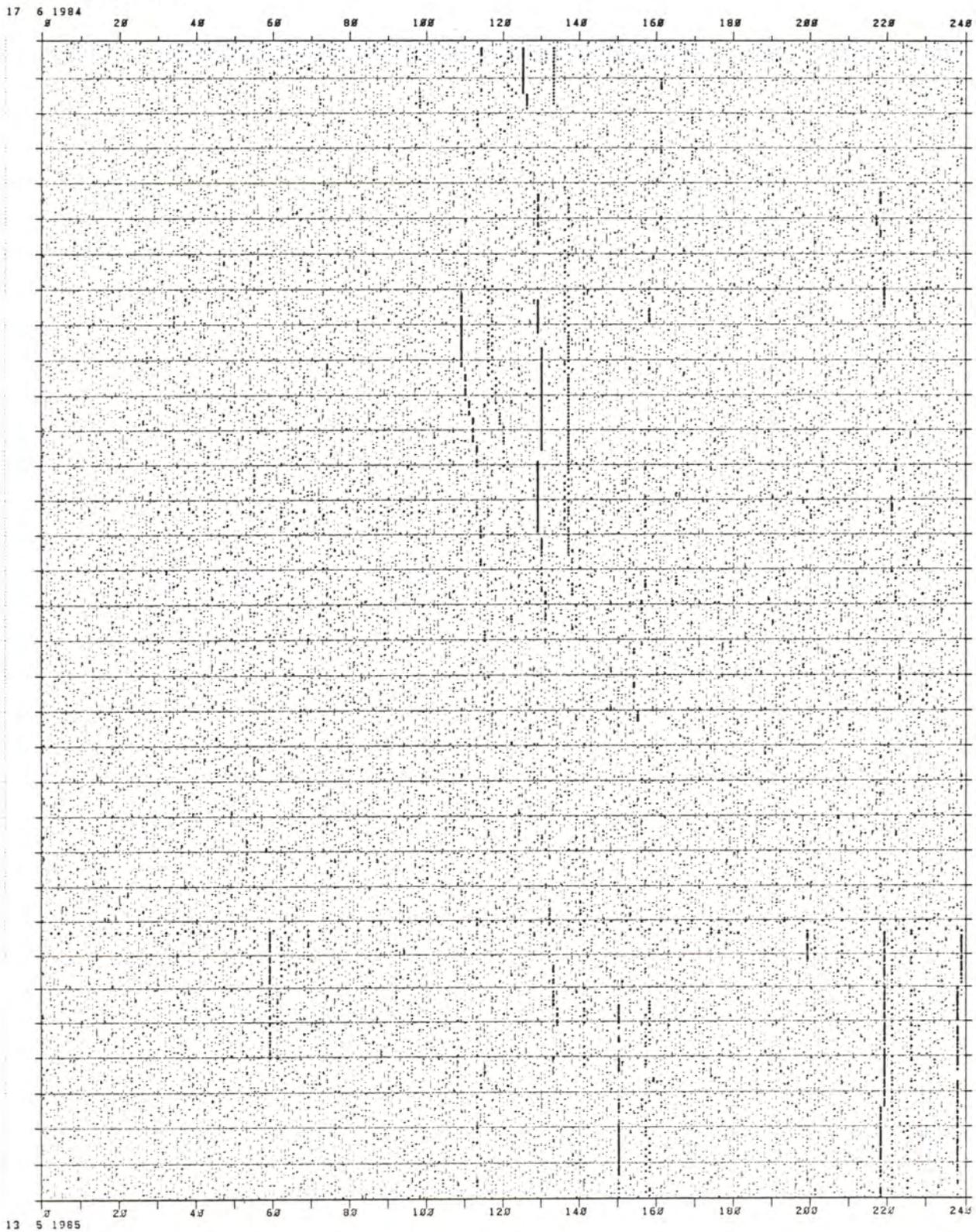


Figure 2-4 : Tracé Versatec obtenu par TOPOD à partir d'un fichier SEAD02 binaire sur disque.

DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS

STATION AUTONOME D ECOUTE NO: SAE7
EXPERIENCE NO: 2
CANAL NO: 7

COR MIN : 3#
COR MAX : 5#

JOURS PAIRS

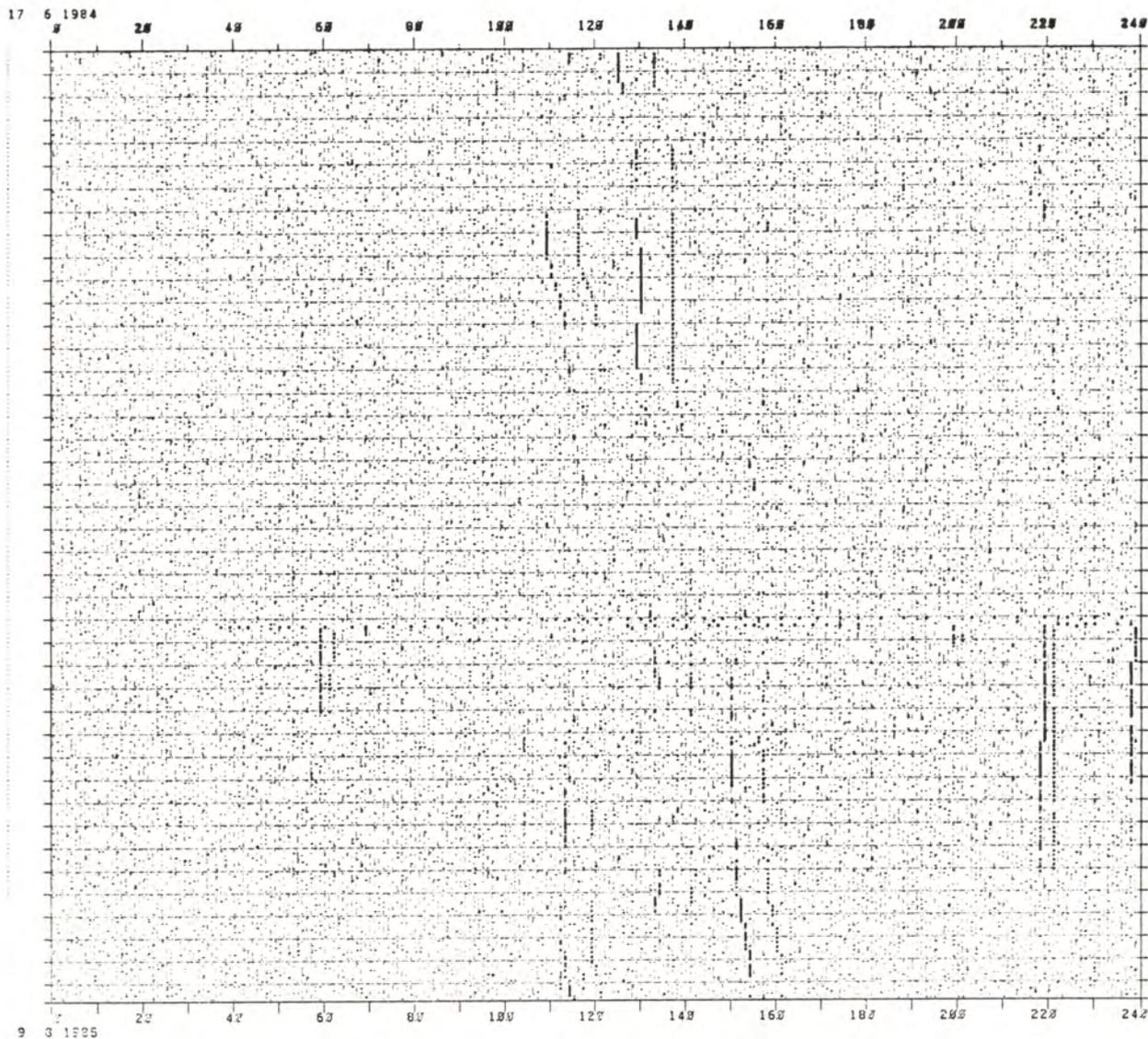


Figure 2-5 : Tracé Versatec obtenu par TOPOD. Il s'agit du même fichier que celui utilisé figure 2-4, mais seuls les jours pairs ont été pris en compte. Rappelons que le jour n° 1 correspond au 1/01/1950.

STATION AUTONOME D'ECOUTE NO: SAE7
EXPERIENCE NO: 2
CANAL NO: 7

COR MIN : 3#
COR MAX : 5#

JOURS PAIRS ET IMPAIRS

17 5 1984
MIN: 185

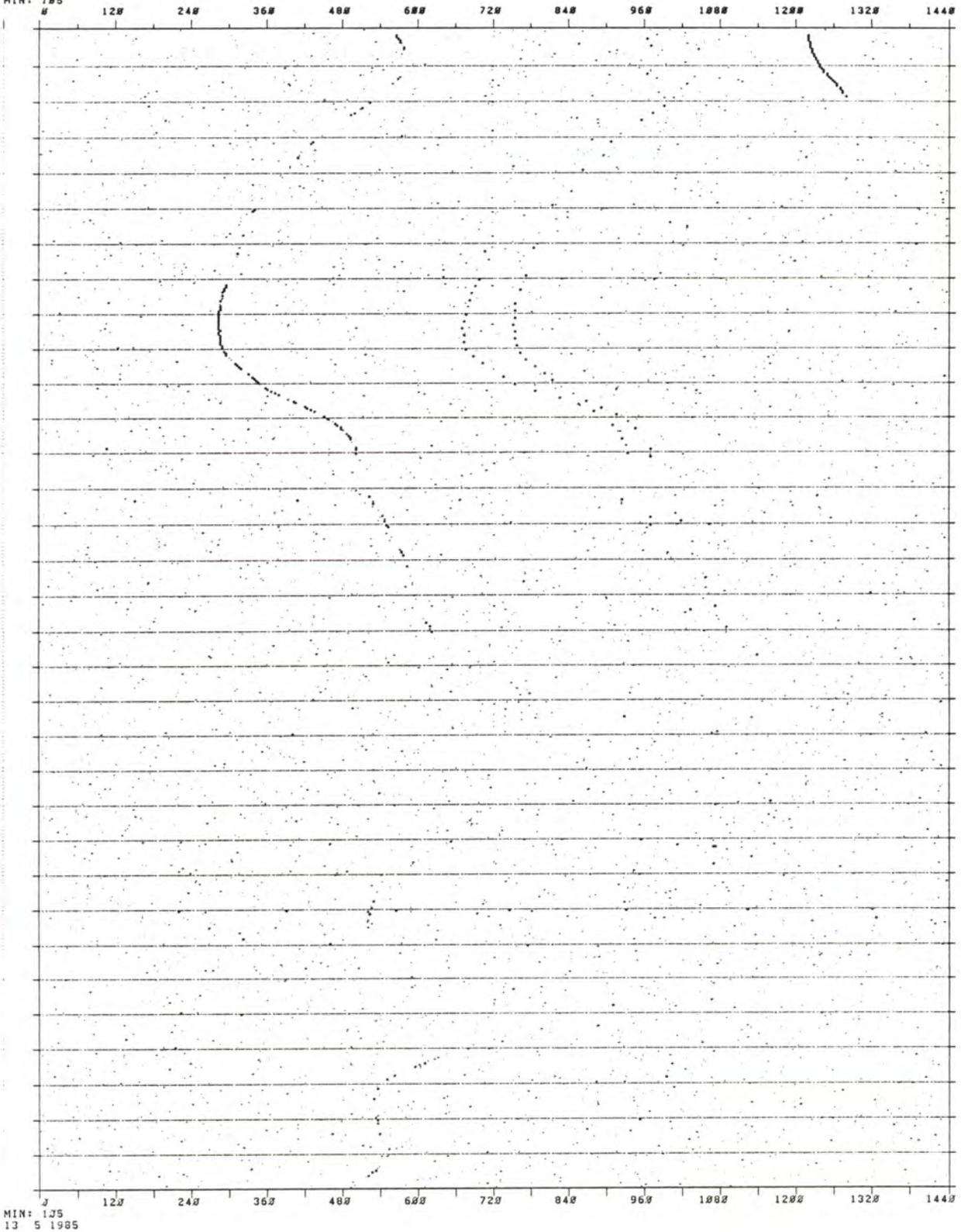


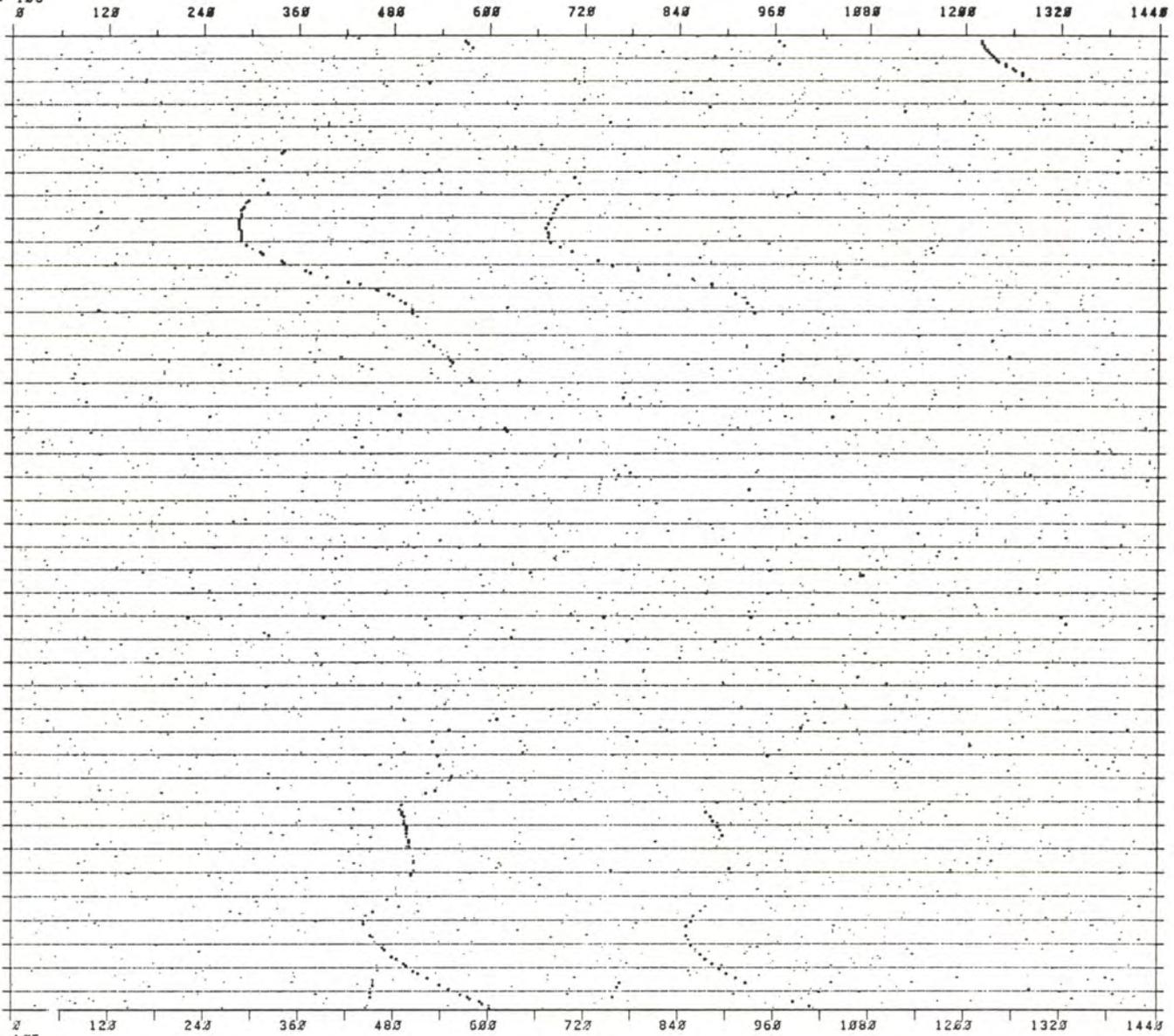
Figure 2-6 : Tracé Versatec obtenu par TOPOM.

STATION AUTONOME D'ECOUTE NO: SAE7
EXPERIENCE NO: 2
CANAL NO: 7

COR MIN : 3#
COR MAX : 5#

JOURS PAIRS

17 6 1984
MIN: 105



MIN: 105
9 8 1985

Figure 2-7 : Tracé Versatec obtenu par TOPOM. Il s'agit des jours pairs uniquement.

DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS

STATION AUTONOME D ECOUTE NO: SAE7
 EXPERIENCE NO: 2
 CANAL NO: 7

COR MIN : 3#
 COR MAX : 5#

JOURS IMPAIRS

17 6 1984
 MIN: 105

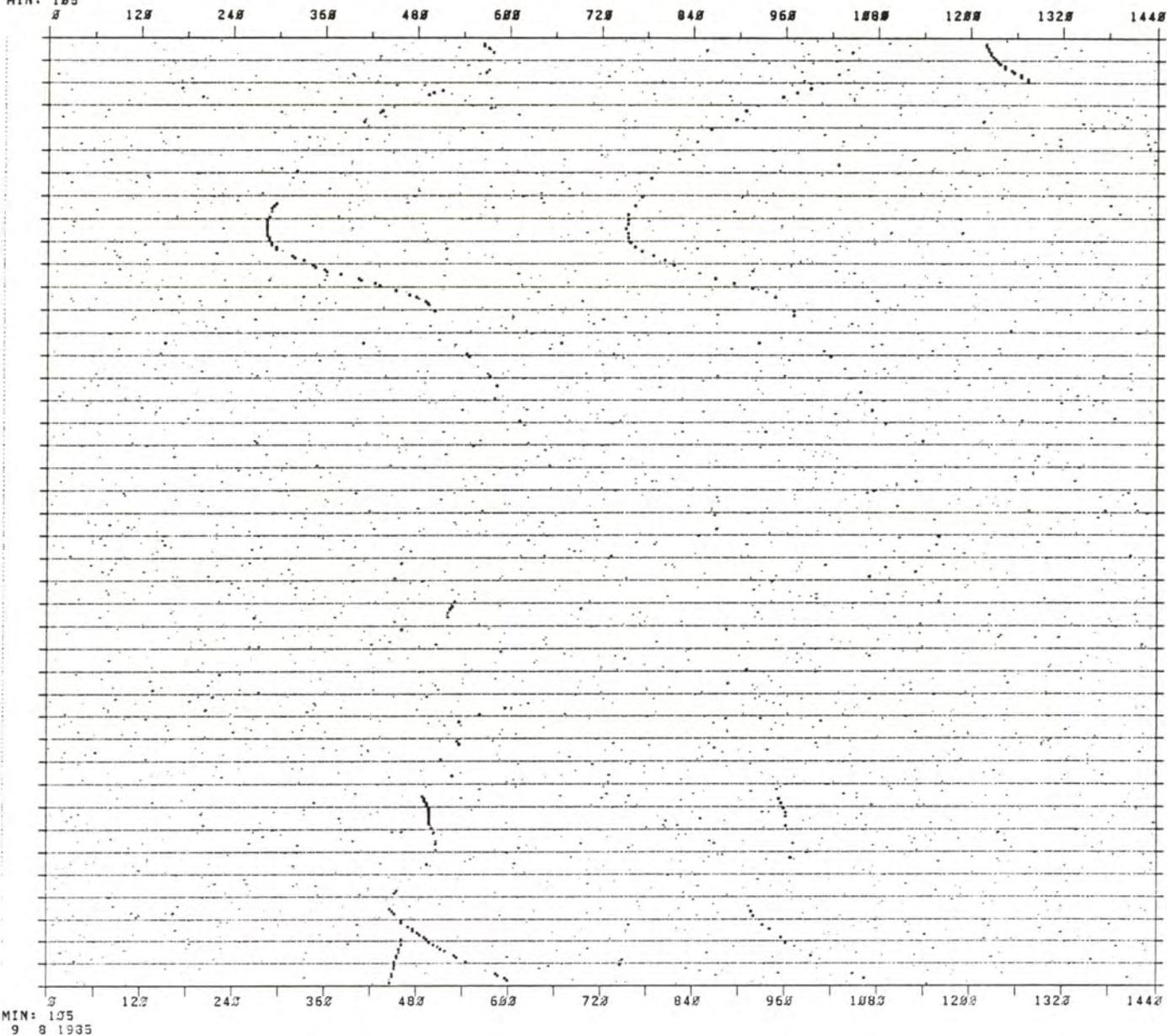


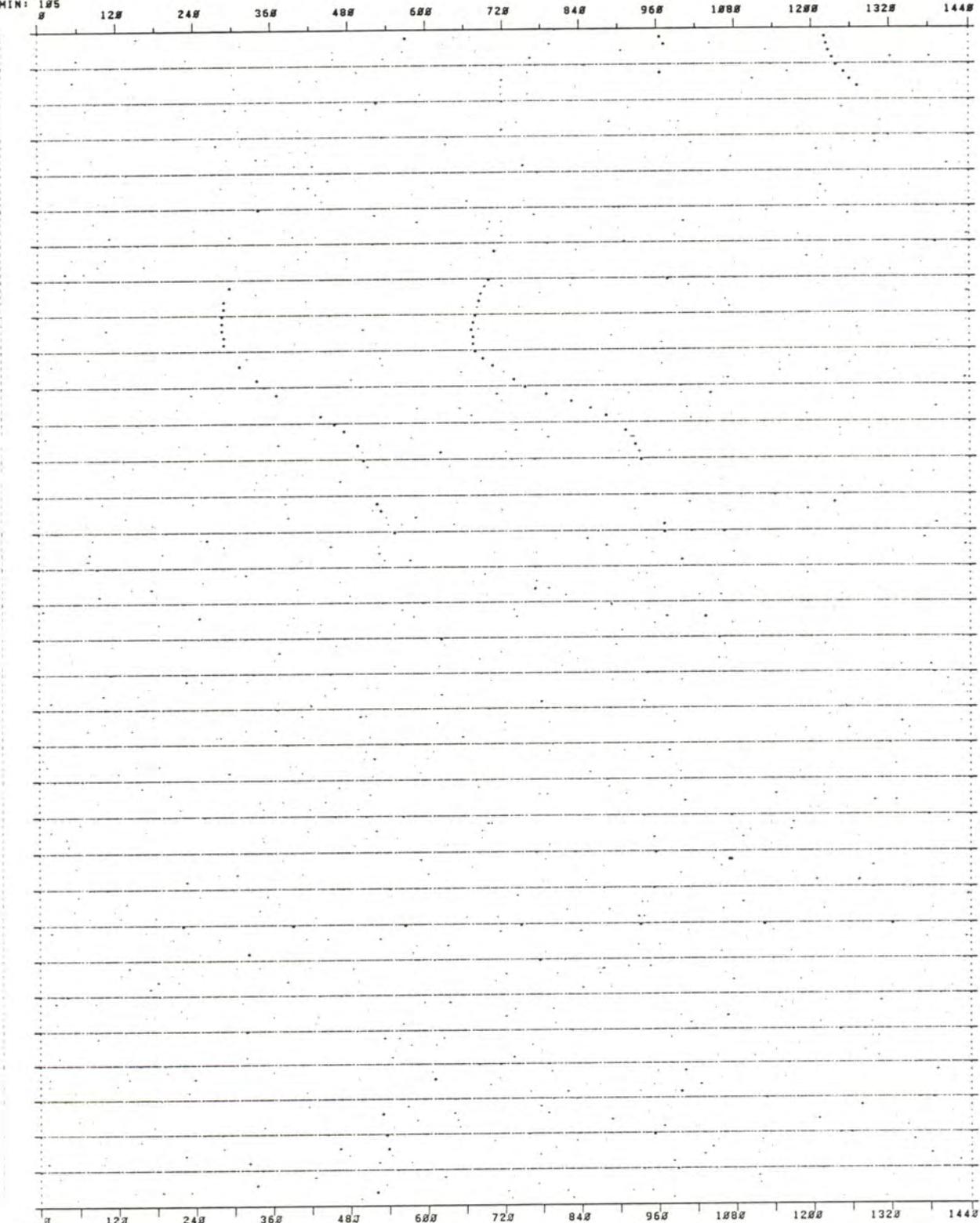
Figure 2-8 : Tracé Versatec obtenu par TOPOM. Il s'agit des jours impairs uniquement. Si l'on compare ce tracé avec celui de la figure 2-7, on constatera que la pression est télémetrée les jours impairs.

STATION AUTONOME D ECOUTE NO: SAE7
EXPERIENCE NO: 2
CANAL NO: 7

COR MIN : 3#
COR MAX : 5#

JOURS PAIRS

17 6 1984
MIN: 105



MIN: 105
13 5 1985

Figure 2-9 : Tracé Versatec obtenu avec TOPON.

1er record
720 mots (30 lignes de 48 caractères)

Mot n° 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

EXP:		Ligne 1
LISTENING STATION:		Ligne 2
LAT.:		Ligne 3
LON.:		Ligne 4
CANAL:		Ligne 5
		Ligne 6
SAMPLING INTERVAL:	S	Ligne 7
DEPTH OF LISTENING STATION:	M	Ligne 8
NUMBER OF DAYS:		Ligne 9
		Ligne 10
CLOCK DRIFT IS NOT CORRECTED IN THE		Ligne 11
FOLLOWING DATA.		Ligne 12
DRIFT IS > 0 IF CLOCK IS IN ADVANCE		Ligne 13
OF UNIVERSAL TIME.		Ligne 14
		Ligne 15
AT THE BEGINNING:	H M S	Ligne 16
(TIME GIVEN BY THE CLOCK)		Ligne 17
ADVANCE IS:	MS	Ligne 18
		Ligne 19
AT THE END :	H M S	Ligne 20
(TIME GIVEN BY THE CLOCK)		Ligne 21
ADVANCE IS:	MS	Ligne 22
		Ligne 23
		Ligne 24
		Ligne 25
		Ligne 26
		Ligne 27
		Ligne 28
		Ligne 29
		Ligne 30

EXP: 2
LISTENING STATION: SAE7
LAT.: 29 39.58 N
LON.: 31 8.94 W
CANAL: 7

SAMPLING INTERVAL: 600 S
DEPTH OF LISTENING STATION: 1500 M
NUMBER OF DAYS: 419

CLOCK DRIFT IS NOT CORRECTED IN THE
FOLLOWING DATA.
DRIFT IS > 0 IF CLOCK IS IN ADVANCE
OF UNIVERSAL TIME.

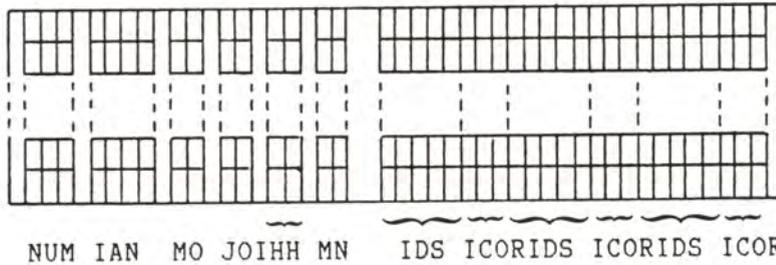
AT THE BEGINNING: 17- 6-1984 23H51M 5S
(TIME GIVEN BY THE CLOCK)
ADVANCE IS: 2 MS

AT THE END : 9- 8-1985 15H29M35S
(TIME GIVEN BY THE CLOCK)
ADVANCE IS: -2709 MS

Figure 2-10 : Structure et exemple du premier enregistrement du FICHIER ASCII pour échange de données.

2ème record au dernier
3456 mots (144 lignes de 48 caractères)

Mot n° 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24



Ligne 1
 Ligne 2

 Ligne 143
 Ligne 144

Mot n°	IAN	MO	JOIHH	MN	IDS	ICORIDS	ICORIDS	ICOR
1	1984	6 17	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
2	1984	6 17	Ø 1Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
3	1984	6 17	Ø 2Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
4	1984	6 17	Ø 3Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
5	1984	6 17	Ø 4Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
6	1984	6 17	Ø 5Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
7	1984	6 17	1 Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
8	1984	6 17	1 1Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
9	1984	6 17	1 2Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
10	1984	6 17	1 3Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
11	1984	6 17	1 4Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
12	1984	6 17	1 5Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
13	1984	6 17	2 Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
14	1984	6 17	2 1Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
15	1984	6 17	2 2Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
16	1984	6 17	2 3Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
17	1984	6 17	2 4Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
18	1984	6 17	2 5Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
19	1984	6 17	3 Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
20	1984	6 17	3 1Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø

121	1984	6 17	2Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
122	1984	6 17	2Ø 1Ø	573	37	124Ø	37	4343 35
123	1984	6 17	2Ø 2Ø	3398	38	5ØØ2	35	2122 32
124	1984	6 17	2Ø 3Ø	5Ø1Ø	35	2718	34	5375 33
125	1984	6 17	2Ø 4Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
126	1984	6 17	2Ø 5Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø	Ø Ø
127	1984	6 17	21 Ø	199Ø	32	273Ø	31	3256 31
128	1984	6 17	21 1Ø	5545	41	379	32	25Ø9 31
129	1984	6 17	21 2Ø	3376	4Ø	4158	35	1251 32
130	1984	6 17	21 3Ø	3845	35	163	34	2446 33
131	1984	6 17	21 4Ø	58Ø6	33	5863	33	1643 32
132	1984	6 17	21 5Ø	21Ø6	35	53Ø7	35	2249 33
133	1984	6 17	22 Ø	3561	36	3241	33	4399 32
134	1984	6 17	22 1Ø	2662	39	1565	35	5439 33
135	1984	6 17	22 2Ø	552Ø	33	3478	32	27Ø2 3Ø
136	1984	6 17	22 3Ø	3722	31	2896	3Ø	5265 3Ø
137	1984	6 17	22 4Ø	3626	34	3679	32	646 31
138	1984	6 17	22 5Ø	2353	38	2921	37	2756 35
139	1984	6 17	23 Ø	622	35	4419	33	3395 31
140	1984	6 17	23 1Ø	757	37	5274	33	197 32
141	1984	6 17	23 2Ø	228Ø	4Ø	964	38	54ØØ 36
142	1984	6 17	23 3Ø	29Ø2	31	4896	31	5322 31
143	1984	6 17	23 4Ø	627	37	1677	35	4678 35
144	1984	6 17	23 5Ø	2265	37	135Ø	33	2668 32

Figure 2-11 : Structure et exemple d'un enregistrement de données du FICHER ASCII pour échange de données.

CARACTERISTIQUES DE LA STATION AUTONOME D'ECOUTE :

MOUILLAGE :

NOMBRE DE CANAUX :

NOMBRE DE CARACTERES DE DONNEES :

LATITUDE :

LONGITUDE :

IMMERSION DE LA STATION D'ECOUTE :

Mise à l'eau le : à :

1er cycle cassette :

A l'heure vraie TV1 :

l'instrument dit T1 : soit une avance A1 de :

Récupération le : à :

dernier cycle cassette :

A l'heure vraie TV2 :

l'instrument dit T2 : soit une avance A2 de :

La dérive totale est $D = A2 - A1$:

La correction à appliquer aux TOA est $C = -A1 - D \cdot (T - T1) / (T2 - T1)$:

Remarques :

Figure 2-12 : Fiche de renseignements sur la station d'écoute, à remplir au mouillage et au relevage.

SELECTION ET CREATION DES FICHIERS DE DONNEES D'UN FLOTTEUR

I - GENERALITES

Nous avons obtenu, sur les tracés Versatec, les temps d'arrivée des signaux émis par un flotteur (voir chapitre 2). Nous allons maintenant sélectionner les temps d'arrivée de ce flotteur et les écrire dans un fichier. Nous procéderons de même pour les télémétries de température et de pression. A partir de ces trois fichiers (déplacement, température et pression) nous créerons alors le fichier flotteur contenant toutes les données propres à un flotteur reçues sur une station d'écoute.

II - SELECTION DES TEMPS D'ARRIVEE

Le programme TODA5 sélectionne les temps d'arrivée proprement dit d'un flotteur, reçus par une station d'écoute. Les temps d'arrivée sélectionnés sont enregistrés dans un fichier (D06S11 e.g., D signifie déplacement).

Chaque flotteur émettant un signal toutes les 12 H, il y a un seul temps d'arrivée à sélectionner ou bien aucun par période de 12 H.

TODA5 effectue la sélection de la manière suivante :

Pour chaque période de 12 H, TODA5 recherche dans une fenêtre horaire dont la largeur (2 à 100 s) est fixée par l'utilisateur, s'il y a dans le fichier SEAD02 un ou plusieurs temps d'arrivée. La fenêtre horaire est approximativement centrée sur le tracé du flotteur et son centre est calculé par le programme (en utilisant les 3 dernières données sélectionnées et une fonction spline cubique), ou refixé par l'utilisateur lorsque le calcul ne peut être effectué correctement.

S'il n'y a qu'un seul temps d'arrivée dans la fenêtre horaire et que sa hauteur de corrélation associée est supérieure à un seuil fixé (40 en pratique), il est sélectionné automatiquement et écrit dans le fichier D.

Dans tous les autres cas (aucun temps d'arrivée trouvé, ou plusieurs ou un seul mais avec une hauteur de corrélation inférieure au seuil fixé) le programme demande à l'utilisateur ce qu'il doit faire :

Cas 1 : Si aucun temps d'arrivée n'a été trouvé (cf. figure 3-2) ; il convient de s'assurer que le centre de la fenêtre est bien positionné pour la sélection des temps d'arrivée ultérieurs. S'il ne l'est pas, on tape "M" (pour modification) puis le nouveau temps où sera centrée la fenêtre.

Cas 2 : Plusieurs temps d'arrivée ont été trouvés (cf. figure 3-3) ; l'utilisateur a alors le choix entre soit sélectionner un seul temps d'arrivée soit aucun : (répondre 0).

Cas 3 : Un seul temps d'arrivée a été trouvé avec une corrélation faible inférieure au seuil (cf. figure 3-4). L'utilisateur peut alors sélectionner ce temps d'arrivée, si celui-ci semble correct.

Sinon il peut répondre "N" et le temps d'arrivée ne sera pas sélectionné mais il ne pourra pas replacer le centre de la fenêtre où il le désire en vue des sélections suivantes. Pour ce faire, il devra répondre "M" au lieu de "N" puis taper la nouvelle "heure" prévue (en secondes).

Les cinq dernières données sélectionnées sont toujours affichées sur l'écran du terminal : de gauche à droite, on trouve le numéro du jour, l'heure, et les secondes (ces dernières représentant la différence entre le temps d'arrivée et un temps fixé au début par l'utilisateur et égal en principe au temps correspondant au bord gauche du tracé Versatec ; ceci afin de faciliter la comparaison entre le tracé Versatec et les temps affichés à l'écran), puis une étoile matérialisant le temps d'arrivée (les 5 étoiles affichées permettent de suivre l'évolution des temps d'arrivée sélectionnés), enfin, la hauteur de corrélation. (Voir les figures 3-1 à 3-4).

Si, dans une période de 12 H, il n'y a pas de temps d'arrivée sélectionné, il n'apparaît pas d'étoile sur l'écran ; l'heure, les secondes et la hauteur de corrélation sont à zéro.

Le fichier binaire D (déplacement) est constitué d'enregistrements de 8 mots de 16 bits. Le premier enregistrement a la structure suivante :

NFREC	IJOUD	IHD	IAVD	IJOUF	IHF	IAVF	
-------	-------	-----	------	-------	-----	------	--

i.e. contient les informations avances horloge. NFREC est le nombre d'enregistrements du fichier D..... (c'est-à-dire qu'il y a NFREC-1 demi-journées).

Les enregistrements de données ont, quant à eux, la structure suivante :

NUM	IDDD	IHH	ISEC	IDS	ICOR		ICOD
-----	------	-----	------	-----	------	--	------

où NUM est le numéro courant compris entre 1 et NFREC-1, IDDD le n° du jour, IHH l'heure, ISEC les secondes comptées à partir de l'heure indiquée, IDS les décisecondes, ICOR la hauteur de corrélation. ICOD vaut :

- 0 si pas de donnée sélectionnée
- 1 si sélectionnée automatiquement
- 2 si sélectionnée par l'utilisateur

(ICOD peut aussi être à 3 si le temps d'arrivée a été créé par interpolation linéaire, voir plus loin).

On trouvera figure 3-1 un exemple d'utilisation du programme de sélection TODA5.

Pour sélectionner les télémetries de température et de pression, on utilise le programme TODA6, similaire à TODA5.

Comme il n'y a qu'une télémétrie de température tous les deux jours, le fichier T..... créé par TODA6 sera 4 fois plus petit que le fichier D..... correspondant. Même chose pour le fichier P.....

Leur taille mise à part, les fichiers T..... et P..... ont la même structure que le fichier D.....

Une fois les sélections faites, il convient de vérifier si les temps retenus l'on été correctement.

Pour ce faire, on peut d'abord tracer sur Versatec les données sélectionnées : on utilise alors TODA1 (pour les fichiers D.....) ou TODA2 (pour les fichiers T..... ou P.....).

Si l'on souhaite avoir un listing des fichiers D (T ou P) on utilisera le programme TODC1, qui permet aussi de "supprimer" un enregistrement (mise à zéro de l'heure, secondes, décisecondes et corrélation).

Il est important que les temps d'arrivée des fichiers D soient corrects car c'est à partir d'eux que sera calculée la position du flotteur (voir chapitre 4). Aussi teste-t-on les premières différences i.e.

$$\Delta(i) = TOA(i) - TOA(i-1).$$

Si l'on constate la présence d'un pic dans la série des premières différences c'est qu'une des deux valeurs au moins des temps d'arrivée est incorrecte. Le programme PDIFF permet de tracer sur Benson la série des premières différences (cf. figure 3-5). TODC7 détecte les enregistrements dont les premières différences sont supérieures à un seuil donné, et permet également de "supprimer" (i.e. met à zéro les informations) un enregistrement.

Comme il y a souvent des trous dans la série des temps d'arrivée d'un flotteur, il peut être intéressant de les "boucher" par une interpolation linéaire. C'est ce que permet le programme INTER : on indique seulement le nombre de trous maximum permis entre 2 données sélectionnées (en pratique on choisit 3 ou 4 correspondant à 1,5 ou 2 jours). Pour les données interpolées ICOD est mis à 3. INTER n'est pas utilisé sur les fichiers T ou P, mais seulement sur les fichiers déplacement.

Une fois les 3 fichiers D, T et P vérifiés (et D éventuellement interpolé), on va pouvoir créer le fichier flotteur F.....

Remarques :

1/ TODA5 utilise les sous-programmes ECRAN, TRIAG et TDATA.

ECRAN affiche sur le terminal les 5 dernières données sélectionnées. TRIAG est appelé lorsque plusieurs données ont été trouvées et effectue le classement par temps d'arrivée croissant (la donnée n° 1 ayant alors le plus petit temps d'arrivée etc...). Comme il y a 3 temps d'arrivée par période de 10 minutes dans le fichier SEAD02, le nombre maximum a été fixé à 6.

TDATA calcule l'heure probable de la prochaine donnée par une fonction spline cubique passant par les 3 dernières données. Mais attention, l'heure probable reste ce qu'elle était précédemment, si aucune donnée n'a été trouvée ou si on a sélectionné aucun des temps d'arrivée trouvés (réponse 0, cas où il y a plusieurs données dans la fenêtre horaire). Par contre, s'il n'y a qu'un seul temps d'arrivée trouvé, et que sa corrélation est inférieure au seuil et que l'on décide de ne pas le sélectionner en répondant "N", alors le temps d'arrivée est utilisé par la spline pour calculer le temps probable de la prochaine arrivée acoustique. Si l'on veut se déplacer, il faut taper "M" (pour modification) et le nouveau temps, auquel cas la spline utilisera 3 fois le même temps et le temps probable sera bien celui rentré à la console.

2/ Les fichiers binaires D....., T..... et P..... sont nommés avec le numéro du flotteur sur 2 chiffres décimaux puis avec 3 caractères pour la station d'écoute. Par exemple, la station d'écoute n° 11 devient S11 et les fichiers correspondant au flotteur 04 auront pour noms D04S11, T04S11 et P04S11.

3/ Avant de commencer la sélection proprement dite des temps d'arrivée, il est bon de créer un fichier D (ou T ou P) à blanc (i.e. avec des zéros partout sauf pour les numéros d'enregistrement et les numéros de jour). Ainsi l'on peut, si besoin, sélectionner seulement sur une partie du fichier SEAD02 et les temps d'arrivée sélectionnés seront écrits dans le fichier D (ou T ou P) à leur place. Ceci permet de gagner du temps à la sélection quand il y a de longues périodes sans données.

4/ Il peut se faire que 2 temps d'arrivée avec de très bonnes

corrélations se trouvent à moins d'une seconde l'un de l'autre. Ces 2 signaux correspondent à 2 rayons propres. Comme on ne sait pas lequel choisir, on prend le plus souvent celui dont la corrélation est la plus forte (mais ceci est arbitraire, voir complément n° 2 à la fin du rapport).

5/ Les fichiers D (ou T ou P) peuvent contenir les données correspondantes à 500 jours.

III - CREATION DU FICHER F(lotteur)

Le fichier F... contient toutes les informations d'un flotteur donné et d'une station d'écoute donnée (sauf la position géographique de la station d'écoute). Le fichier est créé par le programme TODC2, à partir des 3 fichiers D, T et P.

La température et la pression sont calculées par inversion des relations linéaires liant la température et la pression à leurs télémétries respectives :

$$\Delta t(s) = 120 + 100 (\text{temp}^{\circ}\text{C} - 4^{\circ}\text{C})/2$$

$$\Delta t(s) = 120 + (\text{press dbar})/2 \quad (\text{voir remarque 1/})$$

Tous les enregistrements du fichier F ont 22 mots de 16 bits.

La structure du premier enregistrement est la suivante :

NFREC	IJOUD	IHD	IAVD	IJOUF	IHF	IAVF	ITEST	----
-------	-------	-----	------	-------	-----	------	-------	------

NFREC, IJOUD, IHD, IAVD, IJOUF, IHF et IAVF ont la même signification (et la même valeur) que pour le fichier D.

ITEST est à zéro si les temps d'arrivée n'ont pas été corrigés des dérives d'horloge des stations d'écoute.

ITEST est à 1 si les corrections de dérives d'horloge ont été effectuées.

La correction n'a lieu que sur les temps d'arrivée des déplacements et est effectuée par le programme DERIV. ITEST à 1 empêche toute nouvelle correction.

La structure d'un enregistrement de données est la suivante :

NUM	IDENT	STATION	JOUR	IH	IS	IDS	ICORR	IND
-----	-------	---------	------	----	----	-----	-------	-----

Déplacement (5 mots)

IH	IS	IDS	ICORR	IND	IH	IS	IDS	ICORR	IND
----	----	-----	-------	-----	----	----	-----	-------	-----

Température (5 mots)

Pression (5 mots)

ITEMP	IPRESS	NFL
-------	--------	-----

1<NUM<NFREC-1

ITEMP est en centièmes de degrés

IPRESS est en décibars

NFL numéro du flotteur

IND est le "flag" qui indique comment le temps d'arrivée correspondant a été sélectionné (ICOD pour les fichiers D, T ou P).

Le programme TODC9 permet de lister le fichier F (cf. figure 3-6). Il permet également de "mettre à zéro" un enregistrement (les mots 5 à 21 inclus sont alors mis à zéro).

On peut à ce stade tracer sur Benson la température et la pression grâce au programme TCTR5 (cf. figure 3-7).

Enfin, on sauvegarde les fichiers F..... sur bande avec le programme TODB1. Ce programme permet également de restaurer les fichiers F..... sur disque à partir des fichiers bande.

A noter que les fichiers sur bande sont en ASCII ; chaque enregistrement ayant pour format :

(I3,2A2,I5,3(I2,I4,I3,I1),2I4,A2)

sauf sur le premier enregistrement qui a le format :

(I3,I5,I2,I6,I5,I2,I6,27X)

Le programme TODC5 permet de lister le contenu d'un fichier F sur bande.

Remarques :

1/ Les télémétries de température et de pression sont en fait données par :

$$\Delta t(s) = 120 + \text{mod}(50(\text{Temp}^{\circ}\text{C} - 4^{\circ}\text{C}), 480)$$

et
$$\Delta t(s) = 120 + \text{mod}(\text{press dbar}/2, 480)$$

c'est-à-dire que $\Delta t(s) \in [120, 600[$

On notera également que température et pression sont mesurées toutes les heures puis moyennées sur 48 H avant d'être télémétrées.

```

:TODAS
FLOTTEUR NUMERO:?(EX:02)
02
STATION D ECDUTE :?(EX A16)
S11
EST CE UNE MODIF D ENREG. DEJA CREES
DU FICHIER D02S11
D(CUI) N(CDN) :??
0
NDS ENREG A MODIFIER:?
MINIMUM: 1
MAXIMUM: 848
20,30
CORRELATION SIGNIFICATIVE : ?

40
HEURE DEPART: EN MINUTES: ?
SECONDES :?

90
430
INTERVALLE (EN SECONDES) :?
20

```

Figure 3-1 : Exemple d'exécution du programme de sélection TODA5.

5 DERNIERES DONNEES :

12584	0	0		0
12585	0	0		0
12585	0	0		0
12586	1	404	.	45
12586	13	399	.	35

PAS DE DONNEE JOUR : 12587
HEURE PREVUE : 391

SI HEURE PREVUE CORRECTE TAPEZ RETURN
SI HEURE PREVUE A MODIFIER TAPEZ N RETURN PUIS
NOUVELLE HEURE (EN SEC)

Figure 3-2 : Cas où aucun temps d'arrivée n'a été trouvé.

5 DERNIERES DONNEES :

12589	0	0		0
12589	13	399	.	38
12590	0	0		0
12590	13	389	.	57
12591	1	390	.	48
12591			.	

HEURE : 390 CDR : 52

HEURE : 398 CDR : 36

PLUSIEURS DONNEES JOUR: 12591
HEURE PREVUE : 390
LAQUELLE:?(1,2 ,...OU 0)
1

Figure 3-3 : Cas où plusieurs temps d'arrivée ont été trouvés.

5 DERNIERES DONNEES :

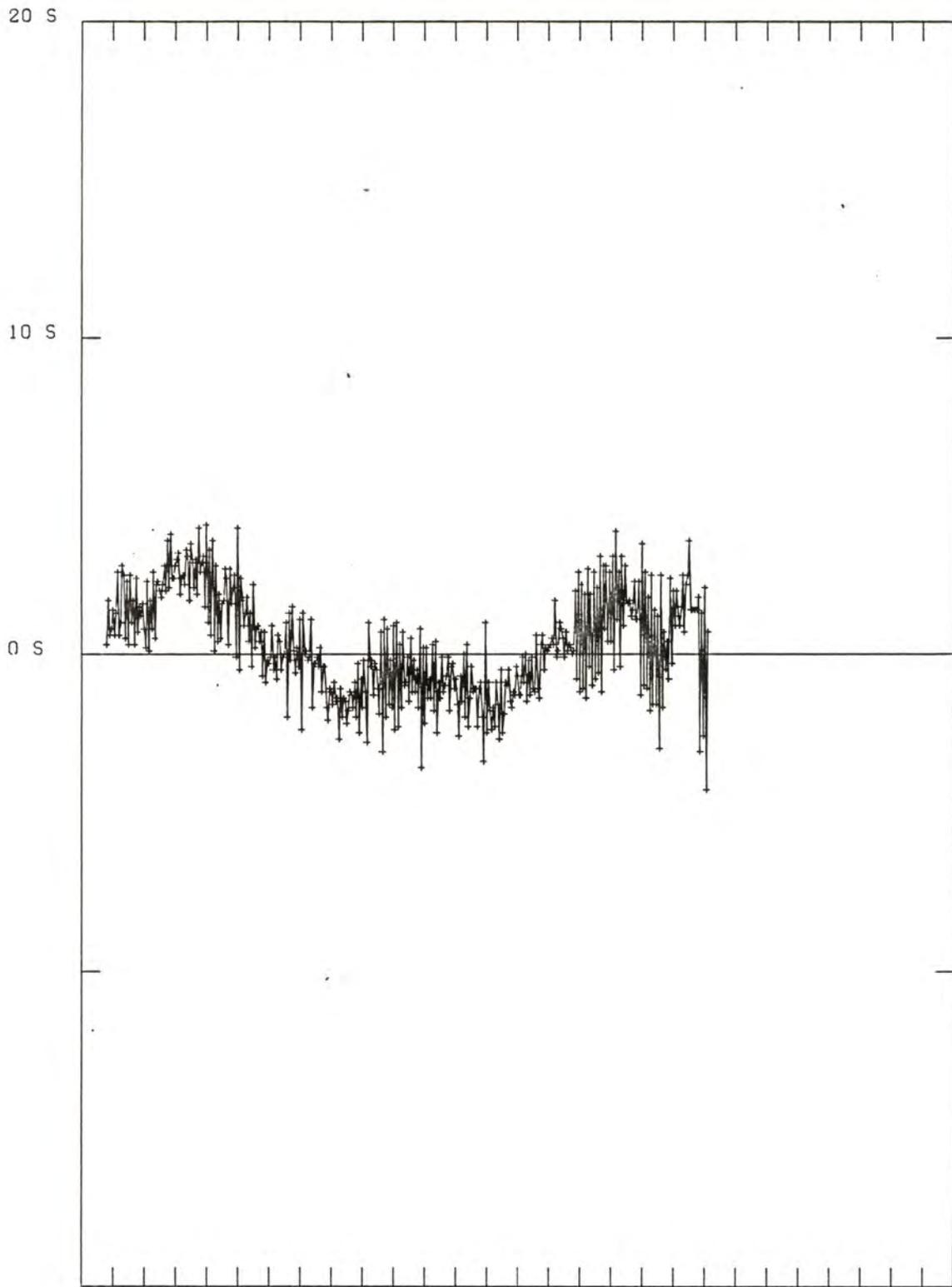
12585	0	0		0
12586	1	404	.	45
12586	13	399	.	35
12587	0	0		0
12587	13	393	.	67
12588			.	

CORRELATION INFERIEURE AU MINIMUM : 34
JOUR : 12588 HEURE PREVUE : 395
HEURE TROUVEE : 391

SI CORRECT TAPEZ RETURN
SI PAS DE MODIF D HEURE TAPEZ N
SI MODIF D HEURE TAPEZ M RETURN PUIS HEURE

Figure 3-4 : Cas où un seul temps d'arrivée a été trouvé, mais avec une corrélation inférieure au seuil fixé.

PREMIERE DIFFERENCE



12733

0 H

061S11

Figure 3-5 : Exemple de tracé des premières différences.

DONNEES FLOTTEUR: F21S11

DERIVES HORLOGE:

 DEBUT: 12535 0 -8 MS
 FIN : 13007 23 1171 MS

CORRECTION DES DERIVES D HORLOGE EFFECTUEE

NUM	NOF	NOS	JOUR	H	DEPLACEMENT			TEMPERATURE				PRESSION				TEMP	PRES	JJ	MM	AN			
					SEC	DSEC	COR	IN	H	SEC	DSEC	COR	IN	H	SEC						DSEC	COR	IN
300	21	S11	12733	21	765	4	130	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	11	1984	
301	21	S11	12734	9	764	2	144	1	0	0	0	0	0	9	1249	1	73	1	0	731	11	11	1984
302	21	S11	12734	21	764	3	134	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	1984
303	21	S11	12735	9	763	2	131	1	9	1187	8	132	1	0	0	0	0	0	1010	0	12	11	1984
304	21	S11	12735	21	764	5	53	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	11	1984
305	21	S11	12736	9	763	2	49	1	0	0	0	0	0	9	1248	1	101	1	0	731	13	11	1984
306	21	S11	12736	21	763	2	122	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	11	1984
307	21	S11	12737	9	763	7	89	1	9	1191	1	130	1	0	0	0	0	0	1015	0	14	11	1984
308	21	S11	12737	21	764	8	124	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	11	1984
309	21	S11	12738	9	763	2	86	1	0	0	0	0	0	9	1248	6	168	1	0	732	15	11	1984
310	21	S11	12738	21	765	4	169	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	11	1984
311	21	S11	12739	9	765	6	122	1	9	1193	9	131	1	0	0	0	0	0	1017	0	16	11	1984
312	21	S11	12739	21	766	8	124	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	11	1984
313	21	S11	12740	9	766	7	116	1	0	0	0	0	0	9	1253	6	62	1	0	728	17	11	1984
314	21	S11	12740	21	757	7	134	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	11	1984
315	21	S11	12741	9	756	5	117	1	9	1194	4	155	1	0	0	0	0	0	1016	0	18	11	1984
316	21	S11	12741	21	767	5	149	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	11	1984
317	21	S11	12742	9	768	1	129	1	0	0	0	0	0	9	1251	0	112	1	0	727	19	11	1984
318	21	S11	12742	21	769	2	84	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	11	1984
319	21	S11	12743	9	769	8	157	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	11	1984
320	21	S11	12743	21	769	3	138	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	11	1984

83

Figure 3-6 : Listing d'un fichier F.

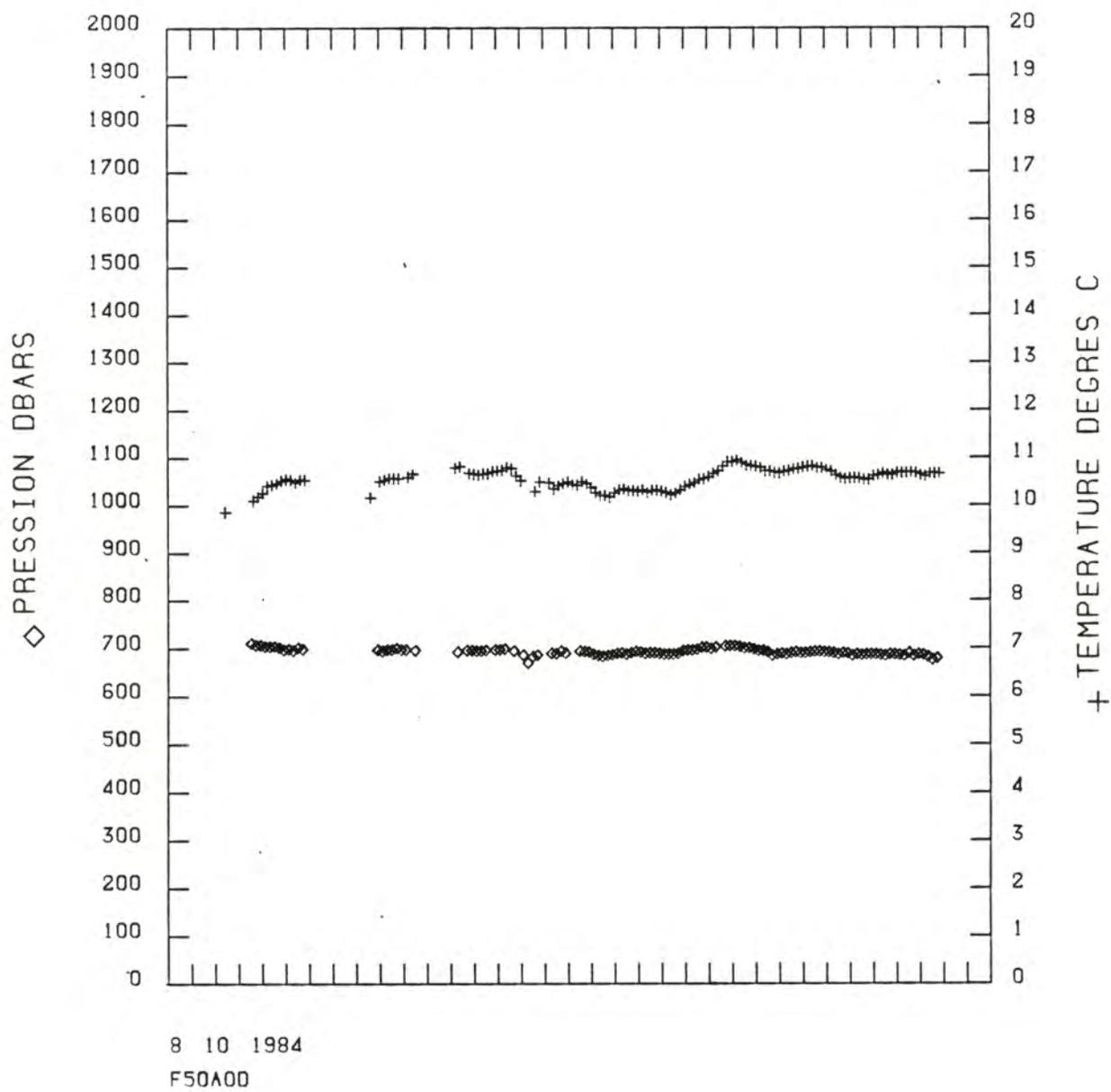


Figure 3-7 : Tracé de la température et de la pression, obtenu avec le programme TCTR5.

CALCUL DES POSITIONS DES FLOTTEURS
ET CREATION DU FICHER FINAL

I - GENERALITES

A partir des temps d'arrivée, sélectionnés précédemment, nous allons effectuer le calcul des positions du flotteur.

La différence entre le temps d'arrivée du signal, émis par le flotteur et enregistré par une station d'écoute, et l'heure d'émission, multipliée par la vitesse du son, nous donne la distance du flotteur à la station, au moment de l'émission.

Si deux stations d'écoute entendent simultanément le flotteur, il est possible de connaître sa position à cet instant, si l'on peut lever l'ambiguïté entre les deux positions possibles (intersections des deux cercles centrés respectivement aux stations d'écoute et de rayons les distances du flotteur aux stations d'écoute).

Nous lèverons généralement cette ambiguïté par continuité (en prenant le point le plus proche du dernier point obtenu), mais chaque fois que possible nous utiliserons un plus grand nombre de stations d'écoute et nous déterminerons la position géographique par moindres carrés de façon à minimiser les erreurs (en général).

Chemin faisant, nous apporterons un certain nombre de raffinements au schéma indiqué ci-dessus : correction de l'effet Doppler, prise en compte de l'ellipticité de la terre, de la dérive des horloges des flotteurs (que nous estimerons au moyen des moindres carrés), prise en compte enfin des vitesses du son différentes suivant les stations d'écoute (fait imparfaitement d'ailleurs).

II - CORRECTION DE L'EFFET DOPPLER

Bien qu'en général la correction ne soit pas très importante, elle peut néanmoins atteindre 2 à 3 secondes. Aussi convient-il de la prendre en compte.

Expliquons donc en détail en quoi consiste la correction de l'effet Doppler : nous supposons que nous recevons les signaux sonores à une station fixe (nous négligeons les mouvements d'évitage de la ligne de mouillage de la station), et que le champ de vitesses du milieu ne varie pas avec le temps ($V_i(x_1, x_2, x_3)$, $i = 1, 2, 3$).

Dans un milieu au repos, C étant la vitesse du son, on a au récepteur $f = C/\lambda$; où λ est la longueur d'onde et f la fréquence de l'onde sonore.

Si la source sonore se déplace dans un milieu au repos, la longueur d'onde λ de l'onde sonore reçue au récepteur fixe sera $\lambda = (C+u)/f_s$; où f_s est la fréquence de la source et $u > 0$ si la source s'éloigne du récepteur.

Ainsi la fréquence au récepteur sera $f = f_s C/(C+u)$.

Si maintenant la source sonore se déplace avec le milieu, la fréquence au récepteur sera $f = f_s (C-u)/C$; avec $u > 0$ si le milieu "éloigne" la source.

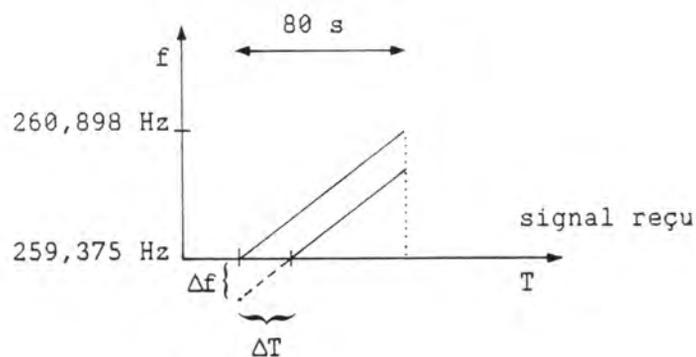
Ce résultat évident à démontrer si V est uniforme, reste valable localement dans l'hypothèse où l'échelle spatiale de variation de $V(x_1, x_2, x_3)$ est grande devant la "longueur" de l'onde. On a la relation $\omega_s = \omega - V_j k_j$, avec $\omega_s = \Omega(k_1, k_2, k_3, x_1, x_2, x_3)$ relation de dispersion par rapport au milieu, et on montre que $\omega = 2\pi f$ est constante le long d'un rayon sonore (cf. J. Lighthill, Waves in Fluids, §4.5 et 4.6). Par conséquent, on peut bien appliquer la relation $\Delta f = f - f_s = f_s(C-u)/C - f_s = -f_s u/C$ aux signaux reçus aux stations d'écoute (où $u > 0$ si le flotteur s'éloigne de la station d'écoute).

On vérifie que l'on a bien une diminution de la fréquence quand le flotteur s'éloigne, et l'on rappelle que l'on a supposé que le flotteur a le même mouvement que le milieu.

Comment ce décalage en fréquence (ou "doppler shift") se traduit-il sur les temps d'arrivée ?

Le corrélateur travaille en modulation de fréquence. Il recherche un signal dont la fréquence varie linéairement de $f_1 = 259,375$ Hz à $f_2 = 260,898$ Hz ; soit une variation $f_2 - f_1 = 1,523$ Hz en 80 secondes (ces spécifications sont propres à l'expérience TOPOGULF).

Un dessin nous permettra d'obtenir aisément la correction ΔT à apporter au temps d'arrivée :



Dans cet exemple $\Delta f < 0$, c'est-à-dire que le flotteur s'éloigne ($u > 0$ avec nos conventions).

Une simple proportion nous donne $\Delta t = \alpha \Delta f$ avec $\alpha = \frac{80 \text{ s}}{1,523 \text{ Hz}}$

Soit $\Delta T(\text{s}) = - \frac{80}{1,523} \cdot \frac{260}{1500} u$ avec u en m.s^{-1} et $u > 0$ si le flotteur s'éloigne.

Pour une station donnée, on estime la vitesse u par la moyenne

$$\frac{V^- + V^+}{2} \text{ où}$$

$$V^- (i) = [\text{TOA}(i) - \text{TOA}(i-1)] * \text{VSON}/12^h$$

$$V^+ (i) = [\text{TOA}(i+1) - \text{TOA}(i)] * \text{VSON}/12^h$$

c'est-à-dire comme la vitesse moyenne radiale sur 24 H, car seule la composante radiale de la vitesse du flotteur intervient. (La raison du choix de 24 H et non pas 12 H (l'intervalle entre 2 émissions consécutives) est expliquée en remarque 1/ plus loin).

Le programme DOPPI effectue la correction Doppler à partir d'un fichier disque F..... et crée un fichier disque G..... avec les temps d'arrivée corrigés. La structure et le contenu du fichier G..... sont identiques à ceux du fichier F..... si ce n'est que le temps d'arrivée correspondant a été corrigé de l'effet Doppler et que le "flag" IND

correspondant est augmenté de 10 (e.g. 1 devient 11, 2 devient 12, etc...).

S'il n'y a que 2 temps d'arrivée consécutifs (e.g. TOA(i) et TOA(i+1)), il est alors impossible d'estimer $V-(i)$ comme indiqué ci-dessus. On définit dans ce cas $V-(i) \equiv V+(i)$ et l'on corrige ensuite de l'effet Doppler. Même chose pour $V+(i+1)$ qui est définie comme $V-(i+1)$.

Par contre si le temps d'arrivée est isolé (les temps immédiatement antérieur et postérieur de 12H n'ont pas été sélectionnés), il devient impossible d'estimer une vitesse radiale du flotteur et le temps d'arrivée n'est pas corrigé de l'effet Doppler dans le fichier G..... (le "flag" IND ne bouge pas non plus).

Le programme TODC9 permet de lister un fichier F..... ou G..... Il permet également de "mettre à zéro" un enregistrement (les mots 5 à 21 inclus sont alors mis à zéro).

On trouvera en figures 4-1 et 4-1bis les listings d'un fichier F et du fichier G correspondant.

Le programme PDIF1 permet de tracer les premières différences sur les temps d'arrivée à partir d'un fichier F..... ou d'un fichier G..... On constatera par exemple figure 4-2 que les petites échelles sont assez fidèlement reproduites après correction de l'effet Doppler ce qui nous porte à accorder confiance à l'estimation grossière de u que nous avons effectuée.

On notera qu'on ne fait pas de processus itératif d'estimation de la vitesse et du temps d'arrivée corrigé, ce qui semble raisonnable au vu

des résultats déjà obtenus mais aussi à cause du bruit dans les données qui conduirait à une convergence du processus peu probable...

Nous pouvons maintenant aborder l'estimation de la position d'un flotteur, quand celui-ci est entendu par plusieurs stations d'écoute simultanément.

III - ESTIMATION DE LA POSITION PAR LA METHODE DES MOINDRES CARRES

Il s'agit de trouver la position x_f, y_f du flotteur qui minimise $\Sigma = (T_1 - \tilde{T}_1)^2 + (T_2 - \tilde{T}_2)^2 + \dots + (T_N - \tilde{T}_N)^2$, où T_1, T_2, \dots, T_N sont les temps de propagation aux N stations d'écoute, obtenus par différence entre les temps d'arrivée et l'instant d'émission du flotteur ; et $\tilde{T}_1, \tilde{T}_2, \dots, \tilde{T}_N$ les temps de propagation entre le point X_f et les stations d'écoute.

La solution s'obtient en résolvant le système

$$\begin{cases} \partial \Sigma / \partial x_f = 0 \\ \partial \Sigma / \partial y_f = 0 \end{cases}$$

On pourra, en principe, résoudre le système ci-dessus, dès qu'on a au moins 2 stations qui entendent le flotteur, mais plus il y aura de stations, meilleure sera l'estimation de la position.

On pourra aussi si l'on dispose de 3 stations déterminer un troisième paramètre, par exemple la dérive de l'horloge du flotteur ou la vitesse moyenne du son,...

Si l'on dispose de N stations, on peut estimer N-2 paramètres en plus de la position du flotteur. Mais plus on estime de paramètres et plus

les résultats sont bruités (la position également). Si l'on veut estimer la dérive de l'horloge du flotteur, e.g. il faut résoudre le système $\partial\Sigma/\partial x_f = \partial\Sigma/\partial y_f = \partial\Sigma/\partial d = 0$ où d est la dérive d'horloge et \tilde{T}_i est remplacé par $\tilde{T}_i - d = \text{dist}(\vec{X}_f, \vec{X}_i)/VSON - d$.

Il est facile de généraliser à un nombre plus grand de paramètres.

La résolution du système (N donné ≥ 2) est néanmoins non triviale car le système est non-linéaire : on ne sait pas le résoudre explicitement et on doit faire appel à une méthode approchée. La méthode utilisée a été décrite en 1944 par K. Levenberg dans Quart. Appl. Math, 2, pp. 164-168 : A method for the solution of certain non-linear problems in least squares ; et fait l'objet de la subroutine ZXSSQ de la bibliothèque IMSL.

Le lecteur pourra remarquer que dans le cas où $N = 2$, on obtient 2 solutions possibles en général (intersection de 2 cercles, éventuellement réduite à 1 point si les 2 cercles sont tangents, ou même intersection vide, mais alors c'est que les données ne sont pas compatibles et ceci ne nous intéresse pas). Le choix se fait par proximité avec le point précédemment calculé, ce qui semble raisonnable.

Si N est supérieur ou égal à 3, la solution est déterminée de façon univoque cette fois-ci, sauf si les données étaient très incompatibles entre elles (si un des temps d'arrivée par exemple est grossièrement erroné, l'algorithme de ZXSSQ qui utilise la "descente rapide" convergera vers l'extremum de Σ le plus proche).

Si $N = 3$ et si l'on détermine la dérive d de l'horloge du flotteur, le point \vec{X}_f obtenu est celui qu'on obtiendrait par positionnement

hyperbolique avec ces 3 stations. Mais si l'on constate que les résultats sont bruités et qu'on a de bonnes raisons pour négliger d par exemple, les moindres carrés permettent d'obtenir une estimation plus fiable de \vec{X}_f avec $N = 3$, alors que le positionnement hyperbolique ne permet pas de se libérer de d. Ceci montre (et encore est-ce seulement dans le cas $N = 3$) la puissance de cette méthode des moindres carrés élaborée par C.F. Gauss.

Le programme TCTRB calcule les positions d'un flotteur donné, avec M stations d'écoute ($M \geq 2$), en utilisant la méthode des moindres carrés. On estime les N paramètres suivants ($2 \leq N \leq M$) : latitude, longitude puis si $N > 2$, la dérive d'horloge du flotteur (> 0 si l'horloge est en avance), et les N-3 vitesses du son aux N-3 premières stations d'écoute (classées dans l'ordre où elles sont rentrées à la console). TCTRB ne garde le point calculé que si l'écart-type des résidus est inférieur à un seuil σ (sec), préalablement fixé par l'utilisateur.

Les points calculés sont mis dans un fichier A..... (ou B.....) selon que l'on a fait les calculs à partir de fichiers F..... (ou G....., donc corrigés de l'effet Doppler).

La structure des fichiers A..... ou B..... est la suivante : tous les enregistrements ont une longueur de 10 mots

1er record

NFREC									
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2ème record au dernier

NUM	NUMFL	JOUR	IH	LAT	LONG	IDERIV	ICORR
-----	-------	------	----	-----	------	--------	-------

où NFREC est le nombre de records du fichier
NUM est le numéro de l'enregistrement (de 1 à NFREC-1)
NUMFL le numéro du flotteur
JOUR le "jour Julien 1950"
IH l'heure en TU d'émission du flotteur, arrondie à l'heure entière
(e.g. si le flotteur émet à 11h20min, on aura 11)
LAT, LONG position du flotteur en degrés décimaux (de -90. à +90.
entre le pôle Sud et le pôle Nord ; de -180. à l'ouest du
méridien origine à +180. à l'est)
IDERIV la dérive en 1/10ième de secondes (≤ 0 si l'horloge du
flotteur retarde)
ICORR la corrélation minimale pour les signaux reçus aux stations
utilisées pour obtenir le positionnement.

Si les données sont manquantes, on aura LAT = -99., LONG = -999.,
IDERIV = -99.. Il convient également de remarquer que si une des données
(TOA) a été interpolée, ICORR = 0.

Le programme TDERI permet de tracer la dérive horloge flotteur d'un
fichier A..... ou B..... (on en trouvera une illustration figure 4-3).

Le programme TCTR9 permet de tracer la trajectoire obtenue
(fichiers A..... ou B..... en entrée), ainsi que les positions des stations
d'écoute et les positions de lâcher des flotteurs (on utilise alors les
fichiers FPOSI et FPOSIF contenant respectivement les positions des
stations et celles de lâcher des flotteurs).

Un exemple de tracé de trajectoires est présenté figure 4-4. Le programme LECAB permet de lister un fichier A..... ou B..... (exemple figure 4-5).

De nombreuses erreurs venant entâcher la détermination de la position, il peut être bon de visualiser la façon dont les arcs à temps constant se coupent au voisinage de la solution (l'allure du "chapeau" en géodésie). Ceci est réalisé par le programme TARCS et un exemple de tracé est présenté figure 4-6. TARCS ne crée pas de fichier A ou B.

Tous les programmes de calcul de position (jusqu'ici nous avons mentionné TCTRB et TARCS) travaillent sur l'ellipsoïde de révolution de caractéristiques : $a = 6377$ km (rayon équatorial) et $f = 1/298,25$ (aplatissement) et les latitudes et longitudes sont géodésiques (la latitude géodésique est l'angle que fait la normale à l'ellipsoïde passant par le point considéré avec le plan équatorial). Pour plus de détail, se reporter au complément n° 1. De même, l'étude des erreurs sur les positions dépasserait le cadre imparti à ce rapport, aussi bien ne trouvera-t-on que quelques estimations dans le complément n° 2.

Remarquons enfin que nous n'avons fait aucun lissage sur les données à quelque étape que ce soit. Un filtrage passe-bas devrait sans doute diminuer le bruit sur les données, mais ceci est du ressort de l'analyse scientifique des trajectoires.

IV - FICHER FINAL FLOT

Les programmes FLOT3 et FLOT4 permettent respectivement de créer et de modifier le fichier flotteur final (contenant date, position,

température et pression). Ce fichier disque ASCII est écrit au format "Richardson" c'est-à-dire que chaque record contient 90 caractères avec le format

(4A2,1X,5I2,F7.3,F8.3,5X,I1,2X,F8.3,2X,F8.3,5X,F5.2,3X,F7.2,2X,F8.0)

et les informations suivantes (dans l'ordre) :

- identificateur sur 8 caractères
- IAN, MO, JO, JH, MI (l'année tronquée aux 2 derniers chiffres, le mois, le jour dans le mois, l'heure et les minutes de l'instant d'émission du flotteur en TU)
- latitude et longitude en degrés décimaux
(convention > 0 si N ou E)
- indicateur de lissage des positions (0 si brut, ...)
- composantes U et V de la vitesse en cm.s^{-1}
- température en °C
- pression en dbar
- jour Julien (ici on suppose que le jour Julien commence à 0HTU et non pas à 12HTU comme dans la définition exacte)

FLOT3 crée le fichier disque FLOT.. au format Richardson à partir des fichiers disque A ou B ; ce fichier FLOT ne contient alors que les positions du flotteur. FLOT4 écrit dans le fichier FLOT.. déjà créé les températures et les pressions à partir des fichiers disque F ou G. On garde la température et la pression associée à la plus forte hauteur de corrélation.

FLOT5 permet de lire le fichier disque FLOT.. et de le lister.

Le programme FLOTD permet d'écrire ce fichier FLOT.. sur bande magnétique (il n'y a pas d'en-tête) ou inversement de passer de bande à

disque.

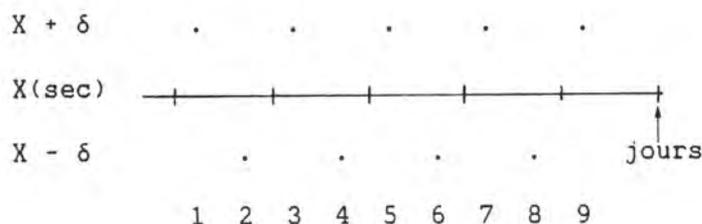
Remarques :

1/ On sait que la différenciation augmente le bruit aux hautes fréquences (le spectre $\partial n/\partial t$ est donné par $4\pi^2 f^2 S(f)$ où $S(f)$ est le spectre de $n(t)$). On ne s'étonnera donc pas de voir apparaître des hautes fréquences très énergétiques sur la série chronologique des premières différences (par exemple voir figure 3-5 ou ci-dessus figure 4-7, en particulier à la fréquence de Nyquist).

Si on estime les vitesses par simple première différence (e.g. $V_1(i) = [TOA(i+1) - TOA(i)] \cdot VSON/12^H$), ce bruit important, près de f_{Nyq} va induire une mauvaise estimation du décalage Doppler. C'est bien ce que l'on constate si l'on retrace les premières différences (ou les vitesses estimées correspondantes) après correction de l'effet Doppler avec V_1 (voir figure 4-7).

Montrons sur un exemple simple l'erreur induite par l'estimation de la correction Doppler avec V_1 : on se rappellera que si le flotteur s'éloigne de la station d'écoute (i.e. si $u > 0$ avec nos conventions), la correction Doppler qu'on apporte au TOA est < 0 . Avec V_1 cette correction s'écrit précisément : $\Delta T = -\beta(TOA(i+1) - TOA(i))$ et $\beta \simeq 0,316$; d'où $TOA(i)_{\text{corrigé}} = TOA(i) - \beta(TOA(i+1) - TOA(i))$ (la vérification est laissée au soin du lecteur).

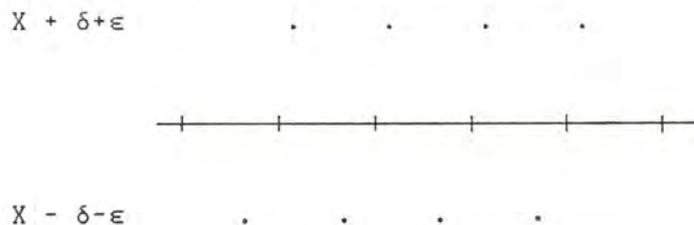
Supposons alors que nos TOA oscillent de part et d'autre d'une valeur constante X :



alors

$$U_1(2) = -U_1(3) = U_1(4) = -U_1(5) = \dots = -U_1(9) < 0$$

et après correction les TOA auront l'allure suivante :



soit une augmentation des oscillations.

Si nous avons défini $U_1(i)$ comme $[TOA(i) - TOA(i-1)] \cdot VSON/12H$ nous aurions au contraire trouvé une diminution des oscillations. Tout ceci n'est pas satisfaisant et il aurait été plus judicieux d'estimer une vitesse nulle en chacun des points.

Essayons donc la moyenne centrée $V_2(i) = (V^- + V^+)/2$ avec $V^- = V_1(i-1)$ et $V^+ = V_1(i)$. Dans l'exemple ci-dessus $V_2(i)$ est nulle quel que soit i , ce que nous souhaitions. On sait que la fonction de transfert de ce filtre passe-bas est donnée par $\frac{\sin(\pi/f\Delta)}{\pi/f\Delta}$ (où $\Delta = 12H =$ demi largeur de la fenêtre spectrale) et passe par 0 pour $T = 1/f_{Nyq} = 2\Delta$. Aussi peut-on penser que la correction de l'effet Doppler effectuée avec V_2 va être bien meilleure que la précédente. C'est ce que l'on constatera sur la figure 4-2 où sont tracées les premières différences après correction Doppler. Est-ce la correction optimale que l'on puisse faire ? A savoir estimer correctement la vitesse instantanée du flotteur et préserver autant que possible les mouvements hautes fréquences. Pour répondre il conviendrait d'abord d'estimer la forme du spectre temporel lagrangien de la vitesse radiale du flotteur. Pour le moment nous nous en tiendrons à l'estimation de la vitesse par V_2 (cf. figure 4-8).

2/ Les fichiers FPOSIS et FPOSIF qui contiennent respectivement les positions des stations et des flotteurs au moment de leur lâcher sont créés

ou modifiés par les programmes CPOSS et CPOSF respectivement. La structure de ces fichiers est la suivante :

Fichier FPOSI5

NFREC									record n° 1
IDENTIFIC			LAT		LONG				record n° 2
									au dernier

Fichier FPOSI F

NFREC									record n° 1
NUMFL		LAT		LONG					record n° 2
									au dernier

3/ Le programme TCTRB permet, outre le calcul des positions et leur mise dans un fichier A..... ou B....., de tracer les résidus des temps de propagation aux différentes stations d'écoute (c'est-à-dire la différence entre le temps de propagation de la position calculée à la station et le temps de propagation mesuré) soit $T_i - T_j$ (cf. 4-III).

On peut tracer ces résidus soit en fonction du nombre de jours écoulés depuis un jour origine donné, soit en fonction de la distance flotteur-station.

La figure 4-9 donne un exemple de ces 2 tracés. On notera également que les résidus sont donnés pour toutes les stations d'écoute même si toutes n'ont pas été utilisées pour obtenir la position du flotteur.

4/ Quand les données sont bien conditionnées (la taille du "chapeau" déterminé par les arcs à temps constant au voisinage de la solution est petite vis-à-vis du plus petit rayon de courbure des arcs), l'assimilation locale de ces arcs à des droites et la résolution du système linéaire d'équations "normales" (cf. complément 2) ainsi obtenues conduisent pratiquement au même résultat que la résolution du problème des moindres carrés à l'aide de la subroutine ZXSSQ.



5/ Avant de calculer les positions d'un flotteur à partir des fichiers F ou G relatifs aux stations d'écoute qui entendent ce flotteur, il peut être utile de passer le programme TCTRS qui liste l'ensemble des stations qui entendent le flotteur à tout instant donné (voir un exemple figure 4-10).

6/ Le programme ISA crée à partir d'un fichier A....., le fichier A..000 identique au fichier A..... initial sauf pour la dérive qui a été ajustée par une parabole au sens des moindres carrés (voir la section E du complément n°2 pour l'explication de la dérive quadratique des horloges des flotteurs). Les temps d'arrivée corrigés de cette dérive lissée permettent normalement une meilleure estimation de la position du flotteur.

Néanmoins, cette option n'a pas été introduite dans les programmes de calcul TARCS et TCTRB présentés dans ce rapport.

DONNEES FLOTTEUR: F05T07

DERIVES HORLOGE:

DEBUT: 12253 17 -240 MS
FIN : 12585 11 859 MS

CORRECTION DES DERIVES D HORLOGE EFFECTUEE

NUM	NOF	NOS	JOUR	H	DEPLACEMENT				TEMPERATURE				PRESSION				TEMP	PRES	JJ	MM	AN			
					SEC	DSEC	COR	IN	H	SEC	DSEC	COR	IN	H	SEC	DSEC						COR	IN	
202	05	T07	12356	2	2117	1	61	2	2	2516	6	54	1	0	0	0	0	0	0	958	0	30	10	1983
203	05	T07	12356	14	2115	9	54	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	10	1983
204	05	T07	12357	2	2114	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	10	1983
205	05	T07	12357	14	2112	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	10	1983
206	05	T07	12358	2	2110	5	119	1	2	2511	1	116	1	0	0	0	0	0	0	961	0	1	11	1983
207	05	T07	12358	14	2109	6	122	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	1983
208	05	T07	12359	2	2108	5	139	1	0	0	0	0	0	2	2580	1	48	1	0	703	2	11	1983	
209	05	T07	12359	14	2106	9	58	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	1983
210	05	T07	12360	2	2105	9	0	3	2	2506	2	47	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11	1983
211	05	T07	12360	14	2105	0	120	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11	1983
212	05	T07	12361	2	2105	7	101	1	0	0	0	0	0	2	2577	9	111	1	0	704	4	11	1983	
213	05	T07	12361	14	2104	9	99	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11	1983
214	05	T07	12362	2	2105	5	134	1	2	2505	4	140	1	0	0	0	0	0	960	0	5	11	1983	
215	05	T07	12362	14	2106	8	98	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11	1983
216	05	T07	12363	2	2106	8	60	1	0	0	0	0	0	2	2580	3	82	1	0	707	6	11	1983	
217	05	T07	12363	14	2109	1	80	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	11	1983
218	05	T07	12364	2	2110	7	64	1	2	2515	4	48	2	0	0	0	0	0	970	0	7	11	1983	
219	05	T07	12364	14	2113	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	11	1983
220	05	T07	12365	2	2115	5	90	1	0	0	0	0	0	2	2590	1	105	1	0	709	8	11	1983	
221	05	T07	12365	14	2116	8	109	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	11	1983
222	05	T07	12366	2	2119	8	122	1	2	2537	1	134	1	0	0	0	0	0	995	0	9	11	1983	
223	05	T07	12366	14	2122	8	108	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	11	1983
224	05	T07	12367	2	2124	7	109	1	0	0	0	0	0	2	2599	8	133	1	0	710	10	11	1983	
225	05	T07	12367	14	2128	7	59	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	11	1983
226	05	T07	12368	2	2131	2	128	1	2	2562	9	77	1	0	0	0	0	0	1023	0	11	11	1983	
227	05	T07	12369	14	2136	9	101	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	1983
228	05	T07	12369	2	2139	8	52	1	0	0	0	0	0	2	2610	2	53	1	0	712	12	11	1983	
229	05	T07	12369	14	2143	6	72	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	11	1983
230	05	T07	12370	2	2146	5	53	1	2	2582	5	96	1	0	0	0	0	0	1032	0	13	11	1983	
231	05	T07	12370	14	2150	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	11	1983
232	05	T07	12371	2	2154	0	45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	11	1983
233	05	T07	12371	14	2156	1	74	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	11	1983
234	05	T07	12372	2	2160	3	59	1	2	2590	3	42	2	0	0	0	0	0	1036	0	15	11	1983	
235	05	T07	12372	14	2164	6	101	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	11	1983

101

Figure 4-1 : Listing d'un fichier F. Le listing du fichier G correspondant (corrigé de l'effet Doppler) est en figure 4-1 bis.

DONNEES FLOTTEUR: G05T07

DERIVES HORLOGE:

DEBUT: 12253 17 -240 MS

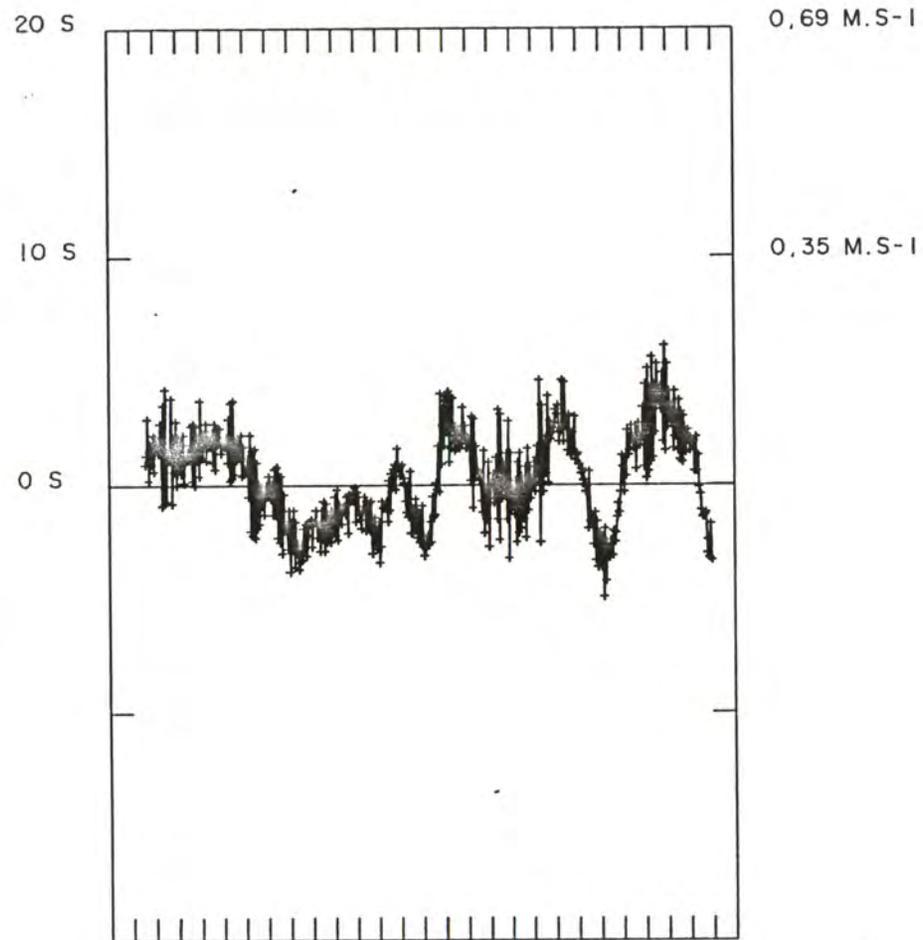
FIN : 12585 11 359 MS

CORRECTION DES DERIVES D HORLOGE EFFECTUEE

NUM	NOF	NOS	JOUR	H	DEPLACEMENT				TEMPERATURE				PRESSION				TEMP	PRES	JJ	MM	AN		
					SEC	DSEC	COR	IN	H	SEC	DSEC	COR	IN	H	SEC	DSEC						COR	IN
202	05	T07	12356	2	2117	5	61	12	2	2516	6	54	1	0	0	0	0	0	958	0	30	10	1983
203	05	T07	12356	14	2116	3	54	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	10	1983
204	05	T07	12357	2	2114	6	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	10	1983
205	05	T07	12357	14	2112	8	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	10	1983
206	05	T07	12358	2	2110	9	119	11	2	2511	1	116	1	0	0	0	0	0	961	0	1	11	1983
207	05	T07	12359	14	2109	9	122	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	1983
208	05	T07	12359	2	2108	9	139	11	0	0	0	0	0	2	2580	1	48	1	0	703	2	11	1983
209	05	T07	12359	14	2107	3	58	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	1983
210	05	T07	12360	2	2106	2	0	13	2	2506	2	47	1	0	0	0	0	0	0	0	3	11	1983
211	05	T07	12360	14	2105	0	120	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11	1983
212	05	T07	12361	2	2105	7	101	11	0	0	0	0	0	2	2577	9	111	1	0	704	4	11	1983
213	05	T07	12361	14	2104	9	99	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11	1983
214	05	T07	12362	2	2105	2	134	11	2	2505	4	140	1	0	0	0	0	0	960	0	5	11	1983
215	05	T07	12362	14	2106	5	98	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11	1983
216	05	T07	12363	2	2106	4	60	11	0	0	0	0	0	2	2580	3	82	1	0	707	6	11	1983
217	05	T07	12363	14	2108	4	80	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	11	1983
218	05	T07	12364	2	2110	0	64	11	2	2515	4	48	2	0	0	0	0	0	970	0	7	11	1983
219	05	T07	12364	14	2112	3	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	11	1983
220	05	T07	12365	2	2114	9	90	11	0	0	0	0	0	2	2590	1	105	1	0	709	8	11	1983
221	05	T07	12365	14	2116	1	109	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	11	1983
222	05	T07	12366	2	2118	8	122	11	2	2537	1	134	1	0	0	0	0	0	995	0	9	11	1983
223	05	T07	12366	14	2122	0	108	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	11	1983
224	05	T07	12367	2	2123	7	109	11	0	0	0	0	0	2	2599	8	133	1	0	710	10	11	1983
225	05	T07	12367	14	2127	6	59	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	11	1983
226	05	T07	12368	2	2129	9	128	11	2	2562	9	77	1	0	0	0	0	0	1023	0	11	11	1983
227	05	T07	12368	14	2135	5	101	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	1983
228	05	T07	12369	2	2138	7	52	11	0	0	0	0	0	2	2616	2	53	1	0	710	12	11	1983
229	05	T07	12369	14	2142	5	72	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	11	1983
230	05	T07	12370	2	2145	4	53	11	2	2582	5	96	1	0	0	0	0	0	1032	0	13	11	1983
231	05	T07	12370	14	2149	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	11	1983
232	05	T07	12371	2	2153	0	45	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	11	1983
233	05	T07	12371	14	2155	1	74	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	11	1983
234	05	T07	12372	2	2158	9	59	11	2	2598	3	42	2	0	0	0	0	0	1026	0	15	11	1983
235	05	T07	12372	14	2163	5	101	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	11	1983

Figure 4-1 bis : Listing du fichier G correspondant au fichier F de la figure 4-1.

PREMIERE DIFFERENCE

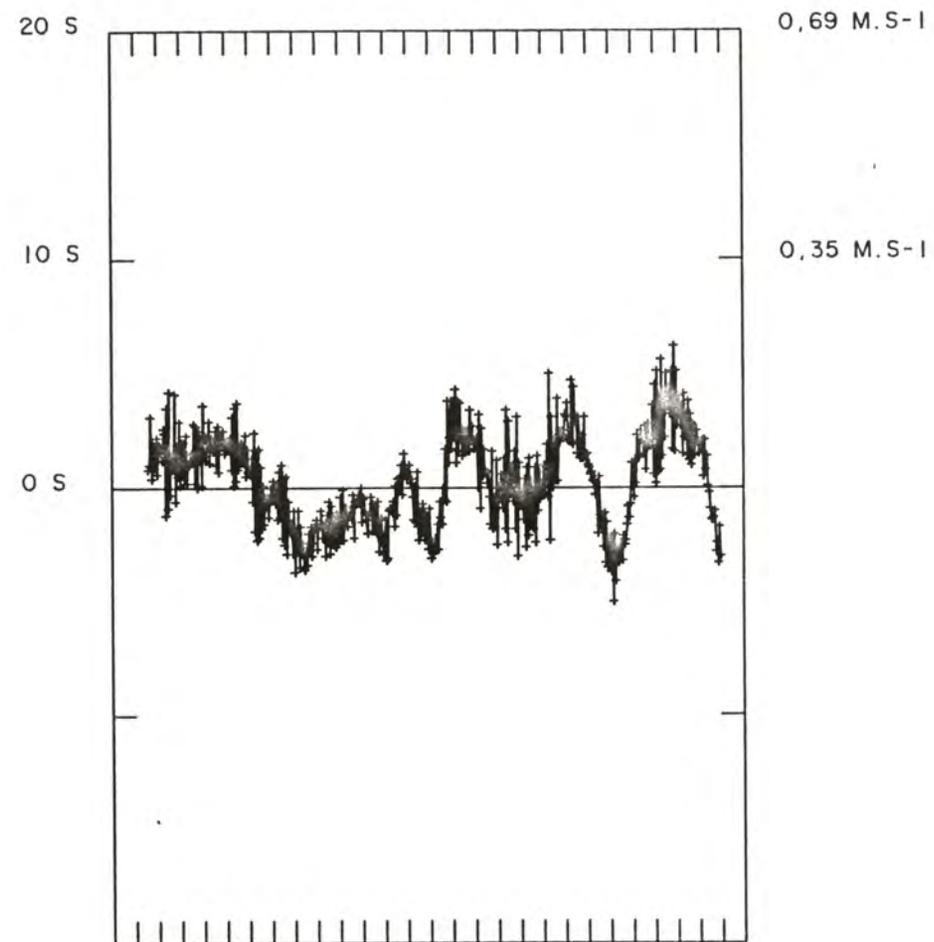


12705

0 H

F21510

PREMIERE DIFFERENCE

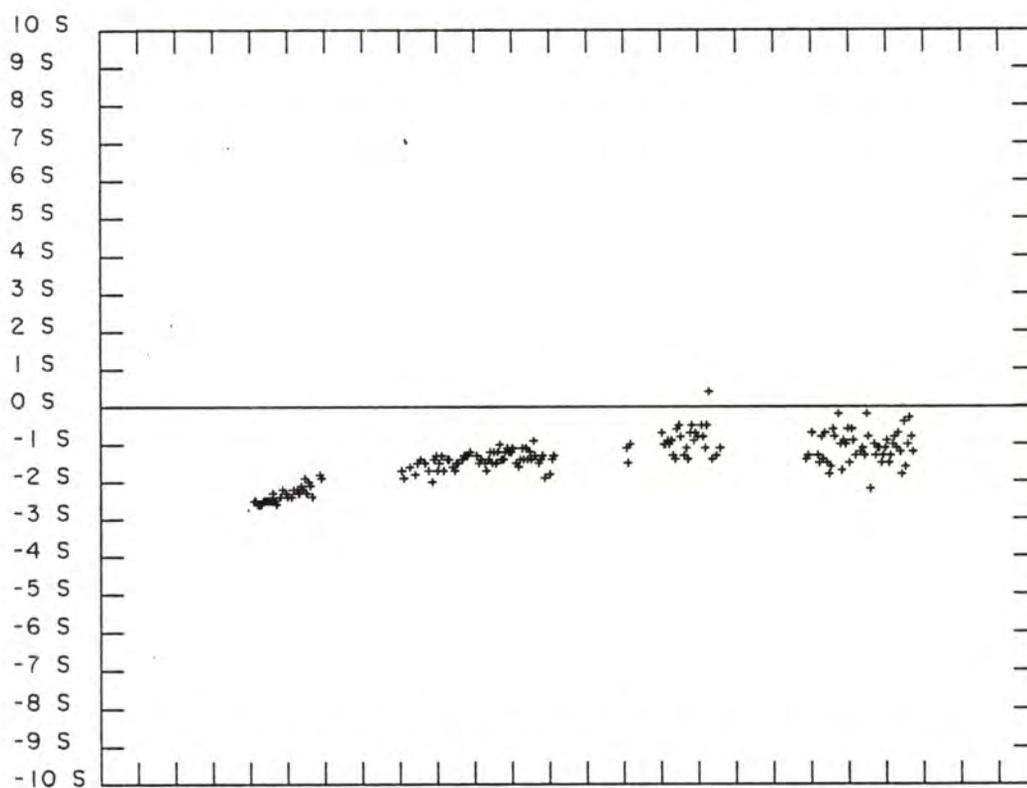


12705

0 H

G21510

Figure 4-2 : Premières différences avant correction de l'effet Doppler (à gauche) et après correction (à droite)



12700

Figure 4-3 : Dérive de l'horloge d'un flotteur. Un tiret vertical tous les 10 jours à partir du jour n°12700.

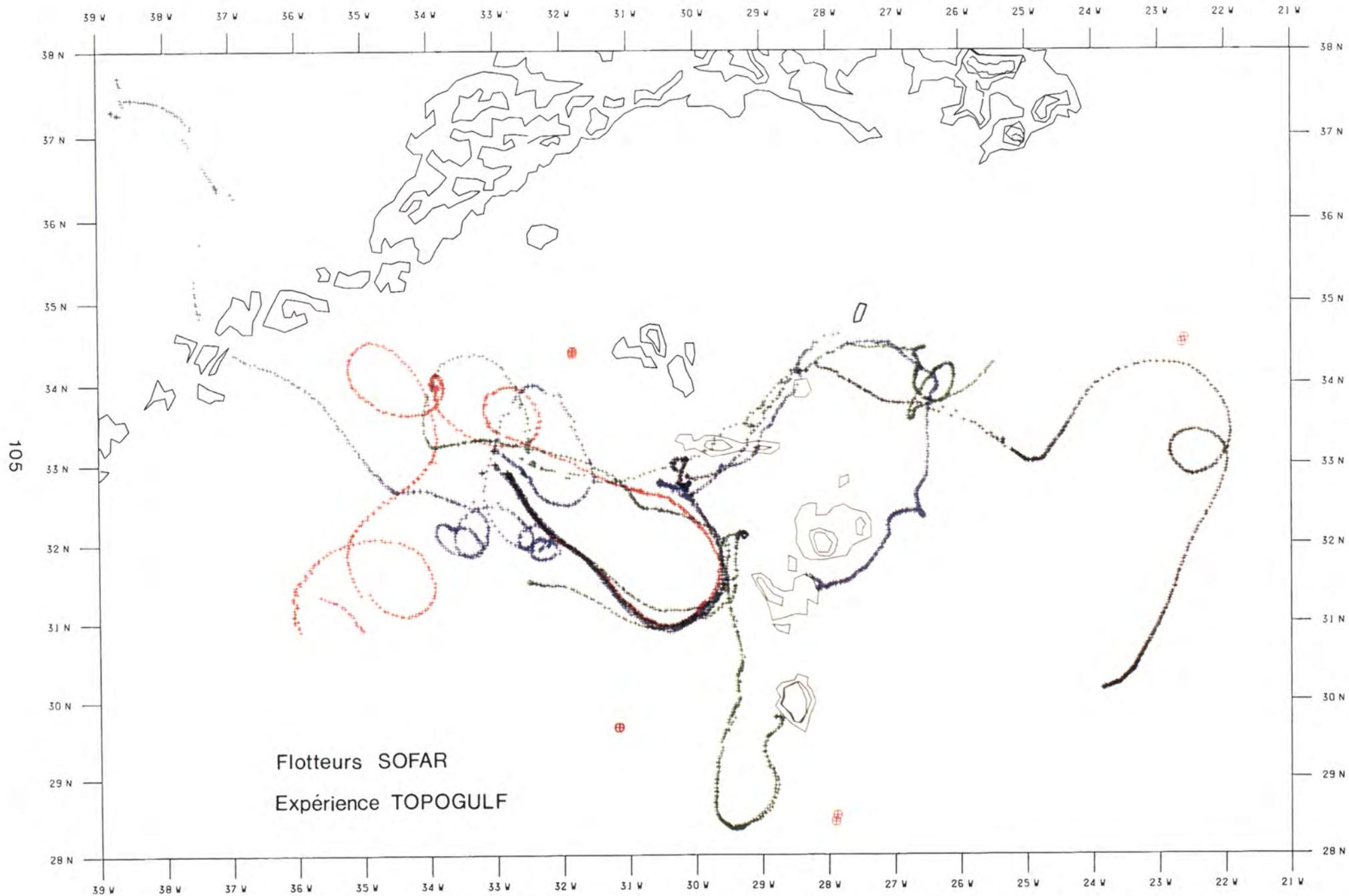


Figure 4-4 : Tracé des trajectoires en projection de Mercator obtenu par TCTR9.

DONNEES FLOTTEUR: A61001

NUM	NOF	JOUR	HEURE	LATITUDE	LONGITUDE	DERIVE	CORR.MIN	JJ	MOIS	AN
1	61	12741	11	31.517	-32.470	-25	82	18	11	1984
2	61	12741	23	31.502	-32.445	-25	78	18	11	1984
3	61	12742	11	31.509	-32.422	-26	68	19	11	1984
4	61	12742	23	31.493	-32.380	-26	80	19	11	1984
5	61	12743	11	31.494	-32.362	-26	84	20	11	1984
6	61	12743	23	31.485	-32.320	-25	94	20	11	1984
7	61	12744	11	31.481	-32.299	-25	80	21	11	1984
8	61	12744	23	31.471	-32.258	-25	76	21	11	1984
9	61	12745	11	31.479	-32.211	-25	76	22	11	1984
10	61	12745	23	31.472	-32.182	-25	70	22	11	1984
11	61	12746	11	31.467	-32.150	-23	74	23	11	1984
12	61	12746	23	31.464	-32.086	-25	70	23	11	1984
13	61	12747	11	31.475	-32.049	-26	54	24	11	1984
14	61	12747	23	-99.000	-999.000	-99	74	24	11	1984
15	61	12748	11	31.462	-31.963	-24	78	25	11	1984
16	61	12748	23	31.444	-31.930	-22	66	25	11	1984
17	61	12749	11	-99.000	-999.000	-99	61	26	11	1984
18	61	12749	23	31.424	-31.833	-23	58	26	11	1984
19	61	12750	11	31.400	-31.779	-24	62	27	11	1984
20	61	12750	23	-99.000	-999.000	-99	96	27	11	1984
21	61	12751	11	31.353	-31.666	-24	56	28	11	1984
22	61	12751	23	31.335	-31.630	-22	60	28	11	1984
23	61	12752	11	-99.000	-999.000	-99	104	29	11	1984
24	61	12752	23	31.290	-31.519	-22	0	29	11	1984
25	61	12753	11	31.253	-31.453	-23	48	30	11	1984
26	61	12753	23	31.233	-31.400	-21	57	30	11	1984
27	61	12754	11	31.191	-31.363	-22	66	1	12	1984
28	61	12754	23	31.175	-31.290	-19	70	1	12	1984
29	61	12755	11	31.131	-31.253	-23	54	2	12	1984
30	61	12755	23	31.106	-31.188	-20	54	2	12	1984

Figure 4-5 : Listing d'un fichier A obtenu par LECAB.

129158113
122164125
116134132
127107110
121137144
70 160153
145143129
138136168
119147136
110130135
117158100
89 13896
144147169
144125162
96 139133
92 148155
106125131

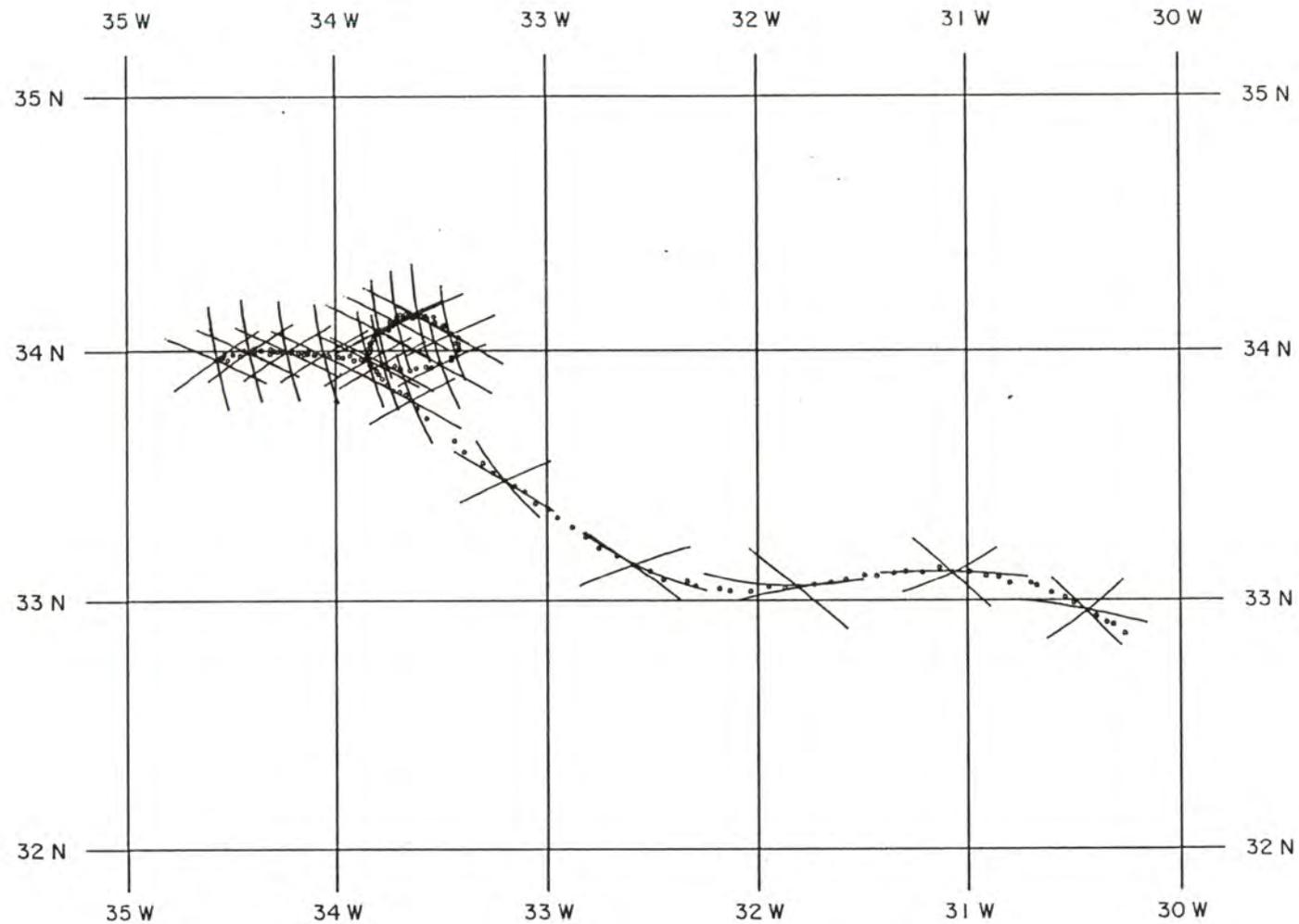
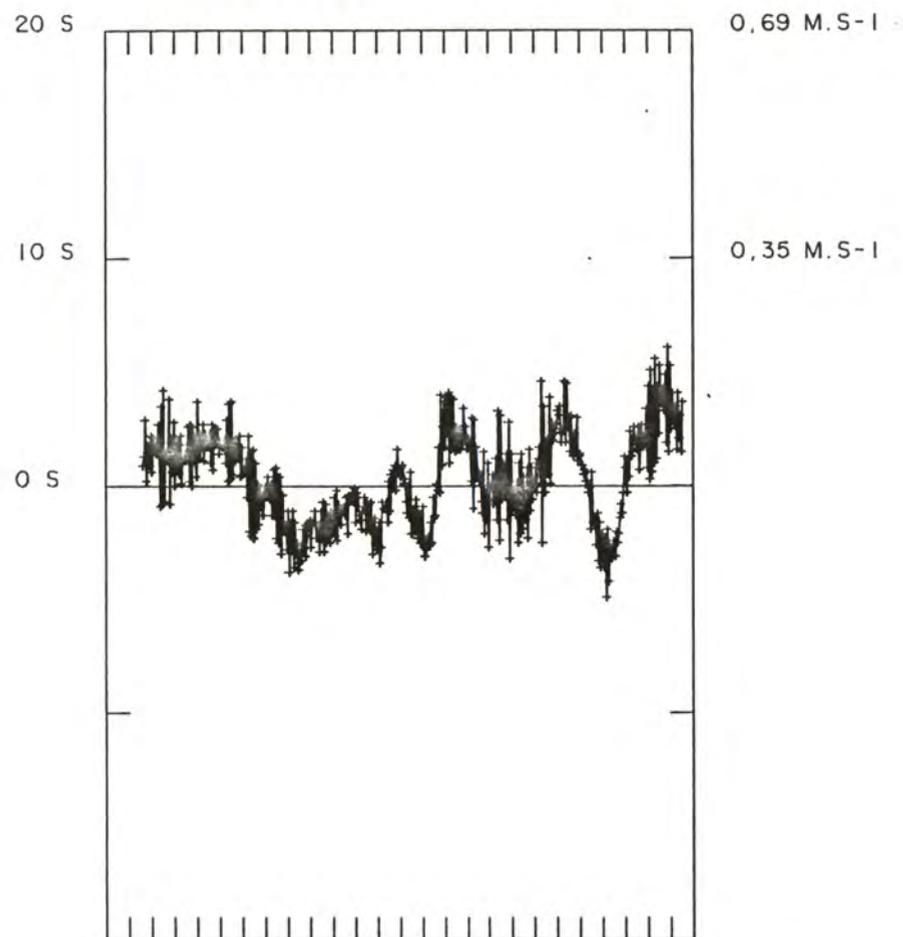


Figure 4-6 : Tracé des arcs à temps constant au voisinage du flotteur, obtenu par le programme TARCS.

PREMIERE DIFFERENCE

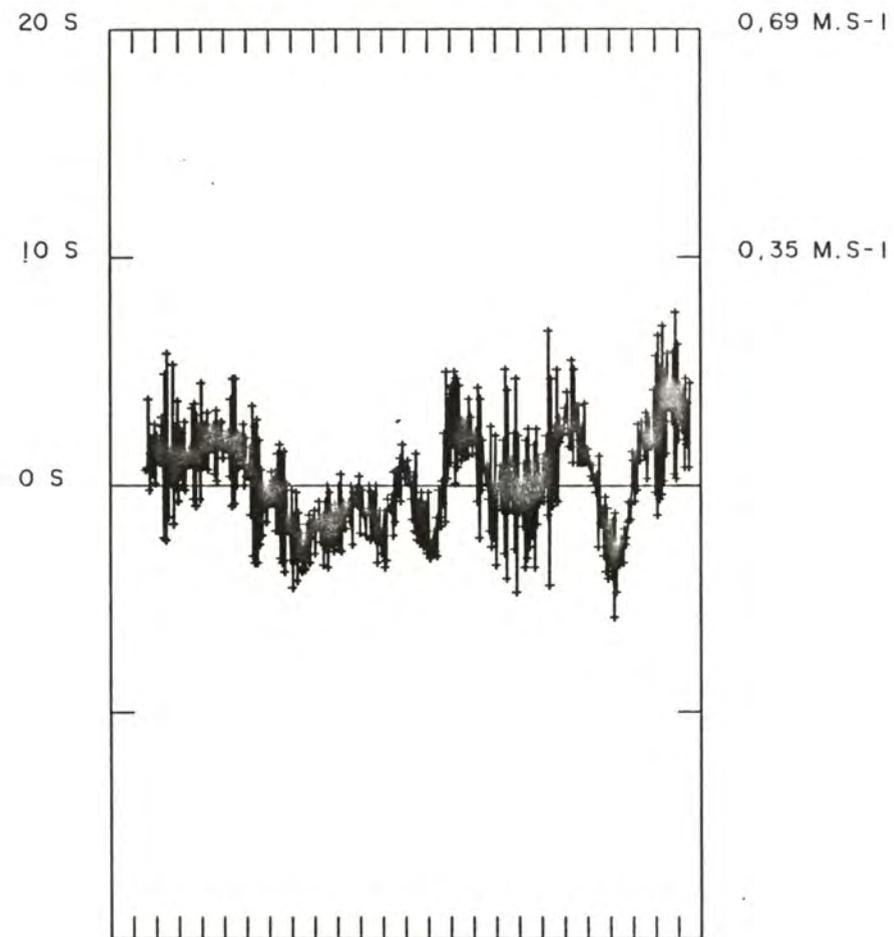


12705

O H

F21S10

PREMIERE DIFFERENCE



12705

O H

G21S10

Figure 4-7 : A gauche les premières différences originales. A droite les premières différences du fichier corrigé de l'effet Doppler avec estimation de la vitesse donnée par la courbe de gauche : $V_1 = (TOA(i+1) - TOA(i)) * VSON/12H$.

PREMIERE DIFFERENCE

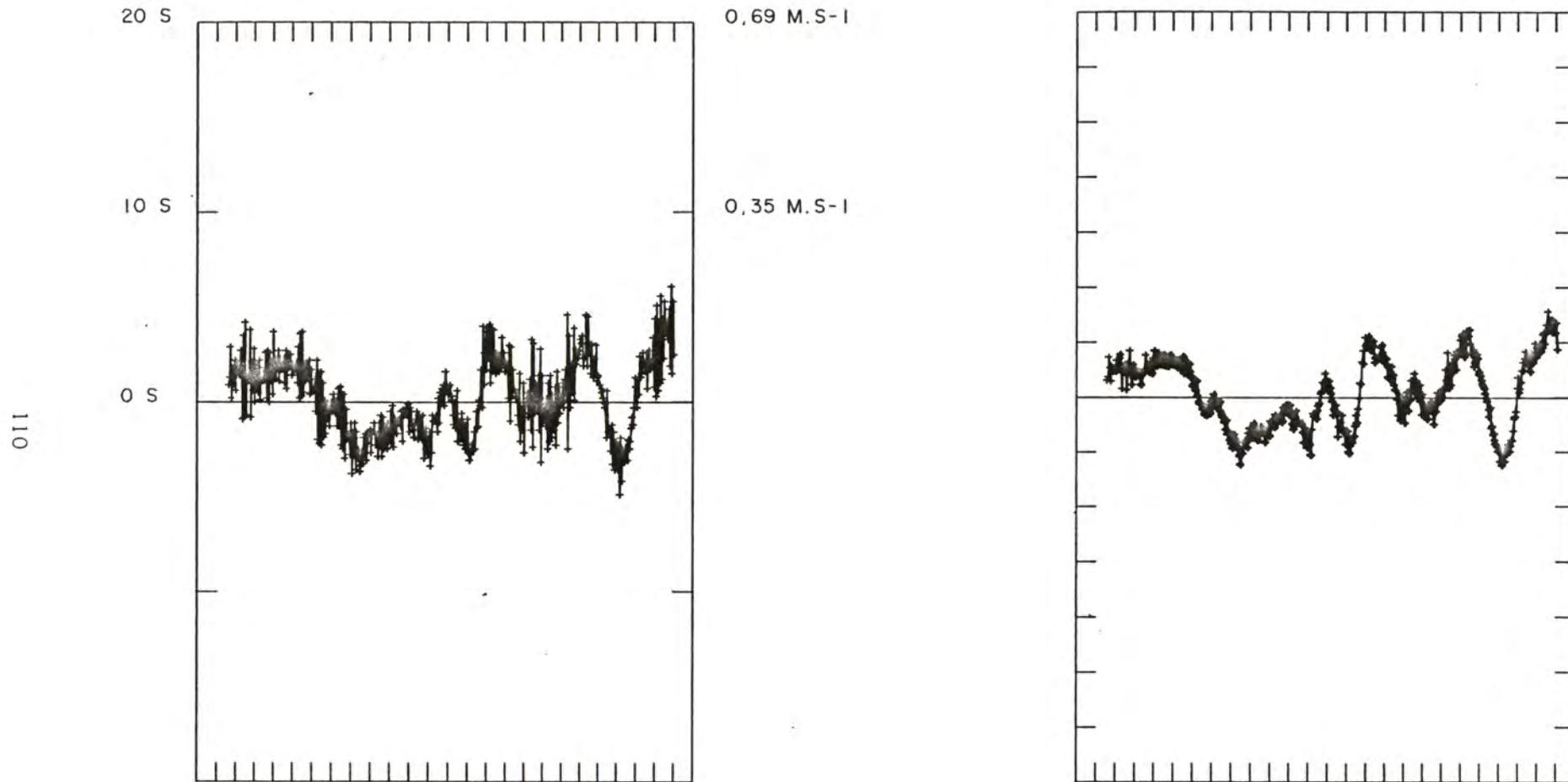


Figure 4-8 : A gauche les premières différences originales. A droite la vitesse estimée par V_2 utilisée pour effectuer la correction Doppler.

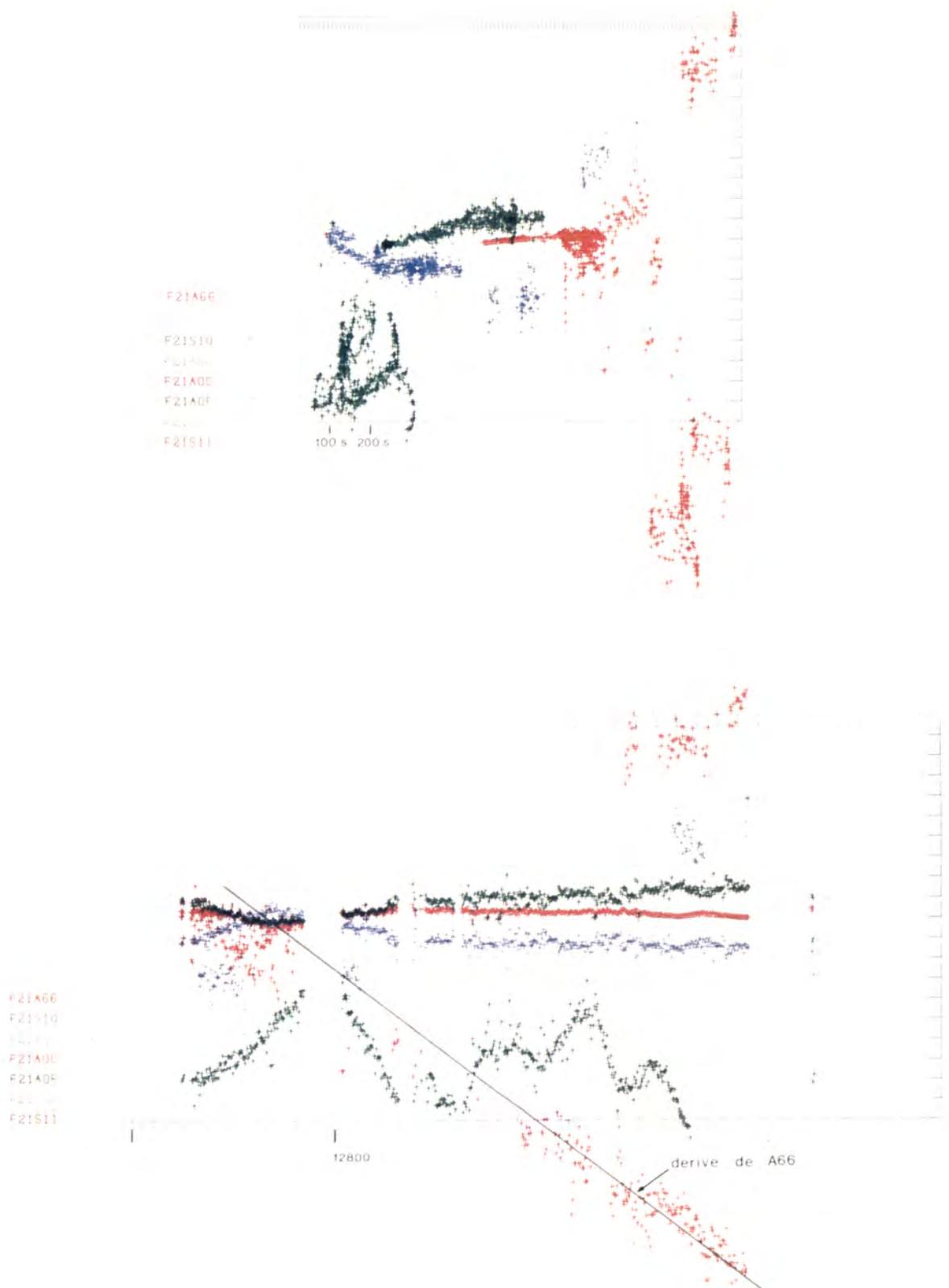


Figure 4-9 : Tracé des résidus en fonction du temps (en bas) et en fonction de la distance aux différentes stations (en haut). On met ainsi en évidence une dérive très importante de la station A66 (après vérification, il s'avère que la dérive d'horloge avait été mal corrigée).

FLOTTEUR NO : 61

STATIONS D'ECOUTE : S10 S11 S07 A0C A0F A0D

JUL50	JJ	MM	AN	IH	STATIONS D'ECOUTE
*****	**	**	**	**	*****
12740	17	11	84	23	A0C
12741	18	11	84	11	S10 S11 S07 A0C A0F A0D
12744	21	11	84	23	S10 S11 S07 A0F A0D
12747	24	11	84	11	S10 S11 S07 A0C A0F A0D
12751	28	11	84	23	S10 S11 S07 A0F A0D
12755	2	12	84	11	S10 S11 S07 A0C A0F A0D
12759	6	12	84	23	S10 S11 S07 A0C A0F
12768	15	12	84	23	S10 S11 S07 A0F
12771	18	12	84	23	S10 S11 S07 A0C A0F
12773	20	12	84	11	S10 S11 S07 A0F
12774	21	12	84	11	S10 S11 S07
12780	27	12	84	23	S10 S11 S07 A0D
12781	28	12	84	23	S10 S11 S07 A0C A0D
12784	31	12	84	11	S10 S11 S07 A0D
12787	3	1	85	11	S10 S11 S07 A0C A0D
12788	4	1	85	11	S10 S11 S07 A0D
12800	16	1	85	23	S10 S11 S07 A0C A0D
12801	17	1	85	11	S10 S11 S07 A0D
12807	23	1	85	23	S10 S11 S07 A0C A0D
12821	6	2	85	23	S10 S11 S07
12827	12	2	85	11	S10 S11 S07 A0F
12831	16	2	85	11	S10 S11 S07 A0C A0F
12833	18	2	85	23	S10 S11 S07 A0F
12837	22	2	85	11	S10 S11 S07 A0C A0F
12840	25	2	85	23	S10 S11 S07 A0C A0F A0D
12842	27	2	85	11	S10 S11 S07 A0C A0F
12845	2	3	85	23	S10 S11 S07 A0F
12849	6	3	85	23	S10 S11 S07 A0F A0D
12863	20	3	85	23	S10 S11 S07 A0C A0F A0D
12866	23	3	85	23	S10 S11 S07 A0C A0F
12888	14	4	85	23	S10 S11 S07 A0C A0F A0D
12918	14	5	85	11	S10 S11 S07 A0C A0F
12928	24	5	85	23	S10 S11 S07 A0F
DERNIER JOUR D'ECOUTE :					

12934	30	5	85	23	S10 S11 S07 A0F

Figure 4-10 : Exemple de sortie obtenue par TCTRS.

COMPLEMENT N° 1

UTILISATION DE L'ELLIPSOÏDE WGS72 POUR LE CALCUL DES POSITIONS

L'ellipsoïde de révolution WGS72 a pour constantes :

$$a = 6378,135 \text{ km (demi grand axe ou rayon équatorial)}$$

$$f = 1/298,26 \text{ (aplatissement : } f = \frac{a-b}{a}\text{)}$$

$$\text{d'où } e^2 = 0,006694318 \text{ (e : excentricité ; } e^2 = \frac{a^2-b^2}{a^2} = 1-(1-f)^2\text{)}$$

$$\text{et } b = 6356,75052 \text{ km}$$

Le calcul des distances sur l'ellipsoïde est effectué par la formule d'Andoyer dont la précision relative est de l'ordre de 10^{-5} , soit environ 100 m à 10000 km (H. Andoyer : Formule donnant la longueur de la géodésique joignant 2 points de l'ellipsoïde donnés par leurs coordonnées géographiques. Bull. Géod. 1934, n° 32, pp. 77-81 ; G. Bessero : Cours de Géodésie EPSHOM 1983).

$$\text{Posons } d = \arccos (\sin l_1 \cdot \sin l_2 + \cos l_1 \cdot \cos l_2 \cdot \cos \Delta G)$$

l_1, G_1 latitude et longitude du point M_1 en radians

l_2, G_2 latitude et longitude du point M_2 en radians

d est la valeur angulaire (en radians) de M_1M_2 sur la sphère (l'expression donnant d n'est autre que la formule dite de Gauss utilisée en trigonométrie sphérique).

Andoyer obtient la formule approchée suivante pour calculer ΔS , longueur de la géodésique joignant M_1 à M_2 :

$$\Delta S = a \left[d - \frac{f}{4} \left[\frac{d-3 \sin d}{1 + \cos d} (\sin l_1 + \sin l_2)^2 + \frac{d+3 \sin d}{1 + \cos d} (\sin l_1 - \sin l_2)^2 \right] \right]$$

Dans le cas des flotteurs SOFAR dérivant vers 700 m, et avec des stations d'écoute immergées vers 1500 m, les rayons sonores voyagent grosso modo entre 500 et 3000 mètres (cf. figure 4-19 ou 4-20). Nous avons choisi comme rayon équatorial $a = 6377$ km et comme aplatissement $f = 1/298,25$; ce qui correspond à une profondeur moyenne de propagation du son d'environ 1,13 km. Ceci est assez arbitraire mais il n'est guère possible de faire mieux sans prendre en compte la trajectoire réelle des rayons sonores. Remarquons aussi qu'une erreur de 64 m sur l'immersion implique une erreur relative de 10^{-5} sur la distance ΔS ! Heureusement les distances flotteur-station sont de l'ordre de 1000 km, et une erreur de 500 mètres sur la profondeur moyenne de propagation du son n'implique que 80 mètres d'erreur sur ΔS , ce qui est en deçà de la simple résolution du corrélateur (0,1 seconde correspondant à 150 m de distance).

La subroutine qui permet le calcul de ΔS est ELLIP. Pour la longueur du 1/4 de méridien (de l'équateur au pôle) ELLIP donne (avec $a = 6377$ km et $f = 1/298,25$) 10000,174 km.

La valeur exacte est donnée par

$$B = a \int_0^{\pi/2} (1 - e^2 \cos^2 u)^{1/2} du = a \int_0^{\pi/2} (1 - e^2 \sin^2 u)^{1/2} du$$

$$= a \frac{\pi}{2} (1 - e^2) \left(1 + \frac{3}{4} e^2 + \frac{45}{64} e^4 + \frac{175}{256} e^6 + \dots \right)$$

et les tables de M. Abramowitz et I.A. Stegun (Table 17.2, p. 611) donnent pour $e^2 = 0,006694542$: $B = 10000,020$ km.

Soit une erreur de 150 m pour 10000 km (on retrouve bien la précision relative de 10^{-5} environ).

COMPLEMENT N° 2

ETUDE ELEMENTAIRE DES ERREURS SUR LA POSITION DES FLOTTEURS

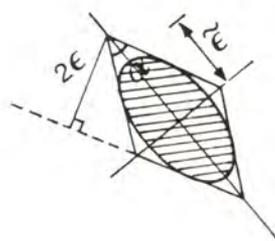
Nous allons énumérer et évaluer (si possible) toutes les erreurs qui peuvent entacher la détermination de la position du flotteur.

A) ERREUR ALEATOIRE DUE AU POSITIONNEMENT CIRCULAIRE (avec 2 stations). Supposons que les 2 temps de propagation n'aient pas d'erreurs systématiques mais seulement une erreur aléatoire $\pm \epsilon$ (par exemple causée par les tourbillons d'échelle moyenne rencontrés lors de la propagation des rayons sonores entre le flotteur et la station). Pour l'instant nous ne modéliserons pas les erreurs par une gaussienne -ce qui serait plus exact-, mais on peut imaginer qu'épsilon représente l'écart-type de la distribution gaussienne de l'erreur.

On voit sur la figure 4-11 que l'erreur est maximale sur la ligne joignant les 2 stations. Il conviendra donc d'exclure la zone hachurée dont les limites sont données par les 2 cercles d'où l'on voit S_1S_2 sous un angle constant. Dans le programme TCTRB, nous avons choisi 15° (ou 165°) comme angle limite.

Loin des stations (i.e. pour des distances $\gg \epsilon.VSON$) on a approximativement un losange d'erreur (en temps) dont la plus grande diagonale vaut $D = 2\epsilon/\sin(\alpha/2)$, si α est l'angle aigu du losange. Si l'on se souvient qu'on a en fait une distribution gaussienne, il convient de prendre l'ellipse inscrite au losange et tangente à celui-ci au milieu des côtés, d'où l'écart-type dans la direction du grand axe :

$$\tilde{\epsilon} = \frac{D}{2\sqrt{2}} = \frac{\epsilon}{\sqrt{2} \cdot \sin(\alpha/2)}$$



Avec $\alpha = 15^\circ$; $\epsilon \approx 5,4 \cdot \epsilon$ (c'est-à-dire que si $\epsilon = 1s$, l'erreur sur la position sera au maximum de $\approx \pm 8$ km).

Remarquons enfin, que près des stations (distances de l'ordre de $\epsilon \cdot VSON$), il peut ne pas y avoir intersection aussi est-on amené à exclure également 2 petits disques centrés en S1 et S2 de diamètre temporel disons 4ϵ .

A fin de comparaison avec ce qui suit, le lecteur pourra montrer que l'ellipse homothétique de la précédente dans le rapport $2/\sqrt{3}$ contient ≈ 50 % de la probabilité.

B/ ERREUR ALEATOIRE DUE AU POSITIONNEMENT HYPERBOLIQUE

(détermination du point d'intersection des 3 hyperboles $\tilde{T}_2 - \tilde{T}_1 = T_2 - T_1$, $\tilde{T}_3 - \tilde{T}_2 = T_3 - T_2$, $\tilde{T}_1 - \tilde{T}_3 = T_1 - T_3$ où T_1, T_2, T_3 sont les données et $\tilde{T}_1, \tilde{T}_2, \tilde{T}_3$ les temps de propagation entre le point d'intersection et les stations 1, 2 et 3).

La dérive de l'horloge du flotteur est alors donnée par $d = \tilde{T}_i - T_i$ $i = 1, 2$ ou 3 . Remarquons que les moindres carrés sur T_1, T_2 et T_3 avec estimation de x_f, y_f et d donnent la même solution puisqu'alors la somme des moindres carrés est nulle :

$$\Sigma = (T_1 - \tilde{T}_1 + d)^2 + (T_2 - \tilde{T}_2 + d)^2 + (T_3 - \tilde{T}_3 + d)^2 = 0$$

Nous allons estimer l'ellipse d'erreur sur le point estimé en supposant que les erreurs sur T_1, T_2 et T_3 sont indépendantes et gaussiennes (d'écart-type ϵ e.g.).

Etudions donc l'hexagone suivant, centré au point d'intersection des 3 hyperboles définies par T_1, T_2 et T_3

$$H_{12} = T_2 - T_1$$

$$H_{23} = T_3 - T_2$$

$$\text{et } H_{31} = T_1 - T_3 = -H_{12} - H_{23}$$

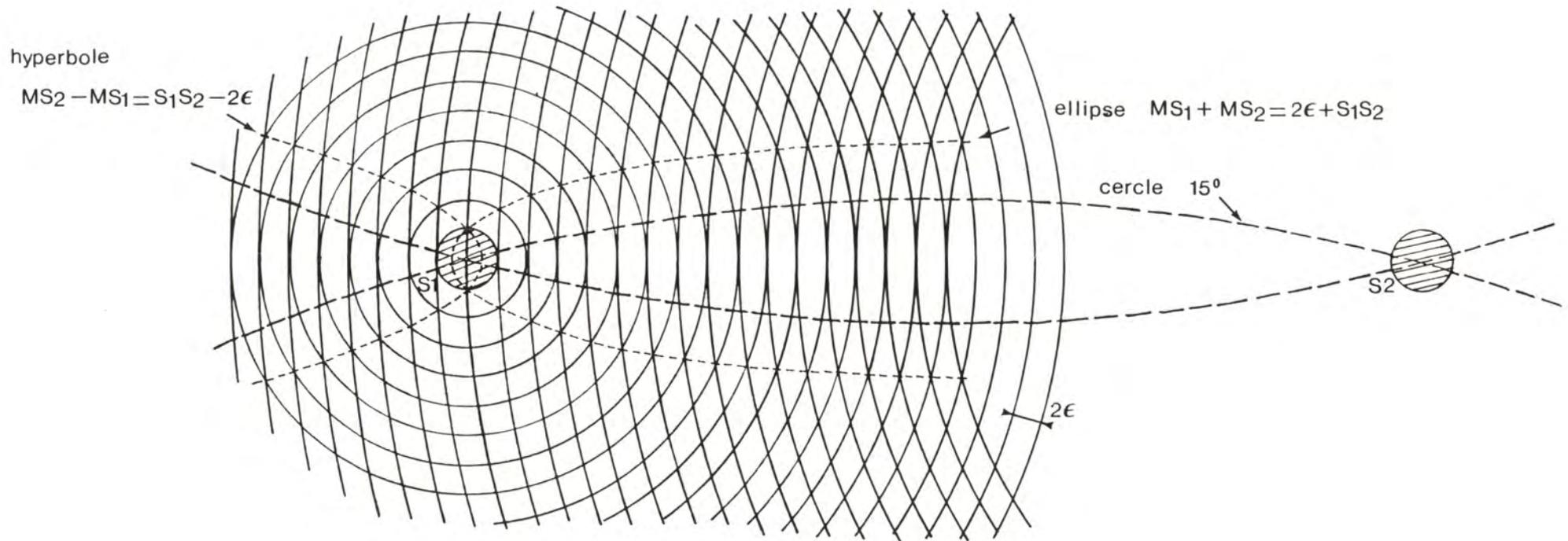
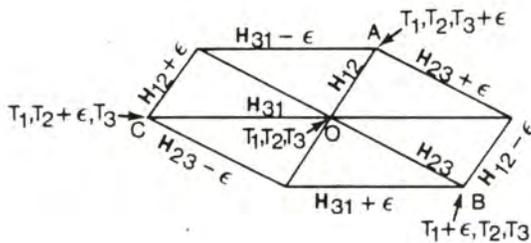


Figure 4-11 : Intersections des cercles à temps constant avec 2 stations d'écoute (positionnement circulaire).

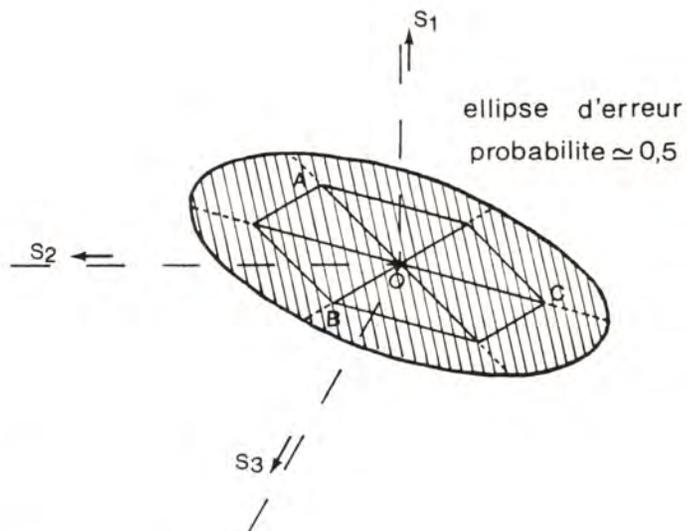
On peut remarquer que tous les temps tels que $t_i = T_i + \alpha$, α constante quelconque ($i = 1, 2$ et 3), correspondent au même point d'intersection (donc une erreur sur l'horloge du flotteur n'influe pas sur l'erreur de position).

L'hexagone est défini comme le polygone dont les sommets correspondent à une erreur sur un des 3 temps égale à $+\epsilon$ ou à $-\epsilon$: par exemple le point correspondant à $T_1, T_2, T_3 + \epsilon$ et nommé A sur le dessin ci-dessous est à l'intersection des hyperboles $H_{12}, H_{23} + \epsilon$ et $H_{31} - \epsilon$



on a $\vec{OA} + \vec{OB} + \vec{OC} = \vec{0}$

Nous allons montrer que l'erreur sur la position suit une loi de Gauss à 2 variables et que l'ellipse "d'erreur" est homothétique de l'ellipse centrée en θ et passant par A, B et C, dans le rapport $\sqrt{2}$ (car $\text{var}(T_2 - T_1) = \text{var}(T_2) + \text{var}(T_1) = 2\epsilon^2$ par exemple).



Démonstration

Soient $y_1 = T_2 - T_1$
 $y_2 = T_3 - T_2$
 $y_3 = T_1 - T_3$

Comme $y_3 = -y_1 - y_2$ le triplet (y_1, y_2, y_3) a une densité de probabilité nulle dans l'espace en dehors du plan $y_1 + y_2 + y_3 = 0$, normal au vecteur $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$. Considérons donc seulement le couple (y_1, y_2) et cherchons

sa densité de probabilité.

La fonction génératrice (des moments) de (y_1, y_2) s'écrit :

$$m_{y_1, y_2}(t_1, t_2) = E [e^{y_1 t_1 + y_2 t_2}]$$

(cf. par exemple Mood, Graybill and Boes, Introduction to the theory of statistics 3rd edition (1974) McGraw-Hill).

$$\begin{aligned} \text{Soit } m_{y_1, y_2}(t_1, t_2) &= E [e^{(T_2 - T_1)t_1 + (T_3 - T_2)t_2}] \\ &= E [e^{-T_1 t_1} e^{T_2(t_1 - t_2)} e^{-T_3 t_2}] \\ &= E [e^{-T_1 t_1}] E [e^{T_2(t_1 - t_2)}] E [e^{-T_3 t_2}] \end{aligned}$$

car T_1, T_2 et T_3 sont indépendantes

$$= m_{T_1}(-t_1) \cdot m_{T_2}(t_1 - t_2) \cdot m_{T_3}(-t_2)$$

$$= \exp \epsilon^2(t_1^2/2) \cdot \exp \epsilon^2((t_1 - t_2)^2/2) \cdot \exp \epsilon^2(t_2^2/2) = \exp \epsilon^2(t_1^2 + t_2^2 - t_1 t_2)$$

Ce qui est la fonction génératrice d'une loi normale à 2 variables avec

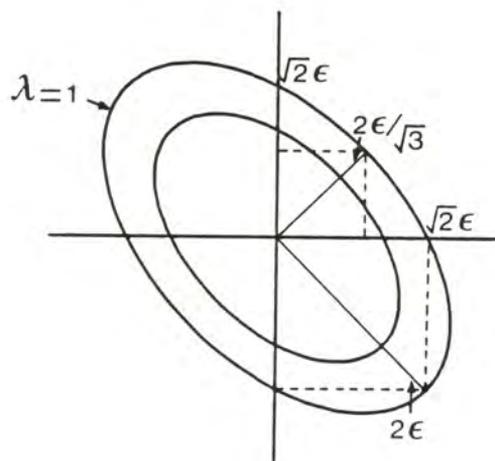
$$\text{var}(y_1) = \text{var}(y_2) = \left. \frac{\partial^2 m}{\partial t_1^2} \right|_{t_1=t_2=0} = 2 \cdot \epsilon^2$$

$$\text{covar}(y_1, y_2) = E[y_1 \cdot y_2] = \left. \frac{\partial^2 m}{\partial t_1 \partial t_2} \right|_{t_1=t_2=0} = -1 \cdot \epsilon^2$$

La densité de probabilité de (y_1, y_2) s'écrit donc :

$$\frac{1}{\epsilon^2 2\pi\sqrt{3}} \exp \left[-\frac{2}{3\epsilon^2} (y_1^2/2 + y_1 y_2/2 + y_2^2/2) \right] = \frac{1}{\epsilon^2 2\pi\sqrt{3}} \exp \left[-\frac{2}{3} \lambda^2 \right]$$

Dans le plan (y_1, y_2) , les courbes d'égal probabilité sont des ellipses homothétiques :



Si l'on projette verticalement cette densité de probabilité sur le plan $y_1+y_2+y_3=0$, on obtient une densité de probabilité isotrope (car l'angle de projection a pour cosinus $1/\sqrt{3}$) ce qui est raisonnable vu les rôles symétriques joués par y_1, y_2 et y_3 . Par affinité, l'ellipse définie par $\lambda = 1$ ci-dessus se transforme en l'ellipse "d'erreur". La probabilité pour que le point soit à l'intérieur de cette ellipse "d'erreur" est la même que la probabilité que (y_1, y_2) soit à l'intérieur de l'ellipse ci-dessus ($y_1^2/2+y_1y_2/2+y_2^2/2 = \epsilon^2$).

Calculons cette probabilité : l'aire de l'ellipse de paramètre λ vaut $A = \pi\lambda^2 (4/\sqrt{3}) \epsilon^2$ et donc l'aire comprise entre les ellipses de paramètres λ et $\lambda+d\lambda$ vaut $dA=2\pi\lambda d\lambda(4/\sqrt{3})\epsilon^2$.

La probabilité cherchée est donc :

$$P(\lambda=1) = \int_0^1 \frac{1}{2\pi\sqrt{3}} e^{-\frac{2v^2}{3}} \cdot 2\pi \cdot 4/\sqrt{3} v dv$$

soit $\frac{4}{3} \int_0^1 \frac{e^{-\frac{2w}{3}}}{3} dw/2 = 1 - e^{-\frac{2}{3}} \approx 0,49$

Il convient de remarquer que les écarts-types de H_{12} , H_{23} et H_{31} ne se trouvent pas en général sur l'ellipse que nous qualifions "d'erreur" (d'ailleurs si l'on porte sur les rayons vecteurs les écarts-types des variables unidirectionnelles associées, sous l'hypothèse d'un processus gaussien bidimensionnel, la figure dessinée n'est pas une ellipse ! (voir l'exemple figure 4-13 ci-dessous)).

Les résultats précédents ont été établis en un point suffisamment éloigné des trois stations de façon à pouvoir assimiler 2 rayons issus d'une même station à 2 parallèles. Dans la pratique on calculera les sommets de l'hexagone comme intersection des arcs d'hyperboles. On trouvera figure 4-14 un exemple de tracé des petits hexagones d'erreurs.

Si l'on utilise la méthode des moindres carrés pour calculer le point, comme celle-ci donne le même résultat que le positionnement

hyperbolique, (dans le cas où l'on a 3 données et qu'on estime les 3 paramètres : x_f , y_f et d), on obtient la même ellipse "d'erreur".

Si maintenant on n'estime plus que 2 paramètres (x_f et y_f) toujours avec 3 données, on peut penser que l'ellipse d'incertitude (si ellipse il y a) sera plus petite. C'est bien ce qui se passe en général et ce que nous allons maintenant démontrer.

C/ ERREUR ALEATOIRE SUR LA POSITION OBTENUE PAR MOINDRES CARRES.

Nous supposons que au voisinage du point estimé, les arcs à temps constant sont assimilables à des droites.

Ces droites ont pour équations normales :

$$\cos \theta_i x + \sin \theta_i y + r_i = 0$$

où $\cos \theta_i$ est le vecteur unitaire normal à la droite (d_i) et r_i la distance de l'origine à celle-ci.

On cherche le point (x, y) tel que la somme des carrés des distances de ce point aux différentes droites (d_i) soit minimale, i.e.

$$\cos \theta_i x + \sin \theta_i y + r_i = e_i \quad (i = 1, \dots, n)$$

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 \text{ minimal}$$

$$\frac{\partial \Sigma}{\partial x} = 0 \text{ donne } x \sum \cos^2 \theta_i + y \sum \sin \theta_i \cos \theta_i + \sum r_i \cos \theta_i = 0$$

$$\frac{\partial \Sigma}{\partial y} = 0 \text{ donne } x \sum \sin \theta_i \cos \theta_i + y \sum \sin^2 \theta_i + \sum r_i \sin \theta_i = 0$$

$$\text{Si l'on pose } A = \sum \cos^2 \theta_i, \quad B = \sum \sin^2 \theta_i, \quad C = \sum \sin \theta_i \cos \theta_i$$

$$D = \sum r_i \cos \theta_i, \quad E = \sum r_i \sin \theta_i$$

La solution x_s , y_s s'écrit :

$$x_s = \frac{CE - BD}{AB - C^2}$$

$$y_s = \frac{CD - AE}{AB - C^2}$$

Plaçons-nous maintenant dans le repère dont l'origine coïncide avec le point estimé.

On vérifie immédiatement sur les expressions de x_s et y_s que les droites (d_i') telles que $r_i' = kr_i$ donnent le même point estimé (à savoir l'origine). De plus un déplacement dr_i sur les droites (d_i) ou sur les droites (d_i') donnera le même déplacement dx_s, dy_s sur le point estimé. Evaluons la densité de probabilité de ce déplacement sous l'hypothèse que les droites (d_i) sont à $r_i + dr_i$ de l'origine ; dr_i ayant pour densité de probabilité $\exp\left(-\frac{(dr_i)^2}{2\sigma^2}\right)$ et les différents dr_i étant supposés indépendants les uns des autres.

La fonction génératrice (des moments) de dx_s, dy_s s'écrit :

$$m_{x,y}(t_1, t_2) = E \left[e^{xt_1 + yt_2} \right] = E \left[\exp\left\{ (AB-C^2)^{-1} \cdot \left((\sum a_i dr_i) t_1 + (\sum b_i dr_i) t_2 \right) \right\} \right]$$

$$\text{où } a_i = C \sin \theta_i - B \cos \theta_i$$

$$\text{et } b_i = C \cos \theta_i - A \sin \theta_i$$

$$\text{d'où } m_{x,y}(t_1, t_2) =$$

$$= E \left[\exp\left\{ (AB-C^2)^{-1} (dr_1(a_1t_1 + b_1t_2) + dr_2(a_2t_1 + b_2t_2) + dr_3(a_3t_1 + b_3t_2)) \right\} \right]$$

$$= E \left\{ \exp \left[(a_1t_1 + b_1t_2) \frac{dr_1}{AB-C^2} \right] \right\} E \left\{ \exp \left[(a_2t_1 + b_2t_2) \frac{dr_2}{AB-C^2} \right] \right\} E \left\{ \exp \left[(a_3t_1 + b_3t_2) \frac{dr_3}{AB-C^2} \right] \right\}$$

à cause de l'indépendance des dr_i

$$= m_{r1} \left[\frac{a_1t_1 + b_1t_2}{AB-C^2} \right] \cdot m_{r2} \left[\frac{a_2t_1 + b_2t_2}{AB-C^2} \right] \cdot m_{r3} \left[\frac{a_3t_1 + b_3t_2}{AB-C^2} \right]$$

$$= \exp \left[\frac{1}{2} \frac{(a_1t_1 + b_1t_2)^2}{(AB-C^2)^2 \sigma^2} \right] \cdot \exp \left[\frac{1}{2} \frac{(a_2t_1 + b_2t_2)^2}{(AB-C^2)^2 \sigma^2} \right] \cdot \exp \left[\frac{1}{2} \frac{(a_3t_1 + b_3t_2)^2}{(AB-C^2)^2 \sigma^2} \right]$$

$$\text{Evaluons } (a_1t_1 + b_1t_2)^2 = a_1^2 t_1^2 + b_1^2 t_2^2 + 2a_1 b_1 t_1 t_2$$

$$(a_2t_1 + b_2t_2)^2 = a_2^2 t_1^2 + b_2^2 t_2^2 + 2a_2 b_2 t_1 t_2$$

$$(a_3t_1 + b_3t_2)^2 = a_3^2 t_1^2 + b_3^2 t_2^2 + 2a_3 b_3 t_1 t_2$$

Soit en sommant :

$$t_1^2 (a_1^2 + a_2^2 + a_3^2) + t_2^2 (b_1^2 + b_2^2 + b_3^2) + 2t_1 t_2 (a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3)$$

$$\text{mais } a_1^2 = C^2 \sin^2 \theta_i + B^2 \cos^2 \theta_i - 2BC \sin \theta_i \cos \theta_i$$

$$\text{d'où } \Sigma a_i^2 = C^2 \Sigma \sin^2 \theta_i + B^2 \Sigma \cos^2 \theta_i - 2BC \Sigma \sin \theta_i \cos \theta_i$$

$$\text{soit } a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 = C^2 B + B^2 A - 2BC^2 = B (AB - C^2)$$

$$\text{de même } b_1^2 = C^2 \cos^2 \theta_i + A^2 \sin^2 \theta_i - 2AC \sin \theta_i \cos \theta_i$$

$$\text{d'où } \Sigma b_i^2 = C^2 \Sigma \cos^2 \theta_i + A^2 \Sigma \sin^2 \theta_i - 2AC \Sigma \sin \theta_i \cos \theta_i$$

$$\text{soit } b_1^2 + b_2^2 + b_3^2 = C^2 A + A^2 B - 2AC^2 = A (AB - C^2)$$

$$\text{enfin } a_i b_i = (C^2 + AB) \cos \theta_i \sin \theta_i - AC \sin^2 \theta_i - BC \cos^2 \theta_i$$

$$\text{soit } \Sigma a_i b_i = (C^2 + AB)C - 2ABC = C(C^2 - AB)$$

et $m_{x,y}(t_1, t_2)$ s'écrit :

$$\exp \frac{1}{2\sigma^2(AB-C^2)} (Bt_1^2 + At_2^2 - 2Ct_1t_2)$$

Ceci est la fonction génératrice de la loi gaussienne à 2 variables :

$$f_{x,y}(dx_s, dy_s) = \frac{(AB-C^2)^{1/2}}{2\pi\sigma^2} \exp \left[-\frac{1}{2\sigma^2} [A dx_s^2 + B dy_s^2 + 2C dx_s dy_s] \right]$$

$$\text{Posons } \frac{A}{\sigma^2} dx_s^2 + \frac{B}{\sigma^2} dy_s^2 + 2 \frac{C}{\sigma^2} dx_s dy_s = \lambda^2$$

La probabilité pour que le point estimé se trouve à l'intérieur de l'ellipse λ est $p(\lambda) = 1 - \exp(-\lambda^2/2)$; par exemple $p(2/\sqrt{3}) = 0,49$.

$$\text{On a aussi : } \text{var}(dx_s) = \sigma^2 B / (AB - C^2)$$

$$\text{var}(dy_s) = \sigma^2 A / (AB - C^2)$$

$$\text{covar}(dx_s, dy_s) = -C\sigma^2 / (AB - C^2)$$

Comme on peut s'y attendre l'ellipse "d'erreur" pour le positionnement au sens des moindres carrés (2 paramètres estimés) est généralement plus petite que l'ellipse "d'erreur" du positionnement hyperbolique (3 paramètres estimés).

Par exemple la figure ci-dessous donne les 2 ellipses "d'erreur" pour le cas où $\theta_1 = 0^\circ$, $\theta_2 = 90^\circ$, et $\theta_3 = 180^\circ$.

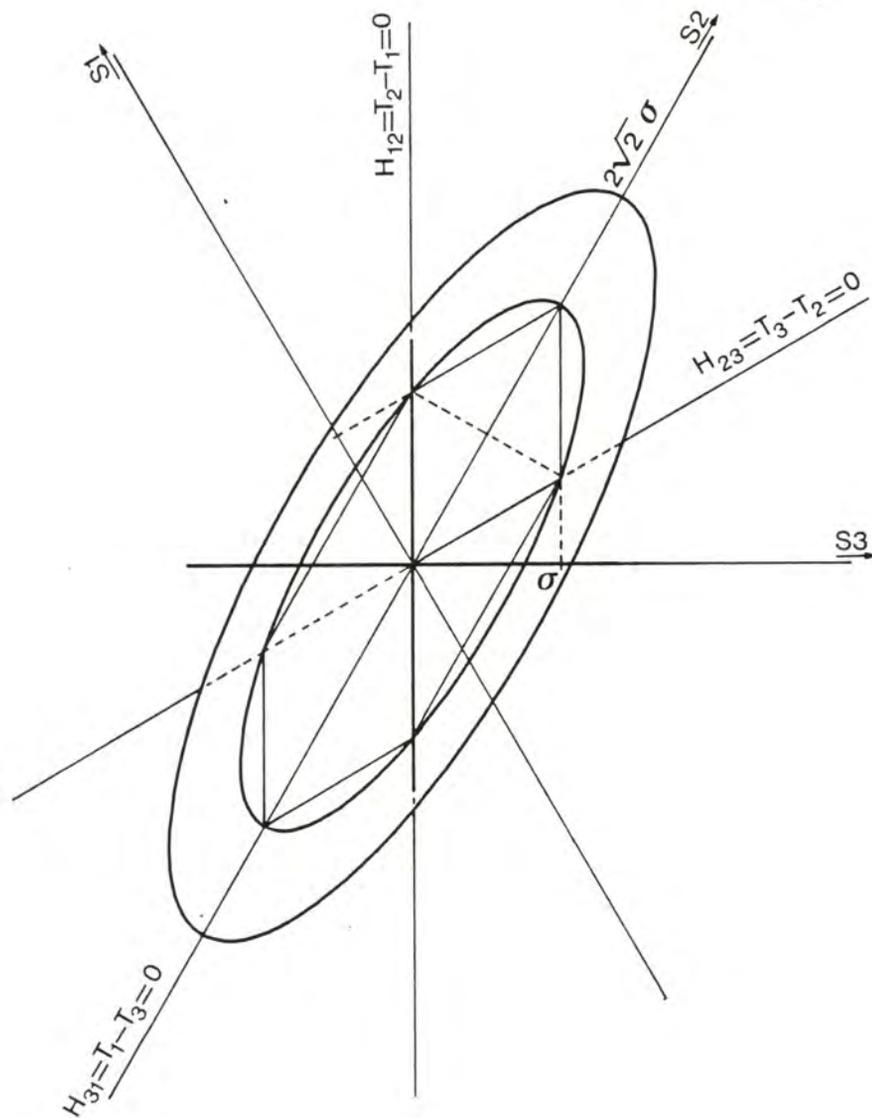


Figure 4-12 : Ellipse d'erreur ($\approx 50\%$ de la probabilité) dans le cas où les angles S_1S_2 et S_2S_3 valent 60° .

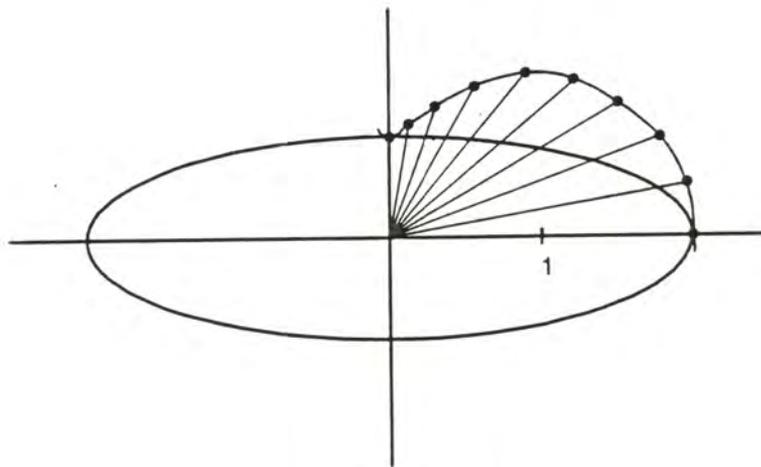


Figure 4-13 : Exemple montrant que le lieu des écart-types associés à $u = \cos\alpha.x + \sin\alpha.y$, n'est pas une ellipse quand la densité de probabilité du couple (x, y) est gaussienne. Dans cet exemple $\sigma_x^2 = 4$, $\sigma_y^2 = 4/9$ et x et y ne sont pas corrélées. La loi gaussienne s'écrit : $p(x, y) = \frac{3}{2\pi \cdot 4} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{4} + \frac{9y^2}{4}\right)\right\}$ et $\text{var}(u) = \cos^2\alpha \cdot \text{var}(x) + \sin^2\alpha \cdot \text{var}(y) = \frac{4}{9}(1 + 8\cos^2\alpha)$. La probabilité que le couple (x, y) soit à l'intérieur de l'ellipse $\frac{x^2}{4} + \frac{9y^2}{4} = 1$ est $\simeq 0,39$.

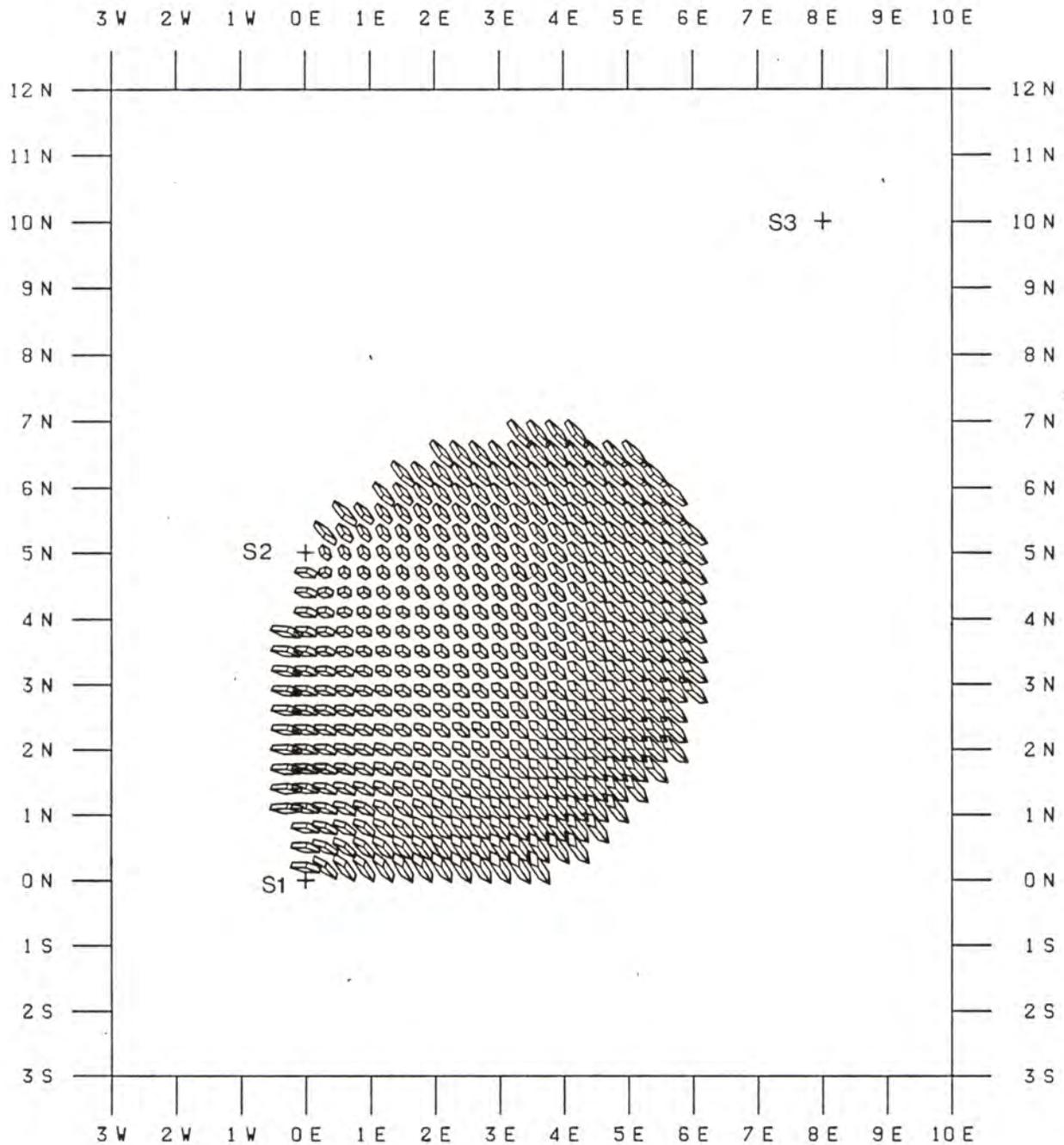
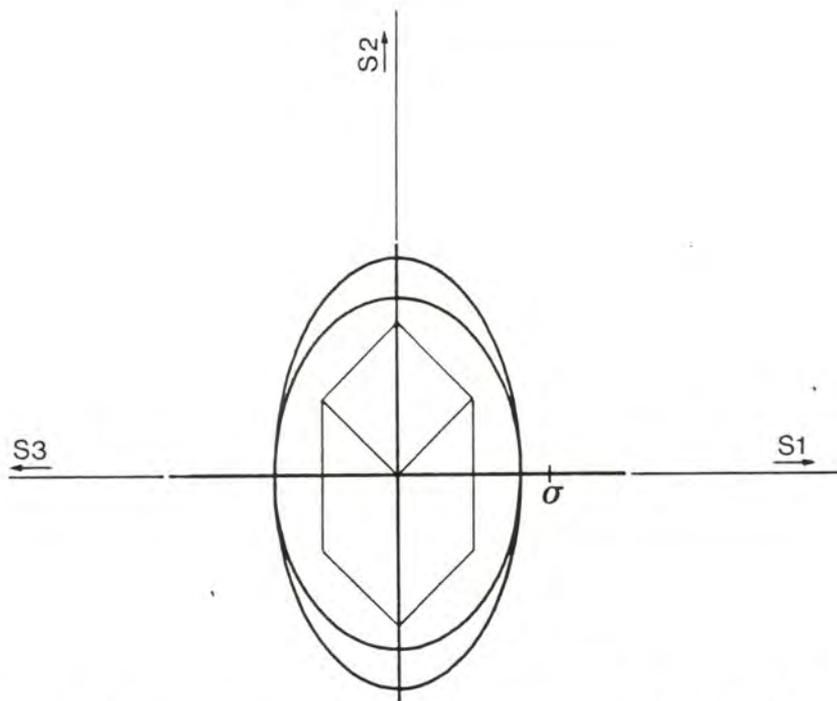


Figure 4-14 : Hexagones "d'erreur" composés de 3 parallélogrammes dont les côtés sont des arcs d'hyperbole ayant pour foyers les stations S_1 , S_2 et S_3 , et "distants" de $1s$ ($\Delta(MS_1 - MS_2) = 1s$). L'échelle des hexagones est environ 10 fois celle de la carte. Seuls sont représentés les hexagones dont la plus grande diagonale des 3 parallélogrammes est inférieure à 5 km. Au centre de la zone celle-ci a pour minimum 1,85 km.



Dans le cas particulier où $\theta_i = \theta_0 + 2\pi(i-1)/N$; $i = 1, N$ on trouve pour

$$A = \sum_{i=1}^N \cos^2 \theta_i = \sum_{i=1}^N \frac{\cos 2\theta_i}{2} + \sum_{i=1}^N \frac{1}{2} = \frac{N}{2}$$

$$B = \sum_{i=1}^N \sin^2 \theta_i = \frac{N}{2}$$

$$C = \sum_{i=1}^N \sin \theta_i \cos \theta_i = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sin 2\theta_i = \frac{1}{2} \operatorname{Im} \sum_{i=1}^N e^{2i\theta_i} = 0$$

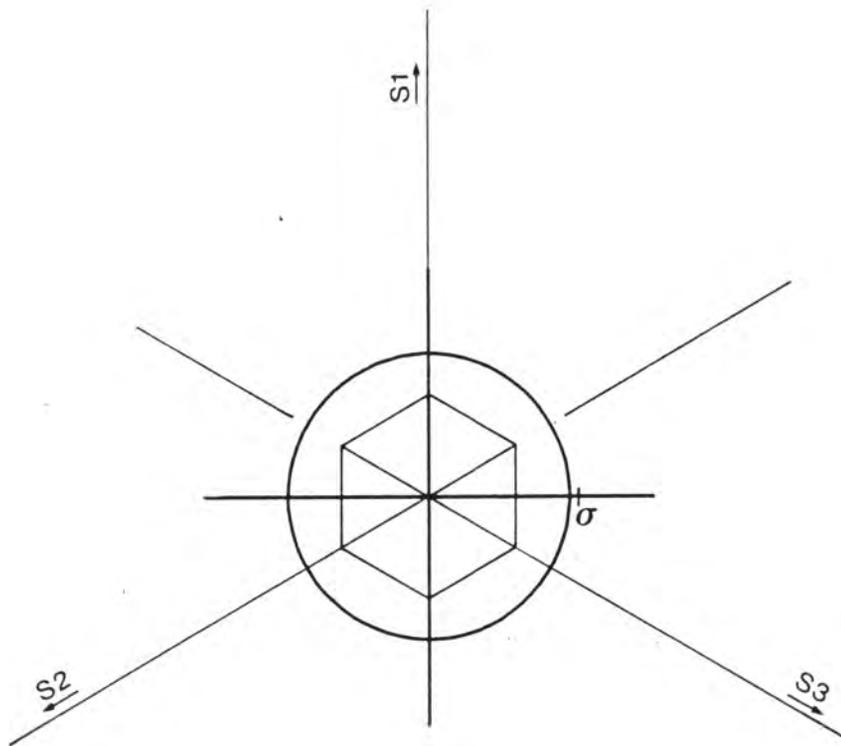
La densité de probabilité est isotrope (circulaire) et le rayon du cercle correspondant à $\lambda = 2/\sqrt{3}$ ($p(2/\sqrt{3}) \simeq 0,49$) est donné par

$$r^2_{(\lambda=2/\sqrt{3})} = \frac{4}{3} \cdot \frac{2\sigma^2}{N}$$

$$\text{et } \operatorname{var}(dx_s) = \operatorname{var}(dy_s) = 2\sigma^2/N$$

On constate que plus N est grand, meilleure est la précision sur l'estimation de la position (l'écart-type varie comme $N^{-1/2}$).

Dans le cas $N = 3$, on obtient exactement le même résultat qu'en positionnement hyperbolique (avec estimation de la dérive soulignons-le !). Cela tient à ce que dans cette géométrie isotrope, l'estimation de la dérive n'influe en rien sur la précision du positionnement.



D/ ERREUR DUE A LA CORRELATION A LA STATION D'ECOUTE.

Expliquons tout d'abord comment fonctionne le corrélateur à la station d'écoute : le signal reçu à la station d'écoute bat avec une référence carrée de fréquence $f_2 = 1/T_2 = 284,0909 \pm 0,0003$ Hz (le quartz de la station est à 10^{-6} près). Si le signal reçu comprend des fréquences entre f_0 et $f_0 + \Delta f$, on obtient après le battement avec la référence de fréquence f_2 , des fréquences comprises entre $f_2 - f_0 - \Delta f$ et $f_2 - f_0$ et des hautes fréquences. On filtre passe bande ensuite pour ne garder que les fréquences comprises entre $f_2 - f_0 - \Delta f$ et $f_2 - f_0$. Le filtre utilisé est un Butterworth du 4ème ordre dont la bande passante va grosso modo de 22 à

25 Hz.

On fait ensuite battre le signal sortant avec un signal carré de fréquence $f_3 = 24,9752 \pm 0,00003$ Hz et on obtient ainsi des fréquences comprises entre $f_3 - f_2 + f_0$ et $f_3 - f_2 + f_0 + \Delta f$ et des hautes fréquences (sous l'hypothèse initiale à savoir le signal d'entrée a un spectre non nul de f_0 à $f_0 + \Delta f$). Puis on filtre passe-bas avec un Butterworth du 2ème ordre et on écrête.

On échantillonne alors à 0,1 s et on met à 1 les valeurs positives, à 0 les valeurs négatives en gardant en mémoire les 80 secondes précédentes. On obtient ainsi une suite de 800 bits que l'on va comparer à une suite référence. Pour ce faire, on effectue l'opération logique ou exclusif entre les 2 suites de bits (i.e. 1 ou 1 = 0, 1 ou 0 = 0 ou 1 = 1, 0 ou 0 = 0) ; puis on additionne tous les bits à 1, on retranche 400 du résultat, on en prend la valeur absolue et on divise par 2. On obtient finalement une "hauteur" de corrélation comprise entre 0 et 200, ceci toutes les 0,1 secondes. (Par exemple si les 2 suites étaient

11100011000...0 et

10100110010...0

l'opération ou exclusif donnerait 01000101010...0 soit en additionnant les bits à 1:4, puis -396 si l'on retranche 400 et finalement 198 comme "hauteur" de corrélation).

Dans chaque période de 10 minutes, on ne garde que les 3 hauteurs de corrélation les plus hautes (séparées les unes des autres d'au moins 2 secondes) ainsi que les 3 temps d'arrivée correspondants. C'est-à-dire que si on trouve une hauteur H_4 supérieure à l'une au moins des 3 hauteurs déjà en mémoire, et si aucune hauteur supérieure à H_4 n'est trouvée dans les 2 secondes suivantes (on teste donc 20 hauteurs de corrélation), H_4 est introduite en mémoire et remplace une des 3 hauteurs précédemment sélectionnées ; ceci dans une même période de 10 minutes, si bien qu'on

pourra trouver néanmoins 2 temps d'arrivée à moins de 2 s l'un de l'autre en fin de période de 10 minutes.

Examinons en premier lieu la "fonction" de corrélation c'est-à-dire la "hauteur" de corrélation en fonction du décalage entre le signal échantillonné (i.e. la suite des 800 bits à la sortie du corrélateur et avant sa comparaison avec la suite référence) et la suite référence en supposant que le signal est parfait (i.e. il est identique à la suite référence).

Si les filtres étaient parfaits (pas d'affaiblissement, pas de déphasage), le signal émis par les flotteurs : $\sin(2\pi(f_0 + (\Delta f/2\Delta)t)t)$ où $f_0 = 259,375 \pm 0,003$ Hz, $\Delta f = 1,523$ Hz et $\Delta = 80$ secondes serait transformé en sup (signe $[\sin(2\pi(f_0 - f_2 + f_3 + \Delta ft/2\Delta)t)]$, 0) échantillonné tous les 0,1 secondes. C'est-à-dire qu'on aurait la suite référence suivante :

```
11111111111111110000000000000000
011111111111111100000000000000111
111111111000000000000011111111111
1000000000001111111110000000000
111111111000000000111111110000
0000011111111000000001111111100
0000001111111000000011111110000
0000111111000000011111100000001
111110000001111110000001111110
000001111100000011111000000111
11000001111100000111110000011
111000001111100000111110000011
110000011111000001111100000111
100000111110000011110000011111
0000111110000011110000011110000
111000001111000011110000111100
00111110000111100001111000011110
00011110000111100001111000011110
00011100001111000011110001111000
01110000111100011110001111000111
10001111000111100011110001110000
11100001110001111000111000111100
01110001110000111000111000111000
01110001110001110001110001110001
11000111000111000111000111000111
00111000111000111000110001110001
```

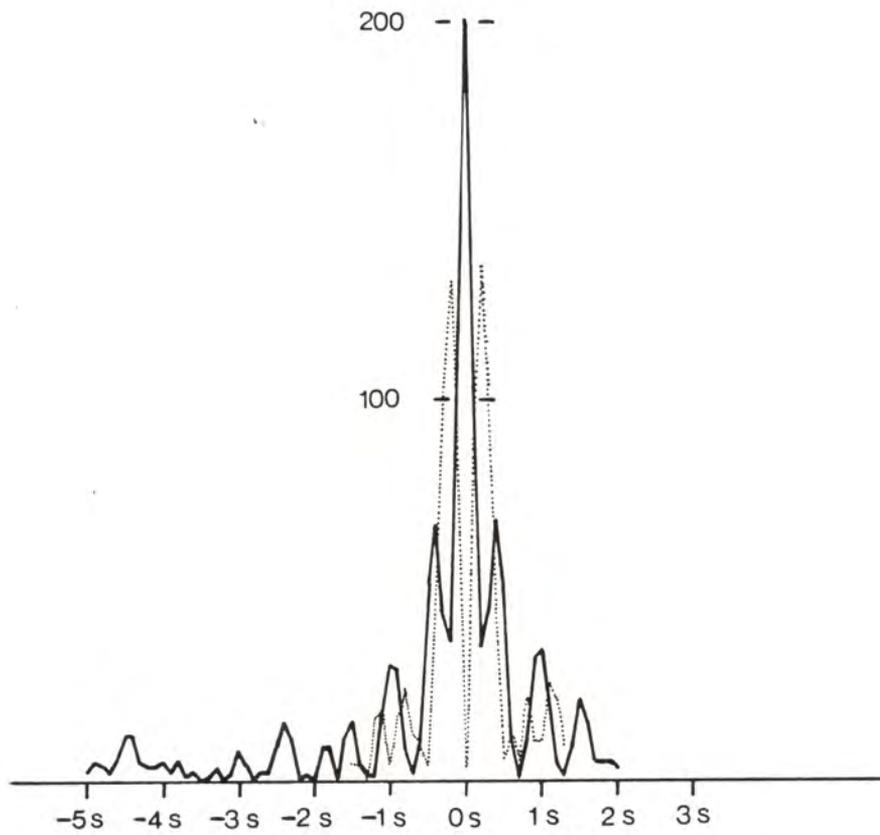


Figure 4-15 : Hauteur de corrélation de la suite référence (le signal sup (signe $\sin 2\pi\{0,265 + \frac{1,523t}{160}\}t, 0$) a une durée de 80s et est digitalisé toutes les 0,1 secondes. Il n'y a pas de bruit). En traits discontinus la corrélation avec le signal déphasé de 90° i.e. avec sup (signe ($\sin\{2\pi\{0,265 + \frac{1,523t}{160}\}t + \frac{\pi}{2}\}, 0$)).

et la "fonction" de corrélation, parfaite, est donnée sur la figure 4-15. Pour obtenir la référence on a utilisé $f_0 = 259.375$ Hz, $\Delta f = 1,523$ Hz, $f_2 = 284,09$ Hz et $f_3 = 24.98$ Hz exactement. (Nous verrons plus loin quelle erreur est commise si l'on utilise ces valeurs au lieu des vraies valeurs de f_2 et f_3 , à savoir $f_2 = 284,0909$ et $f_3 = 24,9752$ Hz respectivement).

On constate que le maximum est obtenu pour un décalage nul, mais qu'il y a 2 pics importants de part et d'autre du pic central à $\pm 0,4$ s de celui-ci.

Dans la réalité (signaux réels) le pic le plus important est souvent inférieur à 100 ; c'est-à-dire qu'il y a du bruit. Nous ne ferons pas d'estimation sur l'influence du bruit sur la hauteur et le décalage des pics mais nous retiendrons l'idée que l'erreur doit être de l'ordre de $\pm 0,4$ s au maximum. Comme nous le verrons ci-après, il peut y avoir une phase arbitraire φ dans la fonction échantillonnée que l'on corrèle avec la suite référence. Si l'on calcule la fonction de corrélation non plus avec la suite référence décalée par rapport à elle-même de ..., $-0,1$ s, 0 s, $+0,1$ s... comme nous avons fait pour obtenir la figure 4-15 ; mais avec la suite obtenue par $\sup (\text{signe} \sin \{2\pi(f_0 - f_2 + f_3 + \Delta f t / 2\Delta)t + \varphi\}, 0)$ on obtient pour $\varphi = \pi/2$ une fonction de corrélation avec 2 pics situés vers environ $-0,25$ s et $+0,25$ s. La borne supérieure de l'erreur que nous avons prise (environ $\pm 0,4$ s) semble donc correcte. Signalons qu'on pourrait commencer une étude de l'influence du bruit en modifiant de façon arbitraire les bits de la suite référence qui se trouvent commencer ou finir une série de bits identiques car le bruit se manifestera d'abord là où le signal change de signe (i.e. où son amplitude est faible).

Examinons en second lieu de façon plus précise comment est transformé un signal qui attaque le corrélateur. Nous supposons qu'il s'agit d'une sinusoïde modulée en fréquence et de durée finie. Mais il se peut aussi que le signal soit la superposition de plusieurs sinusoïdes

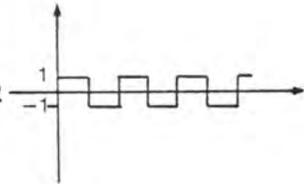
modulées identiquement mais décalées les unes des autres dans le temps et correspondant aux arrivées multiples (rayons propres). Par exemple, avec 2 arrivées le signal non bruité pourrait s'écrire :

$$A_1 \sin \left(2\pi \left\{ f_0 + \frac{\Delta f}{2\Delta} (t-t_1) \right\} (t-t_1) \right) \chi[t_1, t_1+\Delta]$$

$$+ A_2 \sin \left(2\pi \left\{ f_0 + \frac{\Delta f}{2\Delta} (t-t_2) \right\} (t-t_2) \right) \chi[t_2, t_2+\Delta]$$

avec $\chi[a,b] = 1$ si $t \in [a,b]$
 0 sinon

Ce signal bat avec un signal carré de fréquence f_2



dont la série de Fourier s'écrit

$$\frac{4}{\pi} \left(\sin 2\pi f_2 t + \frac{\sin 3 \omega_2 t}{3} + \frac{\sin 5 \omega_2 t}{5} + \dots + \frac{\sin 2(p+1) \omega_2 t}{2 p+1} + \dots \right)$$

où $\omega_2 = 2\pi f_2$ (cf. J. Bass, Cours de mathématiques T.2 p. 1191).

On obtient ainsi :

$$\chi[\theta, \Delta] \sum_{p=0}^{+\infty} A \sin \left[2\pi \left[f_0 + \frac{\Delta f}{2\Delta} t \right] t \right] \cdot \frac{4}{\pi} \sin \left\{ (2p+1) 2\pi f_2 t + \varphi_0 \right\} / (2p+1) =$$

$$\chi[\theta, \Delta] A \cdot \sum_{p=0}^{+\infty} \left[\frac{2}{\pi(2p+1)} \cos \left[2\pi(2p+1)f_2 t - 2\pi f_0 t - 2\pi \frac{\Delta f}{2\Delta} t^2 + \varphi_0 \right] - \frac{2}{\pi(2p+1)} \cos \left[2\pi \left[(2p+1) f_2 + f_0 + \frac{\Delta f}{2\Delta} t \right] t + \varphi_0 \right] \right]$$

avec une seule sinusoïde en entrée.

La phase aléatoire φ_0 est introduite pour tenir compte du fait que le signal attaque le corrélateur n'importe où dans une période $T_2 = 1/f_2$. Comme $f_2 - f_0 = 24,716 (\pm 0,003)$ Hz (le quartz du circuit des flotteurs est à 10^{-5} près à cause des variations de température et du défaut de calage, contrairement au quartz de l'horloge), que $\Delta f = 1,523$ Hz et que l'on filtre avec un passe-bande Butterworth du 4ème ordre qui laisse passer les

fréquences comprises entre 22 et 25 Hz, seul $\chi[\theta, \Delta]. A 2/\pi \cos \{2\pi(f_2 - f_0)t - 2\pi \Delta ft^2/2\Delta + \varphi_0\}$ est transmis.

La fonction de transfert de ce filtre est donnée par :

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = h(s) = \frac{1}{s^2 + as + b}$$

avec $a = \sqrt{2}$, $b = 1$, $s = 1/B (p+1/p)$, $p = j \omega/\omega_u$, $1/B = 7,82$

et $\omega_u = 2\pi(22.25)^{1/2} \simeq 147,35 \text{ rad.s}^{-1}$

soit, si l'on exprime la fonction de transfert en fonction de la pulsation angulaire ω :

$$h(\omega) = 1 / \left[1 - B^{-2} \left[\frac{\omega}{\omega_u} - \frac{\omega_u}{\omega} \right]^2 + j\sqrt{2}.B^{-1} \left[\frac{\omega}{\omega_u} - \frac{\omega_u}{\omega} \right] \right]$$

d'où le module G et la phase φ :

$$G = \left[(1 - B^{-2} \left[\frac{\omega}{\omega_u} - \frac{\omega_u}{\omega} \right]^2)^2 + 2 B^{-2} \left[\frac{\omega}{\omega_u} - \frac{\omega_u}{\omega} \right]^2 \right]^{-1/2}$$

$$\varphi = - \text{Arctg} \frac{\sqrt{2} B^{-1} (\omega/\omega_u - \omega_u/\omega)}{1 - B^{-2} (\omega/\omega_u - \omega_u/\omega)^2}$$

Les courbes G et φ sont tracées sur la figure 4-16 ci-après : on constate qu'il y a un léger affaiblissement quand le signal attaque le filtre passe-bande car la bande $[f_2 - f_0 - \Delta f, f_2 - f_0]$ est déportée vers les hautes fréquences par rapport au centre du filtre. De plus, toujours dans la bande des fréquences $[f_2 - f_0 - \Delta f, f_2 - f_0]$, la phase de la fonction de transfert varie linéairement mais ne passe pas par l'origine (si l'on prolonge celle-ci linéairement). Ces 2 défauts du filtre (affaiblissement et déphasage) vont déformer le signal. Pour l'affaiblissement c'est évident, montrons le pour le déphasage : celui-ci est de la forme $\varphi = \alpha.\omega + \beta$ avec $\beta = 0$. Dans le signal $\sin(\omega t)$ introduire le déphasage $\alpha\omega$ revient à changer l'origine des temps et une somme de sinusoides $\sum_i \alpha_i \sin(\omega_i t)$ se transformera en $\sum_i \alpha_i \sin(\omega_i (t + \alpha))$, c'est-à-dire en elle-même décalée de l'écart temporel α . Il n'y a donc pas de déformation. Il est clair par

contre qu'il n'en va pas de même avec $\beta = 0$ comme le lecteur s'en convaincra aisément.

Pourtant, on peut en première approximation supposer que le déphasage ne déformera pas le signal. En effet $\Delta f / (f_2 - f_0) \approx 0,06 \ll 1$ (signal à bande étroite) d'où $\omega(t+\alpha) + \beta = \alpha(t+\alpha+\beta/\omega)$. Comme $\Delta(\beta/\omega) = -\beta\Delta\omega/\omega^2$ soit $\frac{\Delta(\beta/\omega)}{\beta/\omega} = \frac{\Delta\omega}{\omega} \ll 1$ on pourra considérer β/ω constant sur la largeur de la bande.

Le signal en sortie du filtre (si l'on néglige également l'affaiblissement) s'écrira

$$\approx \chi [0, \Delta] \cdot \frac{2}{\pi} \cos \left\{ 2\pi \left[f_2 - f_0 - \frac{\Delta f}{2\Delta} t \right] \left[t + \alpha + \frac{\beta}{2\pi(f_2 - f_0)} \right] + \varphi_0 \right\}$$

on trouve que $\alpha \approx -0,16$ s et $\beta/2\pi\omega \approx +0,14$ s si bien que les 2 effets s'annulent !

Si l'on a une arrivée multiple (plusieurs rayons propres en quelques secondes), toutes les approximations que nous avons faites deviennent plus scabreuses. Il conviendrait alors de calculer exactement le signal transmis (par exemple avec la transformée de Fourier). Indiquons la voie à suivre pour calculer e.g.

$$I = \int_0^{\Delta} \sin \left\{ 2\pi \left[f_0 + \frac{f_1 t}{2\Delta} \right] t \right\} e^{-j2\pi f t} dt$$

Il suffirait ensuite d'ajouter les transformées de Fourier correspondantes aux différents rayons propres.

$$I = \int_0^{\Delta} \sin \left\{ 2\pi \left[f_0 + \frac{f_1 t}{2\Delta} \right] t \right\} \cos(2\pi f t) dt - j \int_0^{\Delta} \sin \left\{ 2\pi \left[f_0 + \frac{f_1 t}{2\Delta} \right] t \right\} \sin(2\pi f t) dt$$

La première intégrale se décompose en :

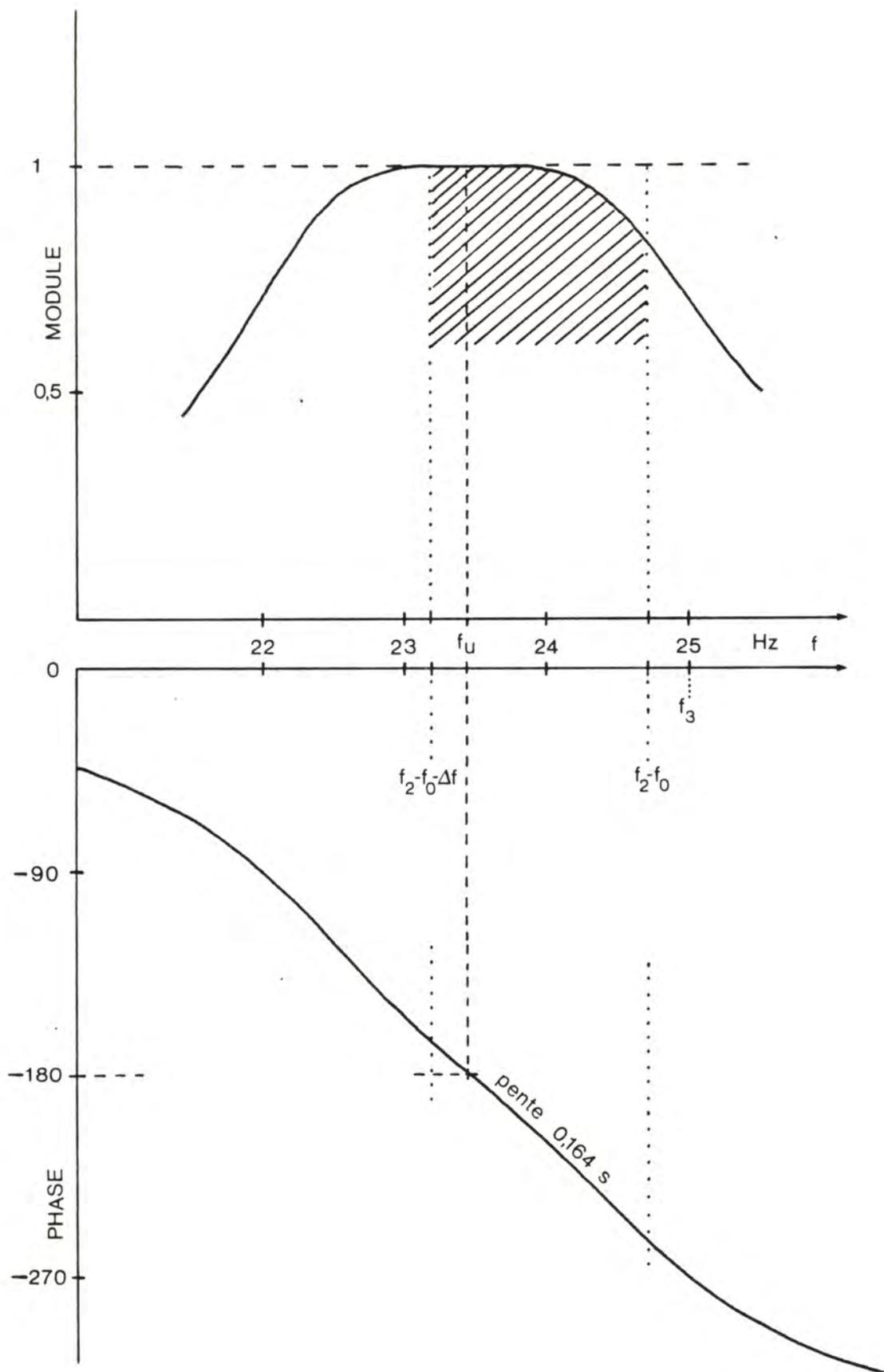


Figure 4-16 : Module et phase du filtre passe-bande.

$$\frac{1}{2} \int_0^{\Delta} \sin \left\{ 2\pi \left[f_0 + f + \frac{f_1 t}{2\Delta} \right] t \right\} dt + \frac{1}{2} \int_0^{\Delta} \sin \left\{ 2\pi \left[f_0 - f - \frac{f_1 t}{2\Delta} \right] t \right\} dt$$

Ces intégrales sont de la forme $\int \sin(ax^2+2bx+c)dx$ dont une primitive est donnée par

$$\left[\frac{\pi}{2a} \right]^{1/2} \left\{ \cos \left[\frac{b^2-ac}{a} \right] S \left[\left[\frac{2}{a\pi} \right]^{1/2} (ax+b) \right] - \sin \left[\frac{b^2-ac}{a} \right] C \left[\left[\frac{2}{a\pi} \right]^{1/2} (ax+b) \right] \right\}$$

(cf. Handbook of Mathematical Functions, M. Abramowitz et I.A. Stegun, p. 304). C(z) et S(z) sont les fonctions de Fresnel définies par

$$C(z) = \int_0^z \cos \left[\frac{\pi}{2} t^2 \right] dt$$

$$\text{et } S(z) = \int_0^z \sin \left[\frac{\pi}{2} t^2 \right] dt$$

on procède de même pour la partie imaginaire de I et on obtient finalement I comme combinaison des fonctions sin, cos, C et S.

Pour calculer C et S on utilisera e.g. la fonction

$w(z) = \exp(-z^2) \operatorname{erfc}(-iz)$ qui est fournie par la bibliothèque mathématique IMSL, puisque l'on a $C(z) + iS(z) = (1+i)/2 \{ 1 - e^{i\pi z^2/2} w[(\pi/2)^{1/2}(1+i)z] \}$.

La figure 4-17 ci-après montre la forme de I. On a à peu près un spectre blanc sur la bande de fréquences qui nous intéresse.

A la sortie de ce premier filtre, le signal bat avec un signal carré de fréquence $f_3 = 1/T_3 = 24,9752 \pm 0,0001$ Hz et on obtient

$$\chi[0, \Delta]. A \frac{4}{\pi^2} \sin \left\{ 2\pi \left[f_3 - f_2 + f_0 + \frac{\Delta f t}{2 \cdot \Delta} \right] + \varphi_0 + \varphi_3 \right\} + \text{hautes fréquences.}$$

On balaie donc la bande de fréquence $0,259 \pm 0,003$ Hz à $1,782 \pm 0,003$ Hz.

On filtre passe-bas (Butterworth 2ème ordre) pour ne garder que ces basses fréquences avec le filtre de fonction de transfert.

$$\frac{V_{\text{out}}}{v_{\text{in}}} = l(s) = \frac{A b_0}{s^2 + b_1 s + b_0}$$

$$b_1 = 44 \text{ s}^{-1}, b_0 = 343 \text{ s}^{-1}, A = 6,8 \text{ et } s = j\omega$$

soit encore

$$l(\omega) = \frac{A.343}{343 - \omega^2 + j 44.\omega}$$

et le module G et le déphasage φ s'écrivent :

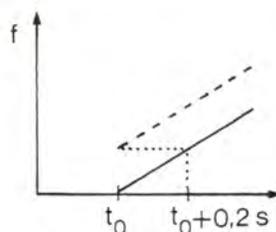
$$G = \frac{A.343}{((343-\omega^2)^2 + (44 \omega)^2)^{1/2}}$$

$$\varphi = - \text{Arctg} \frac{44\omega}{343-\omega^2}$$

et leur représentation graphique est donnée sur la figure 4-18 ci-après. Si la pente de $\varphi(\omega)$ était constante et égale à sa valeur à l'origine ($\approx -0,155$) le signal serait retardé de 0,15s et sans déformation (si on néglige l'affaiblissement). Dans la plage de fréquences balayée cependant la pente varie de -0,15 à -0,07s et on doit s'attendre à une légère déformation du signal.

En l'absence du calcul exact du signal à la sortie de ce deuxième filtre il est difficile d'évaluer l'erreur qui peut être commise sur le temps d'arrivée du signal acoustique : on peut penser à quelques dixièmes de secondes si l'on a un seul rayon acoustique propre. Comme on a presque toujours plusieurs rayons propres dont les arrivées s'étaient sur plusieurs secondes et qu'on ne sait pas quel rayon le corrélateur sélectionne, on arrive à admettre une erreur de l'ordre de quelques secondes.

Il est néanmoins une erreur systématique que l'on peut corriger : pour calculer la suite référence, f_2 et f_3 ont été tronquées comme on l'a déjà indiqué à $f_2 = 284,09$ Hz soit une erreur de -0,001 Hz et à $f_3 = 24,98$ Hz soit une erreur de + 0,005 Hz ; d'où $f_3-f_2+f_0$ est en excès de 0,004 Hz pour la référence. On aura donc une corrélation maximale pour $t_0+0,2s$ où t_0 est l'instant vrai de réception du signal.



modulation de fréquence

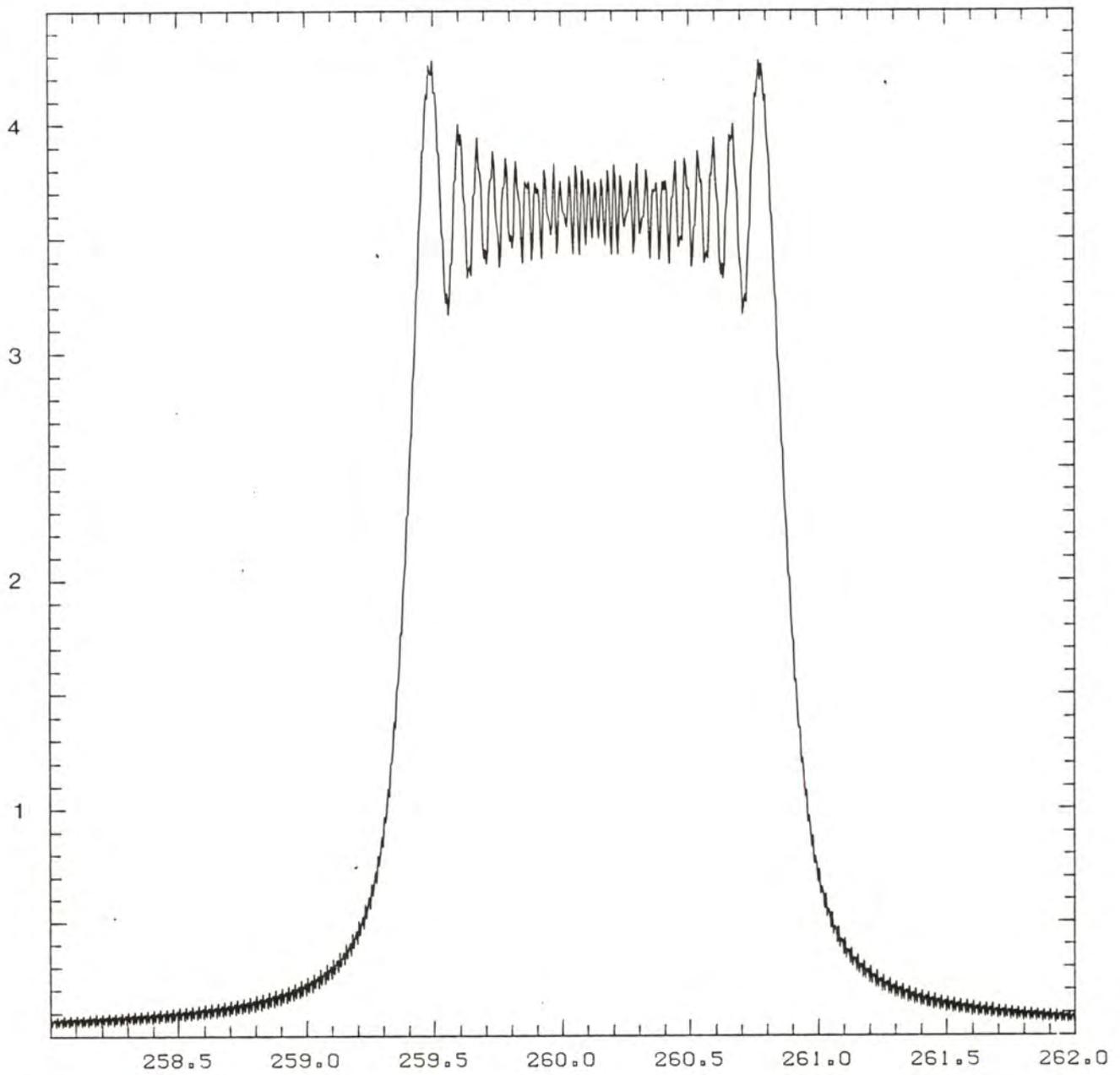


Figure 4-17 : Module de la transformée de Fourier d'une sinusoïde modulée linéairement en fréquence et de durée finie.

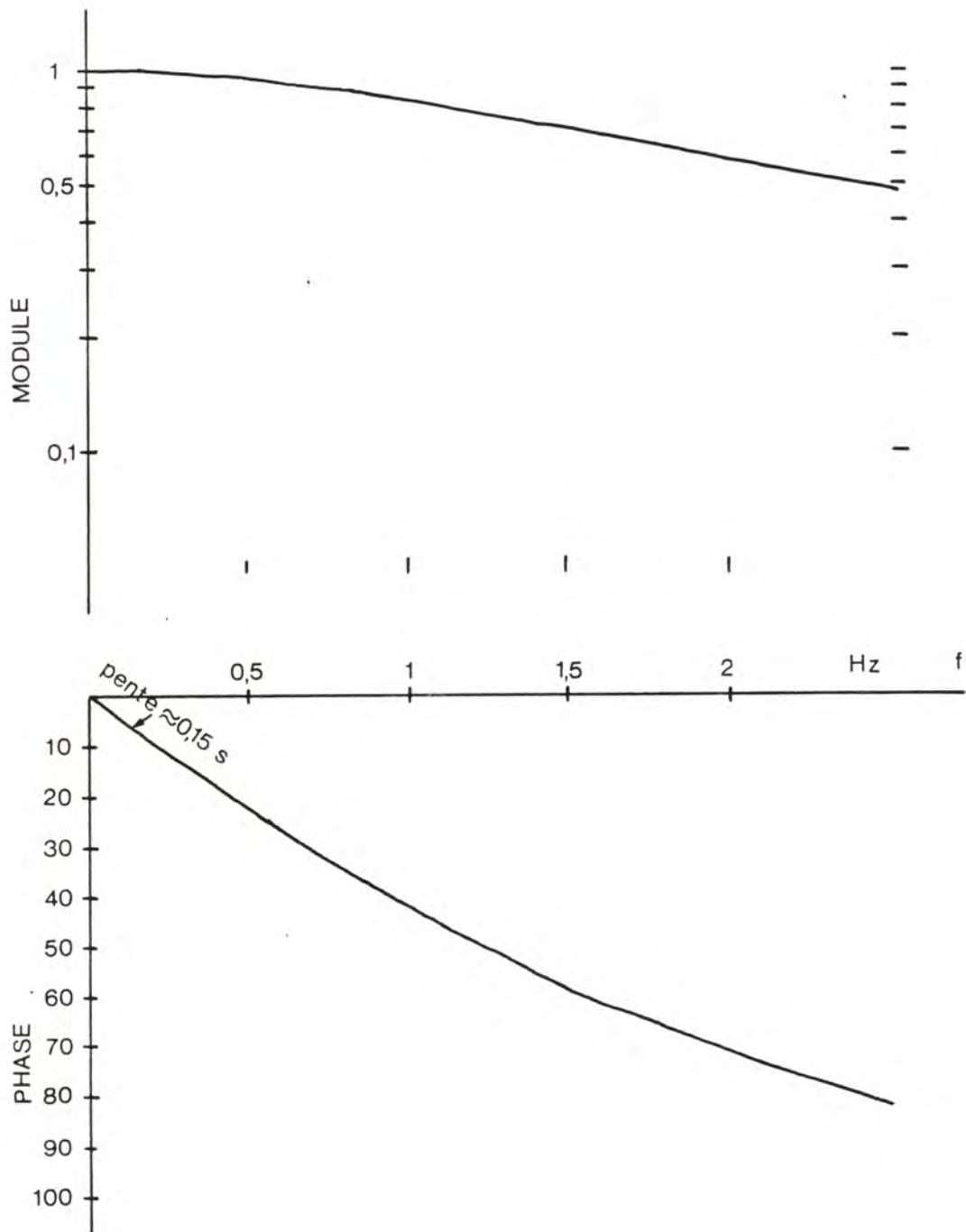


Figure 4-18 : Module et phase du filtre passe-bas.

E/ ERREUR DUE A LA DERIVE DES HORLOGES DES STATIONS ET DES FLOTTEURS.

Si l'on fait une erreur constante $f_0 - f$ sur la fréquence du quartz, en appelant f la fréquence véritable et f_0 la fréquence nominale, l'erreur en temps sera donnée par $T_0(f - f_0/f)$ où T_0 est le temps donné par l'horloge. En effet n oscillations correspondent à n/f secondes véritables et l'horloge donne $T_0 = n/f_0$ secondes soit une erreur de $n/f_0 - n/f = n(f - f_0)/(f_0 f)$. Si $f_0 > f$ l'horloge retardera : l'avance (algébrique) sera de $(f - f_0/f) \cdot T_0$ secondes si T_0 est le temps donné par l'horloge. La dérive est linéaire. Si maintenant la fréquence véritable varie avec le temps ou plutôt avec le nombre x d'oscillations du quartz $f(x) = f_0 + \alpha(x)$; x oscillations (on peut prendre x entier si l'on veut) correspondront à

$$T(x) = \int_0^x f^{-1}(x) dx = \int_0^x [f_0 + \alpha(x)]^{-1} dx \approx \int_0^x \frac{1}{f_0} \left[1 - \frac{\alpha(x)}{f_0} \right] dx \text{ secondes}$$

si $x > 0$ et $\alpha(x)/f_0 \ll 1$

$$\text{soit } T(x) = \frac{x}{f_0} - \frac{A(x)}{f_0^2} \text{ où } A(x) = \int_0^x \alpha(u) du$$

et l'horloge donnerait x/f_0 comme temps.

Soit une avance de $x/f_0 - T(x) = A(x)/f_0^2$.

Si par exemple $\alpha(x) = ax + b$, $A(x) = ax^2/2 + bx$ et la dérive devient $a/2 T_0^2 + bT_0/f_0$ et l'on retrouve bien l'avance déjà obtenue dans le cas où $\Delta f = f - f_0 = b = \text{cste}$ (on a ici f_0 au lieu de f au dénominateur car on a approximé $1/[f_0(1+b/f_0)] = 1/f$ par $1/f_0(1-b/f_0)$ lors du calcul de l'intégrale, mais ce n'est pas important puisque on doit avoir $b/f_0 \ll 1$).

La loi quadratique de dérive des horloges semble être raisonnablement vérifiée (vieillessement du quartz assimilable à une variation linéaire de la fréquence). En effet, sur les flotteurs le quartz de l'horloge est compensé en température après étalonnage au laboratoire.

On admettra donc que les dérives horloge flotteur sont de l'ordre au pire de 3 secondes environ (vieillessement de 10^{-7} /an).

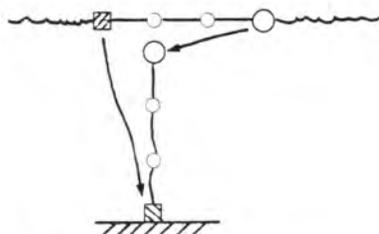
Par contre le quartz des stations d'écoute a un vieillissement de 5.10^{-7} /an (il est aussi moins bien compensé en température que le quartz horloge flotteur mais l'erreur relative est de l'ordre de 10^{-7}) aussi doit-on s'attendre à des dérives horloge station de l'ordre de 10 secondes et plus au bout d'un an. Au cours de l'expérience TOPOGULF on a trouvé + 12,2 s ; + 1,2 s ; + 1,5 s ; + 0,6 s ; 1,0 s ; + 1,5 s ; + 6,8 s ; + 2,4 s ; + 17,4 s et + 0,5 s comme dérives pendant 1 an sur 10 stations d'écoute soit une dérive "moyenne" de + 4,5 s ± 5,9 s.

Afin d'éviter ces erreurs importantes, il conviendrait à l'avenir d'utiliser des horloges à 10^{-8} près.

Bien qu'on puisse en principe estimer les dérives des horloges flotteurs par moindres carrés ; dans la pratique les dérives ainsi obtenues sont très bruitées et donc guère utilisables.

F/ ERREUR SUR LA POSITION DES STATIONS D'ECOUTE.

Les stations d'écoute sont mouillées par un navire océanographique équipé du système TRANSIT. Le point TRANSIT est attendu avant de larguer le lest. Si on corrige ensuite la position TRANSIT de la "règle du 1/3" (la ligne de mouillage étant alignée en surface dans le lit du vent, le lest se posera au fond au 1/3 de la distance lest tête du mouillage :



on admet que l'on a une position exacte à 500 mètres près (ou à ± 0,3s). Avec des fonds de 4000 à 5000 mètres et donc des longueurs de lignes de l'ordre de 3000 mètres (les stations d'écoute étaient placées vers 1500 m

d'immersion lors de l'expérience TOPOGULF) on a des corrections d'environ 1000 mètres ! On a admis implicitement une erreur de ≈ 250 m sur le point TRANSIT et également une erreur de ≈ 250 m sur la "règle du 1/3". Il faut noter toutefois qu'une erreur de 0,5 noeud sur la vitesse du navire entraîne une erreur de ≈ 600 mètres sur le point TRANSIT.

A l'avenir, il conviendra d'utiliser le système GPS dont la précision est de l'ordre de 10 à 20 mètres ou tout autre système de positionnement subhectométrique. De plus GPS donnant un point toutes les 2 secondes (alors que TRANSIT n'est obtenu que toutes les heures environ), en tournant autour de la station d'écoute avec une base de réception courte sur le navire, on pourra obtenir, si la station est munie d'un petit émetteur, une excellente approximation de la position de la station d'écoute.

Il convient de dire un mot sur l'évitage de la ligne de mouillage. D'après les mesures de capteurs de pression fixés sur des lignes de courantomètres comparables, on estime que l'évitage peut être de l'ordre de 500 m.

G/ ERREUR DUE A LA NON CONNAISSANCE DE LA VITESSE DU SON MOYENNE ENTRE LE FLOTTEUR ET LA STATION D'ECOUTE.

Outre le fait qu'il y a des arrivées multiples qui peuvent s'étaler sur plusieurs secondes disons à 1000 km de distance (très approximativement l'étalement dans le temps des arrivées multiples varie comme la distance - voir les figures 4-19 et 4-20 ci-après), la vitesse de son moyenne entre le flotteur et la station peut varier de 10 m.s^{-1} en fonction de la région concernée (profil de la vitesse du son différent ; les rayons peuvent se réfléchir au fond).

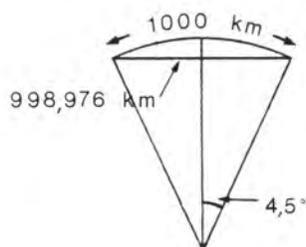
Les 4 exemples qui suivent montrent le tracé des rayons sonores calculés dans l'approximation de l'acoustique géométrique entre un émetteur

à 700 m d'immersion et un récepteur à 1500 m d'immersion. On constatera la disparité des profils et des résultats.

Les profils ont été calculés à partir des données de température et salinité de l'atlas de S. LEVITUS. Comme cet atlas permet d'obtenir un profil par degré carré (moyenne annuelle), il serait intéressant de calculer pour une position approchée du flotteur les rayons sonores aux différentes stations d'où les vitesses moyennes du son puis les distances flotteur-station et finalement la position définitive. Néanmoins ce programme est ambitieux (en effet, la propagation du son dans un milieu où la vitesse du son est fonction des 2 coordonnées horizontale et verticale n'est pas aussi simple que dans le cas où C est fonction de Z uniquement : on ne connaît pas de solution analytique). Une première approche pourrait consister à calculer pour chaque degré carré une vitesse du son moyenne (à l'aide du profil de ce degré carré) puis d'utiliser la moyenne des différentes vitesses du son des degrés carrés rencontrés par la géodésique joignant le flotteur à la station.

Un autre effet moins aisé à évaluer est celui dû à la différence de chemin acoustique entre la propagation dans une géométrie à symétrie sphérique (C est fonction de r seul) et la propagation dans une géométrie plane (C est fonction de z seul).

Si le milieu était uniforme en "indice" acoustique, le rayon sonore irait en ligne droite de l'émetteur au récepteur et l'erreur serait (avec 6370 km comme rayon terrestre) d'environ 1000 m pour une distance flotteur station d'environ 1000 km.



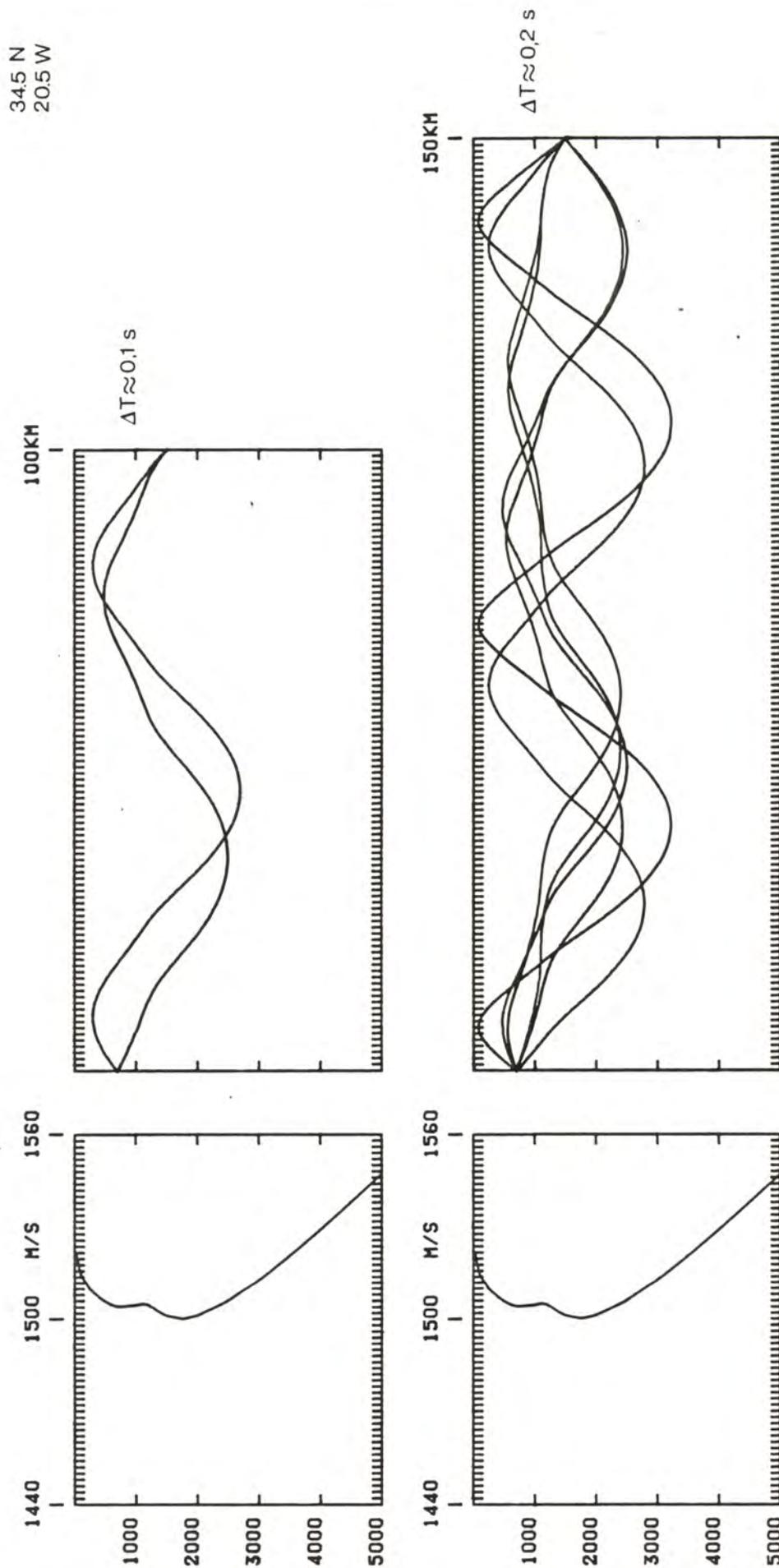


Figure 4-19 : Rayons sonores propres entre un émetteur immergé à 700m et un récepteur immergé à 1500m. Le profil de vitesse du son a été calculé à partir des données de température et salinité de l'atlas LEVITUS pour 34.5N, 20.5W. L'étalement des temps d'arrivée est obtenu avec les 4 rayons d'intensités les plus fortes au récepteur.

35.5 N
30.5 W

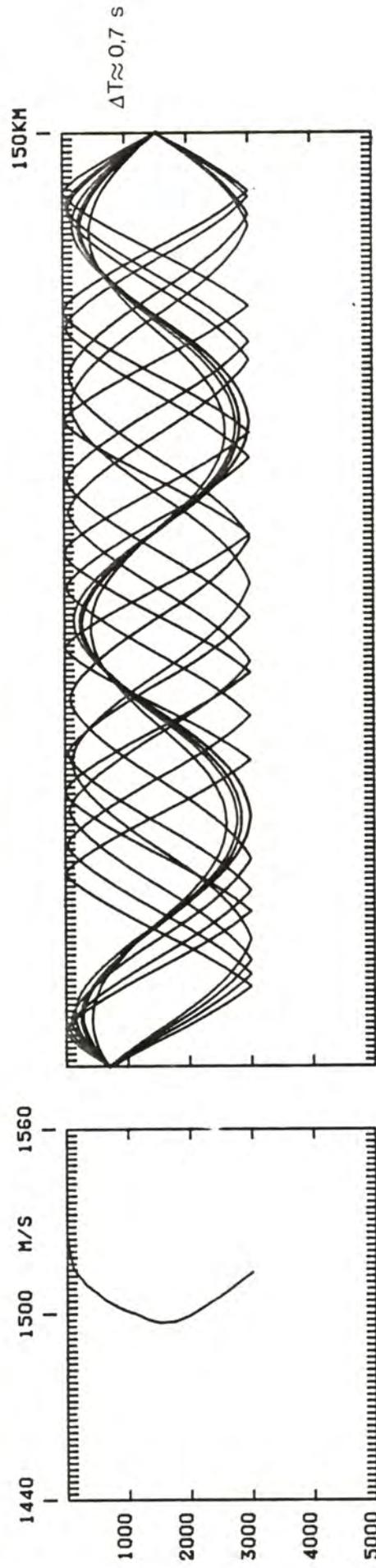
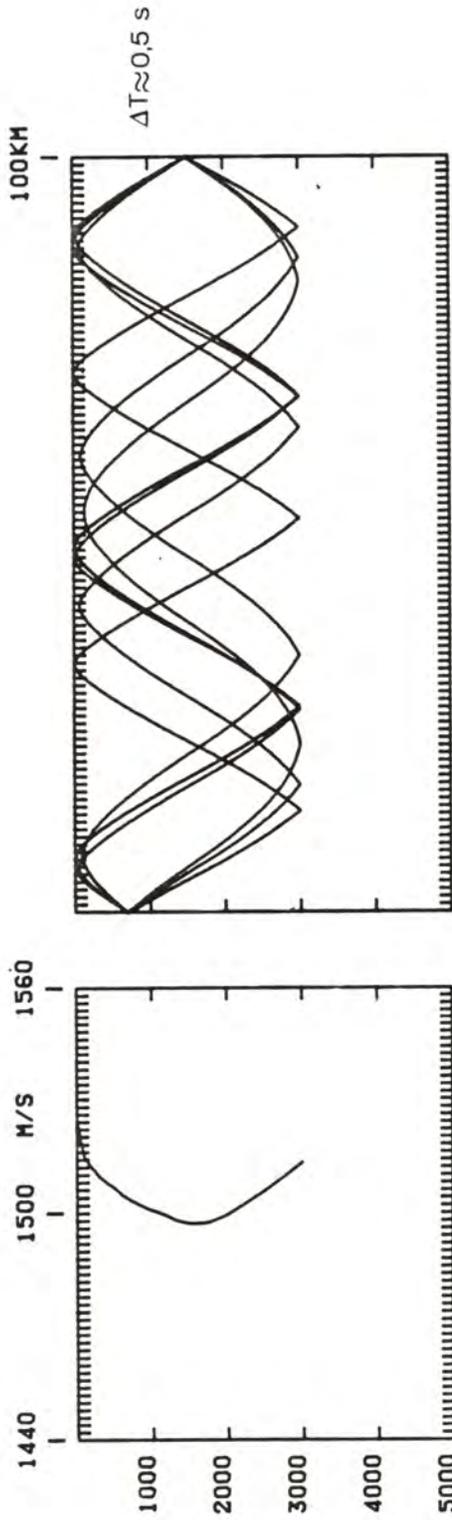


Figure 4-20 : Rayons sonores propres obtenus de la même façon qu'à la figure précédente mais avec un profil de vitesse du son caractéristique du degré carré centré en 35.5N, 30.5W. On constate que les réflexions étalent les temps d'arrivée.

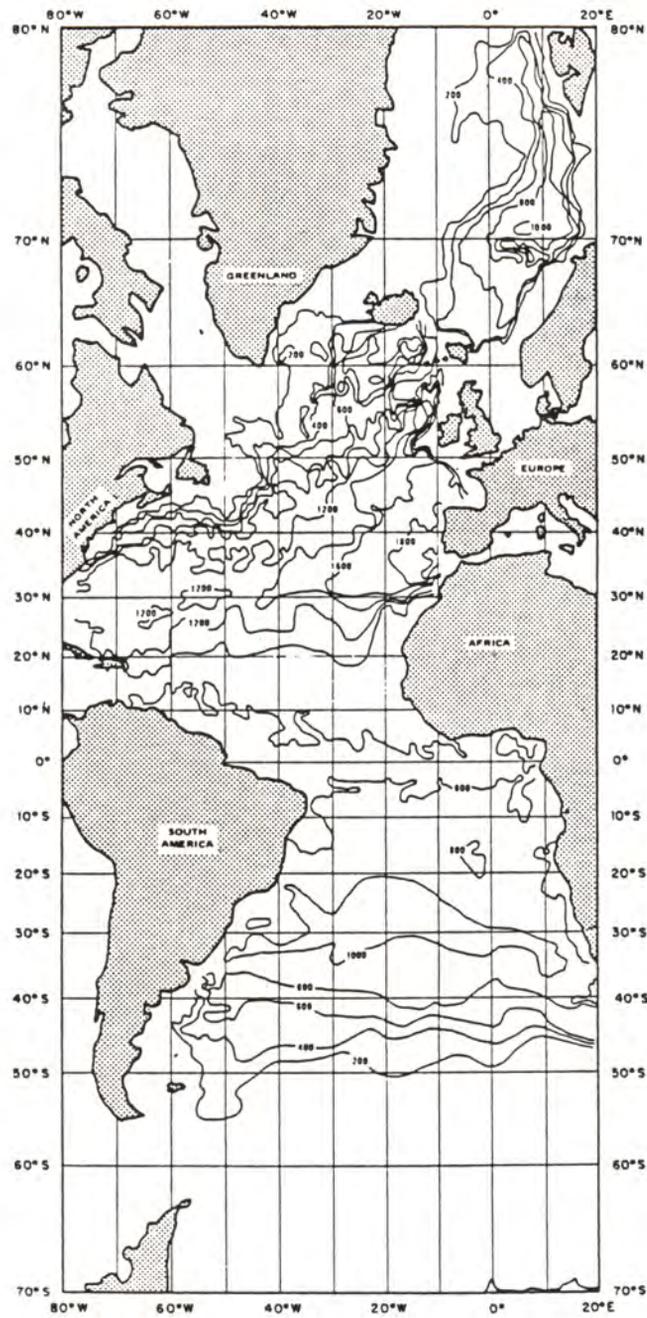


Figure 4-21 : Profondeur du chenal SOFAR dans l'Atlantique (d'après Northrop and Col-
lorn, 1974, J.G.R. vol. 79, n°36).

Heureusement, les profils de vitesse du son montrent un minimum marqué qui "guide" les ondes autour de ce minimum qui se situe entre 1000 et 2000 m d'immersion dans l'Atlantique Nord-Est (voir la figure 4-21 ci-après). Aussi admettrons-nous que cet effet n'est pas important (quelques centaines de mètres) eu égard à la précision de la localisation des flotteurs.

Nous n'avons pas parlé des variations saisonnières de la vitesse du son car celles-ci n'intéressent qu'environ les 500 premiers mètres et bien que les rayons sonores aient des "turning points" situés dans cette couche supérieure, le temps passé est faible en proportion du temps passé aux immersions supérieures. Aussi négligerons-nous ces variations saisonnières, en l'absence de données contraires.

H/ ERREUR DUE A LA NON CONNAISSANCE DES VITESSES DU MILIEU (LES COURANTS MARINS).

Estimons l'erreur commise s'il y a un courant uniforme de 1 noeud ($0,5 \text{ m.s}^{-1}$) et de direction la "droite" flotteur-station.

Si la distance flotteur-station est de 1000 km l'erreur sur la vitesse du son étant de l'ordre de $0,3 \text{ ‰}$, l'erreur sur la position sera de ≈ 300 mètres. Cette erreur ne semble pas importante.

A N N E X E 1

CALENDRIERS JULIEN ET GREGORIEN

Dans les stations d'écoute le n° du jour est soit le jour dans l'année (i.e. le n° 1 correspond au 1 janvier de l'année de mise à l'eau, puis le compteur s'incrémente jusqu'à 999 si besoin, puis repasse à 0, etc...) ; soit les 3 derniers chiffres du Jour Julien Modifié (ou MJD pour Modified Julian Day).

Dans les fichiers SEAD02, D, T, P et F la date est donnée par le numéro du jour relatif au 1 janvier 1950 (i.e. le 1 janvier 1950 porte le numéro 1 ; on appellera ces jours les jours Julien 1950).

Enfin dans le fichier final FLOT., les jours sont donnés en véritables jour Julien (commençant à 0HTU et non pas à 12HTU comme dans la définition exacte - cf. plus bas).

Aussi convient-il de bien savoir relier ces différentes dates. Le calendrier Grégorien est celui que l'on utilise aujourd'hui. Comme nous n'utilisons que les numéros des jours Julien et non pas le calendrier Julien, nous n'entrerons pas dans les détails de correspondance des 2 calendriers et nous renvoyons le lecteur aux Ephémérides astronomiques 1984 publiées par Gauthier-Villars pour de plus amples renseignements (signalons seulement pour mémoire que le calendrier Julien admet un décalage de 13 jours avec le calendrier Grégorien, du 1/03/1900 au 28/02/2100 i.e. le 1/01/1987 (Julien) correspond au 14/01/1987 (Grégorien)).

On trouvera ci-après copie des pages 2 et 3 des Ephémérides astronomiques qui donne la définition des numéros Julien et Julien modifié.

Par exemple soit le 26/03/1983. Quel est son jour Julien et son jour Julien modifié ?

date pour l'année courante et la suivante, ainsi que les fêtes de quelques autres calendriers.

Enfin, on trouvera des indications sur la numérotation des semaines dans l'année et sur la détermination du jour de la semaine correspondant à une date quelconque (calendrier perpétuel).

PÉRIODE JULIENNE

La date origine de la période julienne est le 1 janvier 4713 av. J.-C. (calendrier julien), à midi : la journée qui sépare le midi du 1 janvier de cette année et celui du 2 janvier porte le numéro 0. Ainsi le jour qui commence à midi le 0 janvier 1900 (31 décembre 1899) porte le numéro 2 415 020.

Le tableau suivant donne le nombre de jours écoulés depuis cet instant origine jusqu'au 1 janvier à midi, pour les années 1800 à 2099. Pour d'autres époques, on consultera une table plus étendue (par exemple *Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1974, p. 404-405), ou on fera le calcul en tenant compte des indications données plus loin sur la structure des calendriers.

Ce système de numérotation peut s'appliquer à toute échelle de temps. Sauf avis contraire, il s'agit en général du *temps universel* (UT). Mais il est également possible de définir la date julienne dans l'échelle du *temps des éphémérides* (TE), par exemple, ce qu'il convient alors de préciser explicitement.

On repère parfois une date au moyen du *jour julien modifié* (en anglais, *modified julian date*, MJD), qui se déduit de la date repérée dans la période julienne par soustraction de 2 400 000,5. L'origine de cette échelle est le 17 novembre 1858 à 0 h. La reconnaissance de son emploi, commode pour de nombreux besoins astronomiques, a été faite par l'Union Astronomique Internationale en 1973.

PÉRIODE JULIENNE

Nombre de jours de la période écoulés au 1 janvier,
à 12^h temps universel, de chaque année.

Année	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1800.....	237 8497	8862	9227	9592	9957	0323	0688	1053	1418	1784
1810.....	238 2149	2514	2879	3245	3610	3975	4340	4706	5071	5436
1820.....	5801	6167	6532	6897	7262	7628	7993	8358	8723	9089
1830.....	9454	9819	0184	0550	0915	1280	1645	2011	2376	2741
1840.....	239 3106	3472	3837	4202	4567	4933	5298	5663	6028	6394
1850.....	6759	7124	7489	7855	8220	8585	8950	9316	9681	0046
1860.....	240 0411	0777	1142	1507	1872	2238	2603	2968	3333	3699
1870.....	4064	4429	4794	5160	5525	5890	6255	6621	6986	7351
1880.....	7716	8082	8447	8812	9177	9543	9908	0273	0638	1004
1890.....	241 1369	1734	2099	2465	2830	3195	3560	3926	4291	4656
1900.....	5021	5386	5751	6116	6481	6847	7212	7577	7942	8308
1910.....	8673	9038	9403	9769	0134	0499	0864	1230	1595	1960
1920.....	242 2325	2691	3056	3421	3786	4152	4517	4882	5247	5613
1930.....	5978	6343	6708	7074	7439	7804	8169	8535	8900	9265
1940.....	9630	9996	0361	0726	1091	1457	1822	2187	2552	2918
1950.....	243 3283	3648	4013	4379	4744	5109	5474	5840	6205	6570
1960.....	6935	7301	7666	8031	8396	8762	9127	9492	9857	0223
1970.....	244 0588	0953	1318	1684	2049	2414	2779	3145	3510	3875
1980.....	4240	4606	4971	5336	5701	6067	6432	6797	7162	7528
1990.....	7893	8258	8623	8989	9354	9719	0084	0450	0815	1180
2000.....	245 1545	1911	2276	2641	3006	3372	3737	4102	4467	4833
2010.....	5198	5563	5928	6294	6659	7024	7389	7755	8120	8485
2020.....	8850	9216	9581	9946	0311	0677	1042	1407	1772	2138
2030.....	246 2503	2868	3233	3599	3964	4329	4694	5060	5425	5790
2040.....	6155	6521	6886	7251	7616	7982	8347	8712	9077	9443
2050.....	9808	0173	0538	0904	1269	1634	1999	2365	2730	3095
2060.....	247 3460	3826	4191	4556	4921	5287	5652	6017	6382	6748
2070.....	7113	7478	7843	8209	8574	8939	9304	9670	0035	0400
2080.....	248 0765	1131	1496	1861	2226	2592	2957	3322	3687	4053
2090.....	4418	4783	5148	5514	5879	6244	6609	6975	7340	7705

On lit sur la table que le 1/01/1983 à 12HTU commence le jour Julien n° 2445336. Donc le 26/06/1983 commencera le 2445512^{ième} jour Julien à 12HTU et à 0HTU le 26/06/1983 commencera le 45511^{ième} jour Julien modifié.

Si l'on a utilisé les jours Julien modifiés lors de l'enregistrement des données à la station d'écoute, le n° 511 correspond donc au 26/06/1983.

Les subroutines suivantes permettent de passer du jour Julien au jour Julien 1950 et à la date dans le calendrier Grégorien :

JUL50 (JU50,JU,IAN,MO,JO) : en entrée le jour Julien 1950 (JU50) en sortie le jour dans l'année (JU) et la date (IAN, MO, JO).

JDAY (JO,MO,IAN,XJUL) : en entrée la date (JO, MO, IAN), en sortie le jour Julien.

JGREG (XJUL,IAN,MO,JO) : en entrée le jour Julien, en sortie la date (IAN, MO, JO).

JDATE (JU,IAN,MO,JO) : en entrée le jour dans l'année et l'année (JU, IAN) en sortie la date (IAN, MO, JO).

JOJUL (JO,MO,IAN,JU50) : en entrée la date (JO, MO, IAN) en sortie le jour Julien 1950 (JU50).

JOJOU (JO,MO,IAN,JU) : en entrée la date (JO, MO, IAN) en sortie le jour dans l'année (JU).

Le programme CAL50 écrit un calendrier pour une année quelconque (voir exemple figure ci-après).

CALENDRIER JULIEN

LES JOURS SONT RELATIFS A 0H TU.

ON TROUVE SUCCESSIVEMENT:

LE JOUR JULIEN

LE JOUR JULIEN MODIFIE

LE NUMERO DU JOUR DANS L'ANNEE.

LE JOUR JULIEN 0 COMMENCE A 12H TU LE 1 JAN 4713 AV JC

LE JOUR JULIEN MODIFIE A 0H TU LE 17 NOV 1858.

JOUR "JULIEN 50"DEBUT: 12785

2446066.5	2446067.5	2446068.5	2446069.5	2446070.5	2446071.5	2446072.5	2446073.5	2446074.5	2446075.5
46066.	46067.	46068.	46069.	46070.	46071.	46072.	46073.	46074.	46075.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1/ 1/1985	2/ 1/1985	3/ 1/1985	4/ 1/1985	5/ 1/1985	6/ 1/1985	7/ 1/1985	8/ 1/1985	9/ 1/1985	10/ 1/1985
2446076.5	2446077.5	2446078.5	2446079.5	2446080.5	2446081.5	2446082.5	2446083.5	2446084.5	2446085.5
46076.	46077.	46078.	46079.	46080.	46081.	46082.	46083.	46084.	46085.
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11/ 1/1985	12/ 1/1985	13/ 1/1985	14/ 1/1985	15/ 1/1985	16/ 1/1985	17/ 1/1985	18/ 1/1985	19/ 1/1985	20/ 1/1985
2446086.5	2446087.5	2446088.5	2446089.5	2446090.5	2446091.5	2446092.5	2446093.5	2446094.5	2446095.5
46086.	46087.	46088.	46089.	46090.	46091.	46092.	46093.	46094.	46095.
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
21/ 1/1985	22/ 1/1985	23/ 1/1985	24/ 1/1985	25/ 1/1985	26/ 1/1985	27/ 1/1985	28/ 1/1985	29/ 1/1985	30/ 1/1985
2446096.5	2446097.5	2446098.5	2446099.5	2446100.5	2446101.5	2446102.5	2446103.5	2446104.5	2446105.5
46096.	46097.	46098.	46099.	46100.	46101.	46102.	46103.	46104.	46105.
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
31/ 1/1985	1/ 2/1985	2/ 2/1985	3/ 2/1985	4/ 2/1985	5/ 2/1985	6/ 2/1985	7/ 2/1985	8/ 2/1985	9/ 2/1985
2446106.5	2446107.5	2446108.5	2446109.5	2446110.5	2446111.5	2446112.5	2446113.5	2446114.5	2446115.5
46106.	46107.	46108.	46109.	46110.	46111.	46112.	46113.	46114.	46115.
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
10/ 2/1985	11/ 2/1985	12/ 2/1985	13/ 2/1985	14/ 2/1985	15/ 2/1985	16/ 2/1985	17/ 2/1985	18/ 2/1985	19/ 2/1985

Figure 4-22 : Calendrier Julien obtenu par le programme CAL50.

A N N E X E 2

LES PROGRAMMES ET SOUS PROGRAMMES

DU LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR DE L'IFREMER

Le numéro associé à chaque programme et sous-programme correspond au numéro d'ordre du fichier source (FORTRAN) sur la bande archive 45118 IFREMER BREST (1600 BPI, ASCII, records de 80 caractères, pas d'entête en début de bande).

Le programme GESTK n'est pas donné car il est la propriété du Département Informatique, que le driver (sous-programmes de commande du lecteur SEA-DATA) est écrit en assembleur, et qu'il va être abandonné (la solution retenue pour l'avenir étant l'interfaçage du lecteur avec un micro-ordinateur).

NUMERO	NOM	FONCTION	SS-PROG.	FICHIERS EN ENTREE	FICHIERS EN SORTIE
1	TOP03	Listing des enregistrements décodés du fichier SEADAT		ISEADT SEADAT	
2	TCOR4	Détecte et liste les enregistre- ments erronés		ISEADT SEADAT	
3	TCOR1	Modifie un enregistrement du fichier SEADAT	CORTP	ISEADT SEADAT	ISEADT SEADAT
4	TCOR2	Supprime des enregistrements du fichier SEADAT		ISEADT SEADAT	ISEADT SEADAT
5	TCOR5	Modifie les enregistrements n° N1 à N2, on peut changer n° exp, n° als, n° jour et l'heure, les autres infos sont mises à 0.		ISEADT SEADAT	ISEADT SEADAT
6	TOP05	Tracé Versatec des temps d'arrivée dans une fenêtre de 1, 2 ou 4h	PIX04	ISEADT SEADAT	
7	TOP06	Tracé Versatec des temps d'arrivée dans une fenêtre de 8, 16 24 ou 32 min.	PIX04 CADTO	ISEADT SEADAT	
8	TOP07	Tracé Versatec des temps d'arrivée dans une fenêtre de 8, 16, 24 ou 32 min soit les jours pairs, soit les jours impairs.	PIX04 CADTO	ISEADT SEADAT	

9	PCOR5	Modifie les enregistrements n° N1 à N2 pour lesquels on a une valeur erronée au moins dans le triplet (n° exp, n° als, n° jour) les autres infos sont mises à 0.		ISEADT SEADAT	ISEADT SEADAT
10	TOP04	Création du fichier SEAD02 (1 record par jour). Le fichier SEAD02 peut contenir 499 jours de données au maximum. Si l'on complète un fichier déjà existant il faut que le premier jour soit le même que le dernier jour du fichier existant, ou le lendemain.	JDATE JOJUL	ISEADT SEADAT	SEAD02
11	AMER3	Listing du fichier SEAD02		SEAD02	
12	TOPOD	Tracé Versatec des temps d'arrivée dans une fenêtre de 1, 2 ou 4h.	PIX04 JUL50	SEAD02	
13	TOPOM	Tracé Versatec des temps d'arrivée dans une fenêtre de 8, 16 24 ou 32 min.	PIX04 CADTO JUL50	SEAD02	
14	TOPON	Tracé Versatec des temps d'arrivée dans une fenêtre de 8, 16, 24 ou 32 min., soit les jours pairs, soit les jours impairs.	PIX04 CADTO JUL50	SEAD02	
15	TOPOE	Copie du fichier SEAD02 de disque à bande ou de bande à disque.		(SEAD02) ou B.M.	(SEAD02) ou B.M.
16	AMER4	Lecture du fichier bande binaire SEAD02.		B.M.	
17	AMER7	Transcodage du fichier bande binaire SEAD02 en fichier bande en ASCII.	JUL50	B.M.	B.M.
18	AMER8	Transcodage du fichier bande en ASCII en fichier bande binaire SEAD02.	JOJUL	B.M.	B.M.
19	AMER1	Lecture du fichier bande en ASCII		B.M.	
20	VERIF	Vérification du 1er enregistrement du fichier SEAD02.	JOJUL JUL50	SEAD02	
21	TODAS	Sélection des temps d'arrivée d'un flotteur pour une station donnée et création ou modification du fichier déplacement.	TDATA TRIAG ECRAN	SEAD02	D.....

22	TODA6	Sélection des temps d'arrivée des télémessures de température ou de pression. Création ou modification du fichier température ou du fichier pression.	TDATA TRIAG ECRAS	SEAD02	T..... ou P.....
23	TODA1	Tracé Versatec des temps d'arrivée d'un flotteur reçus par une station fenêtre de 8, 16, 24 ou 32 min.	CADTO PIX04 JUL50	D.....	
24	TODA2	Tracé Versatec des temps d'arrivée des télémessures de T ou P d'un flotteur reçus par une station. Fenêtre de 8, 16, 24 ou 32 min.	CADTO PIX04 JUL50	T..... ou P.....	
25	TODC1	Listing des fichiers D ou T ou P.		D..... ou T..... ou P.....	
26	TODC2	Création du fichier F.....		D..... et T..... et P.....	F.....
27	TODC3	Listing du fichier F.....	JUL50	F.....	
28	TODB1	Passage bande à disque ou disque à bande du fichier F.....		(F..... ou B.M.)	(F..... ou B.M.)
29	DERIV	Correction linéaire de la dérive horloge station		F.....	F.....
30	INTER	Interpolation linéaire des temps d'arrivée du fichier déplacement.		D.....	D.....
31	PDIFF	Tracé Benson des premières différences des temps d'arrivée du fichier D.	CADRE bib. Benson	D.....	
32	TODC7	Détecte les premières différences des TOA du fichier D qui sont supérieures à un seuil donné et corrige éventuellement un enregistrement (mise à 0 des infos).		D.....	D.....
33	TODC5	Lecture du fichier F sur bande.	JUL50	B.M.	
35	TCTR5	Tracé Benson de la température (°C) et/ou de la pression (dbar).	JUL50 CADRE bib. Benson	F.....	
36	CAL50	Ecriture d'un calendrier.	JUL50		
48	DOPP1	Correction de l'effet Doppler et création du fichier G.....		F.....	G.....

49	TVIT1	Tracé Benson des vitesses estimées par moyenne sur 24h (fichier F ou fichier G).	CADRE bib. Benson	F..... ou G.....	
50	PDIF1	Tracé Benson des premières différences des temps d'arrivée du fichier F ou du fichier G.	CADRE bib. Benson	F..... ou G.....	
51	TODC9	Listing d'un fichier F ou G. Peut aussi mettre les infos d'un enregistrement à 0.	JUL50	F..... ou G.....	
52	TCTRB	Calcul des positions d'un flotteur à partir de M stations d'écoute (méthode des moindres carrés). Création d'un fichier position A ou B. Permet aussi de tracer sur Benson les résidus soit en fonction du temps soit en fonction de la distance à la station correspondante.	FUNC1 ELLIP CADRE TRIG1 bib IMSL bib. Benson	Fichiers F ou fichiers G	A..... ou B.....
53	TARCS	Calcul des positions d'un flotteur à partir de M stations d'écoute (méthode des moindres carrés). Trace sur Benson les arcs à temps constant au voisinage des points estimés.	FUNC TRIG1 TRANS MERCA NAVIG ELLIP bib IMSL bib. Benson	Fichiers F ou fichiers G	
54	TCTR9	Tracé sur Benson des trajectoires.	TRANS MERCA bib. Benson	Fichiers A ou fichiers FPOSIS FPOSIF	
55	TDERI	Tracé Benson de la dérive horloge	CADRE bib. Benson	A..... ou B.....	
56	CPOSS	Création, modification ou listing du fichier des positions des stations d'écoute.		(FPOSIS)	FPOSIS
57	CPOSF	Création, modification ou listing du fichier des positions initiales de lâcher des flotteurs.		(FPOSIF)	FPOSIF
58	LECAB	Listing du fichier A..... ou du fichier B.....	JUL50	A..... ou B.....	
59	ISA	Ajustement d'un parabole sur les valeurs de la dérive horloge flotteur.	LSQ	A.....	A..000

82	FLOT3	Création fichier final FLOT.. sur disque (au format Richardson).		Fichiers A ou B	FLOT..
83	FLOT4	Complète le fichier disque FLOT.. avec les températures et les pressions.		FLOT.. fichiers F ou G	FLOT..
84	FLOT5	Lecture fichier disque FLOT..		FLOT..	
86	FLOTD	Passage disque à bande ou bande à disque du fichier FLOT..		(FLOT.. ou B.M.)	FLOT.. ou B.M.)
87	TCTRS	Liste l'ensemble des stations qui entendent un flotteur à tout instant donné.	JUL50	Fichiers F ou G	

SUBROUTINES :

NUMERO	NOM	FONCTION	SS-PROG.
37	CORTP	Modification d'un enregistrement du fichier SEADAT.	
38	PIX04	Codage des niveaux de gris sur la Versatec.	
39	CADTO	Ecriture sur la Versatec.	
40	JDATE	Transforme le jour dans l'année en jour et mois correspondant.	
41	JOJUL	Transforme la date (an, mois et jour) en le jour Julien 1950.	
42	JUL50	Transforme le jour Julien 1950 en la date (an, mois, jour).	
43	ECRAN	Visualisation sur console.	
44	ECRAS	Visualisation sur console.	
45	TRIAG	Tri par heures croissantes.	
46	TDATA	Calcul par spline cubique de l'heure prévue d'arrivée du signal sonore.	
47	CADRE	Trace sur Benson un cadre avec graduation.	bib. Benson
63	FUNC	Expression analytique des résidus.	ELLIP
64	FUNC1	Expression analytique des résidus.	ELLIP
67	LSQ	Ajuste une parabole au sens des moindres carrés.	

- | | | | |
|----|-------|--|-------------------------|
| 69 | TRIG1 | Calcule l'angle en radian opposé au troisième côté d'un triangle sphérique. | |
| 73 | ELLIP | Calcule la longueur de la géodésique joignant 2 points sur l'ellipsoïde. | |
| 75 | NAVIG | Estimation de la position avec 2 ou 3 stations. | ELLIP |
| 77 | TRANS | Transformation de Mercator | |
| 78 | MERCA | Tracé sur Benson d'un cadre en Mercator. | TRANS
bib.
Benson |
| 88 | JDAY | Transforme la date (an, mois, jour) en le jour Julien à 12hTU de la date donnée. | |

Vous trouverez ci-après les listings des programmes suivants :
TOP03, TCOR4, TCOR5, TOP05, TOP04, TOP0D, TODA5, TODC2, CAL50, TCTRB,
et des sous-programmes suivants :
PIX04, JDATE, JOJUL, JUL50, ECRAN, TRIAG, TDATA, CADRE, FUNC1, TRIG1, ELLIP.

```

FTN77,L
PROGRAM TOPO3
C
C LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C *****
C IFREMER BREST LE 24 JUILLET 1986
C *****
C PROGRAMME PROPOSANT : 1 - LE LISTING DES ENREG DU FICHER SEADAT
C 2 - LE LISTING DES ENREG DU FICHER SEADAT
C AVEC INDICATION D ERREUR DE DONNEES
C 3 - LE LISTING DES ENREG ERRONNES
C *****
C ILREC LONGUEUR EN MOTS DE 16 BITS D'UN RECORD SEADATA
C ICOUN NOMBRE DE CARACTERES DE DONNEES (4 BITS) D'UN RECORD
C SEADATA.
C NTREC NOMBRE DE RECORDS DANS LE FICHER SEADAT
C
C PROGRAMMEURS: D.GOURIOU,M.OLLITRAULT
C
C INTEGER SEADAT(3)
C CHARACTER ERR1,ERR2,ERR3,ERR4
C DIMENSION IDCB(144),IBINF(3),JA(48),IT(4,6)
C DIMENSION IBUF(20),ISEADT(3),ITAB(19,3),JTAB(3,19)
C
C EQUIVALENCE (IBINF(1),IDECO),(IBINF(2),ICOUN),(IBINF(3),NTREC)
C EQUIVALENCE (JTAB(3,3),JA)
C
C DATA ISEADT/2HIS,2HEA,2HDT/
C DATA SEADAT/2HSE,2HAD,2HAT/
C
C LUMES=LOGLU(IDUMY)
C
C WRITE(LUMES,5)
C 5 FORMAT("LU SORTIE?")
C READ(LUMES,*)LUO
C OUVERTURE ET LECTURE DU FICHER MAITRE
C
C CALL OPEN (IDCB,IERR,ISEADT,2)
C IF (IERR.EQ.2) GO TO 30
C WRITE (LUMES,10) IERR,(ISEADT(K),K=1,3)
C 10 FORMAT(/,"ERREUR FMGR ",I6," SUR ",3A2)
C STOP
C
C 30 CONTINUE
C CALL READF (IDCB,IERR,IBINF,3,LEN,1)
C CALL CLOSE (IDCB)
C
C OUVERTURE DU FICHER 'DONNEES CASSETTE'
C
C CALL OPEN (IDCB,IERR,SEADAT,2)
C IF (IERR.EQ.2) GO TO 50
C WRITE (LUMES,10) IERR,(SEADAT(K),K=1,3)
C STOP
C
C TRAITEMENT DU FICHER 'DONNEES CASSETTE'
C
C 50 CONTINUE
C IF (IDECO.EQ.0) ILREC=(ICOUN+3)/3+1
C IF (IDECO.EQ.1) ILREC=(ICOUN+4)/4+2
C
C 54 WRITE(LUMES,55)
C 55 FORMAT("TYPE DE LISTING VOULU:"/
C 1"DONNEES SANS INDICATION D ERREUR :TYPE 1"/
C 2"DONNEES AVEC INDICATION D ERREUR :TYPE 2"/

```

```

3"DONNEES ERRONEES :TYPE 3"/
4" 1,2,3 :?"
READ(LUMES,*)JT
IF((JT.LT.1).OR.(JT.GT.3)) GO TO 54
C
C 139 WRITE(LUMES,151)NTREC
C 151 FORMAT("NUMERO DU PREMIER RECORD,DU DERNIER?",
C 1/,"NOMBRE MAXIMUM :",I6)
C READ(LUMES,*)N1,N2
C IF((N1.LT.1).OR.(N1.GT.NTREC).OR.
C 1(N2.LT.1).OR.(N2.GT.NTREC).OR.
C 2(N1.GT.N2)) GO TO 139
C
C DO 200 NUREC=N1,N2
C ERR1=' '
C ERR2=' '
C ERR3=' '
C ERR4=' '
C CALL READF (IDCB,IERR,IBUF,ILREC,LEN,NUREC)
C IF (IERR.LT.0) GO TO 300
C
C TRAITEMENT PROPRE
C
C DO 160 NMOT=1,ILREC-1
C IN=IBUF(NMOT)
C IN=ISHFT(IN,-3)
C DO 155 I=1,3
C ITAB(NMOT,4-I)=IAND(IN,15)
C JTAB(4-I,NMOT)=ITAB(NMOT,4-I)
C IN=ISHFT(IN,-4)
C 155 CONTINUE
C 160 CONTINUE
C
C IA=ITAB(2,1)
C IB=ITAB(2,2)
C IC=ITAB(2,3)
C IDDD=100*IA+10*IB+IC
C IA=ITAB(3,1)
C IB=ITAB(3,2)
C IHH=10*IA+IB
C
C DO 170 K=1,6
C L=(K-1)*8
C IA=JA(L+1)
C IB=JA(L+2)
C IT(1,K)=16*IA+IB
C IA=JA(L+3)
C IB=JA(L+4)
C IT(2,K)=10*IA+IB
C IA=JA(L+5)
C IB=JA(L+6)
C IT(3,K)=10*IA+IB
C IA=JA(L+7)
C IB=JA(L+8)
C IT(4,K)=16*IA+IB
C 170 CONTINUE
C
C IALS=ITAB(1,1)*10+ITAB(1,2)
C IEXP=ITAB(1,3)
C IF(NUREC.EQ.N1)THEN
C WRITE(LUO,135)IALS,IEXP
C 135 FORMAT(5X,"DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS",/
C 15X,27(1H*)//2X,"STATION AUTONOME D ECOUTE NO:",I2/
C 22X,"EXPERIENCE NO:",I2/
C 323X,"CANAL 7",34X,"CANAL 5"/1X,"EXP",2X,"ALS",

```

```
42X,"JOUR",2X,"HEURE",2(1X,3("COR",1X,"MM",1X,"SS",1X,"CC",1X),1X))
ENDIF
IF (JT.EQ.1) GO TO 190
C
IF (NUREC.EQ.1) THEN
WRITE (LUO,136)
136 FORMAT (1X,"CODE ERREUR:"/
11X,"RECORD TROP LONG : E"/
21X,"RECORD TROP COURT : S"/
31X,"SIGNAL DE LECTURE TROP FAIBLE : L "/
41X,"ERREUR DE PARITE :P"/)
ENDIF
C
C
JERR=IBITS (IBUF (ILREC),7,4)
IF (BTEST (JERR,0)) ERR1='E'
IF (BTEST (JERR,1)) ERR2='L'
IF (BTEST (JERR,2)) ERR3='S'
IF (BTEST (JERR,3)) ERR4='P'
C
IF (JT.EQ.2) GO TO 190
C
IF (JT.EQ.3) THEN
IF (JERR.EQ.0) GO TO 200
WRITE (LUO,141)NUREC
141 FORMAT (1X,"NO RECORD:",I6)
ENDIF
190 WRITE (LUO,140) IEXP, IALS, IDDD, IHH, IT, ERR1, ERR2, ERR3, ERR4
140 FORMAT (2X, I1, 3X, I2, 3X, I3, 3X, I3, 2 (2X, 3 (1X, I3, 3 (1X, I2))), 2X, 4 (A, 1X))
200 CONTINUE
C
C FIN DUTRAITEMENT
C
300 CONTINUE
WRITE (LUMES,301)
301 FORMAT (/, "TRAITEMENT TERMINE")
CALL CLOSE (IDCB)
C
END
END$
```

```

FTN77,L
PROGRAM TCOR4
C
C LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C *****
C IFREMER BREST LE 24 JUILLET 1986
C
C *****
C PROGRAMME DE CORRECTION : LISTE LES ENREG DU FICHIER SEADAT QUI NE
C VERIFIENT PAS LE CRITERE SUIVANT: CHAQUE JOUR DOIT AVOIR
C 144 ENREG ET LES JOURS DOIVENT SE SUCCEDER EN S'INCREMENTANT
C DE 1.
C I.E. OU BIEN L'ENREG COURANT A UN NUMERO
C D'ORDRE COMPRIS ENTRE 2 ET 144 INCLUS DANS UN JOUR DONNE.
C OU BIEN C'EST LE 1ER ENREG D'UN JOUR DONNE,
C ET L'ENREG PRECEDENT EST LE 144IEME DU JOUR PRECEDENT.
C *****
C ILREC LONGUEUR EN MOTS DE 16 BITS D'UN RECORD SEADATA
C ICOUN NOMBRE DE CARACTERES DE DONNEES (4 BITS) D'UN RECORD
C SEADATA.
C NTREC NOMBRE DE RECORDS DU FICHIER SEADAT
C
C PROGRAMMEURS: I.BODEVIN,D.GOURIOU,M.OLLITRAULT
C
C INTEGER SEADAT(3)
C DIMENSION IDCB(144),IBINF(3),JA(48),IT(4,6)
C DIMENSION IBUF(20),ISEADT(3),ITAB(19,3),JTAB(3,19)
C
C EQUIVALENCE (IBINF(1),IDECO),(IBINF(2),ICOUN),(IBINF(3),NTREC)
C EQUIVALENCE (JTAB(3,3),JA)
C
C DATA ISEADT/2HIS,2HEA,2HDT/
C DATA SEADAT/2HSE,2HAD,2HAT/
C
C LUMES=LOGLU(IDUMY)
C
C WRITE(LUMES,60)
C 60 FORMAT("LU SORTIE:??")
C READ(LUMES,*)LUO
C OUVERTURE ET LECTURE DU FICHIER MAITRE
C
C CALL OPEN (IDCB,IERR,ISEADT,2)
C IF (IERR.EQ.2) GO TO 30
C WRITE (LUMES,10) IERR, (ISEADT(K),K=1,3)
C 10 FORMAT(/,"ERREUR FMGR ",I6," SUR ",3A2)
C STOP
C
C 30 CONTINUE
C CALL READF (IDCB,IERR,IBINF,3,LEN,1)
C CALL CLOSE (IDCB)
C
C OUVERTURE DU FICHIER 'DONNEES CASSETTE'
C
C CALL OPEN (IDCB,IERR,SEADAT,2)
C IF (IERR.EQ.2) GO TO 50
C WRITE (LUMES,10) IERR, (SEADAT(K),K=1,3)
C STOP
C
C C TRAITEMENT DU FICHIER 'DONNEES CASSETTE'
C
C 50 CONTINUE
C IF (IDECO.EQ.0) ILREC=(ICOUN+3)/3+1
C IF (IDECO.EQ.1) ILREC=(ICOUN+4)/4+2
C
C
C

```

```

C
C 149 WRITE(LUMES,151)NTREC
C 151 FORMAT("NUMERO DU PREMIER RECORD,DU DERNIER?",
C 1/,"NOMBRE MAXIMUM: ",I6)
C READ(LUMES,*)N1,N2
C IF((N1.LT.1).OR.(N1.GT.NTREC)).OR.
C 1(N2.LT.1).OR.(N2.GT.NTREC).OR.
C 2(N1.GT.N2)) GO TO 149
C
C DO 200 NUREC=N1,N2
C
C CALL READF (IDCB,IERR,IBUF,ILREC,LEN,NUREC)
C IF (IERR.LT.0) GO TO 300
C
C C TRAITEMENT PROPRE
C
C DO 160 NMOT=1,ILREC-1
C IN=IBUF(NMOT)
C IN=ISHFT(IN,-3)
C DO 155 I=1,3
C ITAB(NMOT,4-I)=IAND(IN,15)
C JTAB(4-I,NMOT)=ITAB(NMOT,4-I)
C IN=ISHFT(IN,-4)
C 155 CONTINUE
C 160 CONTINUE
C
C IA=ITAB(2,1)
C IB=ITAB(2,2)
C IC=ITAB(2,3)
C IDDD=100*IA+10*IB+IC
C IA=ITAB(3,1)
C IB=ITAB(3,2)
C IHH=10*IA+IB
C
C DO 170 K=1,6
C L=(K-1)*8
C IA=JA(L+1)
C IB=JA(L+2)
C IT(1,K)=16*IA+IB
C IA=JA(L+3)
C IB=JA(L+4)
C IT(2,K)=10*IA+IB
C IA=JA(L+5)
C IB=JA(L+6)
C IT(3,K)=10*IA+IB
C IA=JA(L+7)
C IB=JA(L+8)
C IT(4,K)=16*IA+IB
C 170 CONTINUE
C
C IF(NUREC.EQ.N1) THEN
C IDPRE=IDDD
C IALS=ITAB(1,1)*10+ITAB(1,2)
C IEXP=ITAB(1,3)
C WRITE(LUO,171)IALS,IEXP
C 171 FORMAT(5X,"DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS",/
C 15X,27(1H*)//2X,"STATION AUTONOME D ECOUTE NO:",I2/
C 22X,"EXPERIENCE NO:",I2)
C NCOMR=(IHH*6)+(IT(2,1)/10)
C ENDIF
C
C IF (IDDD.EQ.IDPRE) THEN
C NCOMR=NCOMR+1
C IF (NCOMR.GT.144) THEN
C WRITE(LUO,172)IDPRE,IDDD,IDPRE,NCOMR,NUREC

```

```
172  FORMAT(2X,"JOUR ENREG. PREC. :",I4,2X,"JOUR TROUVE :",I4,2X,  
1"NBRE ENREG. JOUR :",I4,2X,I4,8X,"NO ENREG. :",I6,/)   
      ENDIF   
      GO TO 200   
      ENDIF   
C   
      IF (IDDD.EQ.(IDPRE+1).AND.(NCOMR.EQ.144)) GO TO 180   
      WRITE (LUO,172) IDPRE, IDDD, IDPRE, NCOMR, NUREC   
180  IDPRE=IDDD   
      NCOMR=1   
200  CONTINUE   
C   
C FIN DUTRAITEMENT   
C   
300  CONTINUE   
      WRITE (LUMES,301)   
301  FORMAT(/,"TRAITEMENT TERMINE")   
      CALL CLOSE (IDCB)   
C   
      END   
      ENDS
```

```

FTN77,L
PROGRAM TCOR5
C
C LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C *****
C IFREMER BREST LE 24 JUILLET 1986
C
C *****
C PROGRAMME DE CORRECTION : MODIFIE LES ENREG NUMEROS N1 A N2
C ON PEUT CHANGER NO EXP,NO ALS,NO JOUR
C ET L'HEURE. LES AUTRES INFOS SONT MISES
C A 0.
C
C LES INFOS (EXP,ALS,JOUR ET HEURE) SONT LES MEMES POUR LES ENREG
C N1 A N2.
C *****
C ILREC LONGUEUR EN MOTS DE 16 BITS D'UN RECORD SEADATA
C ICOUN NOMBRE DE CARACTERES DE DONNEES (4 BITS) D'UN RECORD
C SEADATA.
C NTREC NOMBRE DE RECORDS.
C
C PROGRAMMEURS: D.GOURIOU,M.OLLITRAULT
C
C INTEGER SEADAT(3)
C DIMENSION IDCB(144),IBINF(3),JA(48),IT(4,6)
C DIMENSION IBUF(20),ISEADT(3),ITAB(19,3),JTAB(3,19)
C
C EQUIVALENCE (IBINF(1),IDECO),(IBINF(2),ICOUN),(IBINF(3),NTREC)
C EQUIVALENCE (JTAB(3,3),JA)
C
C DATA ISEADT/2HIS,2HEA,2HDT/
C DATA SEADAT/2HSE,2HAD,2HAT/
C M=177B
C
C LUMES=LOGLU(IDUMY)
C
C WRITE(LUMES,60)
C 60 FORMAT("LU SORTIE:?",
C READ(LUMES,*)LUO
C OUVERTURE ET LECTURE DU FICHIER MAITRE
C
C CALL OPEN (IDCB,IERR,ISEADT,2)
C IF (IERR.EQ.2) GO TO 30
C WRITE (LUMES,10) IERR,(ISEADT(K),K=1,3)
C 10 FORMAT(/,"ERREUR FMGR ",I6," SUR ",3A2)
C STOP
C
C 30 CONTINUE
C CALL READF (IDCB,IERR,IBINF,3,LEN,1)
C CALL CLOSE (IDCB)
C
C OUVERTURE DU FICHIER 'DONNEES CASSETTE'
C
C CALL OPEN (IDCB,IERR,SEADAT,2)
C IF (IERR.EQ.2) GO TO 50
C WRITE (LUMES,10) IERR,(SEADAT(K),K=1,3)
C STOP
C
C TRAITEMENT DU FICHIER 'DONNEES CASSETTE'
C
C 50 CONTINUE
C IF (IDECO.EQ.0) ILREC=(ICOUN+3)/3+1
C IF (IDECO.EQ.1) ILREC=(ICOUN+4)/4+2
C
C 149 WRITE(LUMES,151)NTREC
C 151 FORMAT("NO DU PREMIER ENREG A MODIFIER:?",

```

```

1/,"NOMBRE MAXIMUM: ",I6)
READ(LUMES,*)NO1
IF((NO1.LT.1).OR.(NO1.GT.NTREC)) GO TO 149
C
C CALL READF (IDCB,IERR,IBUF,ILREC,LEN,NO1)
C IF (IERR.LT.0) GO TO 300
C DO 160 NMOT=1,ILREC-1
C IN=IBUF(NMOT)
C IN=ISHFT(IN,-3)
C DO 155 I=1,3
C ITAB(NMOT,4-I)=IAND(IN,15)
C JTAB(4-I,NMOT)=ITAB(NMOT,4-I)
C IN=ISHFT(IN,-4)
C 155 CONTINUE
C 160 CONTINUE
C
C IA=ITAB(2,1)
C IB=ITAB(2,2)
C IC=ITAB(2,3)
C IDDD=100*IA+10*IB+IC
C IA=ITAB(3,1)
C IB=ITAB(3,2)
C IHH=10*IA+IB
C
C DO 170 K=1,6
C L=(K-1)*8
C IA=JA(L+1)
C IB=JA(L+2)
C IT(1,K)=16*IA+IB
C IA=JA(L+3)
C IB=JA(L+4)
C IT(2,K)=10*IA+IB
C IA=JA(L+5)
C IB=JA(L+6)
C IT(3,K)=10*IA+IB
C IA=JA(L+7)
C IB=JA(L+8)
C IT(4,K)=16*IA+IB
C 170 CONTINUE
C
C IALS=ITAB(1,1)*10+ITAB(1,2)
C IEXP=ITAB(1,3)
C WRITE(LUO,162)IALS,IEXP
C 162 FORMAT(5X,"DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS",/
C 15X,27(1H*)//2X,"STATION AUTONOME D ECOUTE NO:",I2/
C 22X,"EXPERIENCE NO:",I2/
C 315X,"CANAL 7",36X,"CANAL 5"/
C 43X,"JOUR",2X,"HEURE",2(1X,3("COR",1X,"MM",1X,"SS",1X,"CC",1X),1X))
C WRITE(LUO,163)NO1
C 163 FORMAT(1X,"NO RECORD:",I6)
C WRITE(LUO,164)IDDD,IHH,IT
C 164 FORMAT(3X,I3,3X,I3,2(2X,3(1X,I3,3(1X,I2))))
C WRITE(LUMES,165)
C 165 FORMAT("EST-CE LE BON RECORD? OUI OU NON?")
C READ(LUMES,166)IREP
C 166 FORMAT(A1)
C IF (IREP.EQ.1HN) GO TO 149
C
C 168 WRITE(LUMES,177)
C 177 FORMAT("NO EXP:?",
C READ(LUMES,*)N1
C WRITE(LUMES,178)
C 178 FORMAT("NO ALS:?",
C READ(LUMES,*)N2
C WRITE(LUMES,179)

```

```

179  FORMAT("NO DU JOUR: ?")
      READ(LUMES,*)NJ
      WRITE(LUMES,180)
180  FORMAT("HEURE: ?")
      READ(LUMES,*)NH
      WRITE(LUMES,181)N1,N2,NJ,NH
181  FORMAT("LES VALEURS TAPEES:",I2,I3,I4,I3," SONT-ELLES CORRECTES?",
1" OUI OU NON?")
      READ(LUMES,166)IREP
      IF(IREP.EQ.1HN) GO TO 168
C
      N1=ISHFT(N1,3)
      N3=MOD(N2,10)
      N3=ISHFT(N3,7)
      N4=N2/10
      N4=ISHFT(N4,11)
      IB1=6+N1+N3+N4
C
      N1=MOD(NJ,10)
      N1=ISHFT(N1,3)
      N2=NJ/10
      N2=MOD(N2,10)
      N2=ISHFT(N2,7)
      N3=NJ/100
      N3=ISHFT(N3,11)
      IB2=6+N1+N2+N3
C
      N1=MOD(NH,10)
      N1=ISHFT(N1,7)
      N2=NH/10
      N2=ISHFT(N2,11)
      N3=IAND(IBUF(3),M)
      IB3=N3+N2+N1
      IB=ISHFT(IB3,-7)
      IB3=ISHFT(IB,7)
C
185  WRITE(LUMES,186)NTREC
186  FORMAT("NO DU DERNIER ENREG A MODIFIER: ?",
1/,"NOMBRE MAXIMUM: ",I6)
      READ(LUMES,*)NO2
      IF((NO2.LT.1).OR.(NO2.GT.NTREC)) GO TO 185
      CALL READF(IDCB,IERR,IBUF,ILREC,LEN,NO2)
      IF(IERR.LT.0) GO TO 300
C
      DO 190 NMOT=1,ILREC-1
      IN=IBUF(NMOT)
      IN=ISHFT(IN,-3)
      DO 192 I=1,3
      ITAB(NMOT,4-I)=IAND(IN,15)
      JTAB(4-I,NMOT)=ITAB(NMOT,4-I)
      IN=ISHFT(IN,-4)
192  CONTINUE
190  CONTINUE
C
      IA=ITAB(2,1)
      IB=ITAB(2,2)
      IC=ITAB(2,3)
      IDDD=100*IA+10*IB+IC
      IA=ITAB(3,1)
      IB=ITAB(3,2)
      IHH=10*IA+IB
C
      DO 194 K=1,6
      L=(K-1)*8
      IA=JA(L+1)
      IB=JA(L+2)

```

```

      IT(1,K)=16*IA+IB
      IA=JA(L+3)
      IB=JA(L+4)
      IT(2,K)=10*IA+IB
      IA=JA(L+5)
      IB=JA(L+6)
      IT(3,K)=10*IA+IB
      IA=JA(L+7)
      IB=JA(L+8)
      IT(4,K)=16*IA+IB
194  CONTINUE
C
      WRITE(LUO,163)NO2
      WRITE(LUO,164)IDDD,IHH,IT
      WRITE(LUMES,165)
      READ(LUMES,166)IREP
      IF(IREP.EQ.1HN) GO TO 185
C
      DO 188 I=NO1,NO2
      IBUF(1)=IB1
      IBUF(2)=IB2
      IBUF(3)=IB3
      DO 187 J=4,19
      IBUF(J)=0
187  CONTINUE
      CALL WRITF(IDCB,IERR,IBUF,20,I)
188  CONTINUE
C
C FIN DUTRAITEMENT
C
300  CONTINUE
      WRITE(LUMES,301)
301  FORMAT(/,"TRAITEMENT TERMINE")
      CALL CLOSE(IDCB)
C
      END
      ENDS

```

FTN77,L

PROGRAM TOPO5

```

C
C LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C *****
C IFREMER BREST LE 24 JUILLET 1986
C *****
C TRACE VERSATEC DES HEURES D ARRIVEE DES SIGNAUX CAPTES PAR UNE
C STATION D ECOUTE (TRACE PLUS OU MOINS NOIR EN FONCTION DE LA
C HAUTEUR DE CORRELATION DU SIGNAL)
C ECHELLE 1,2 OU 4 HEURES
C *****
C SOUS PROGRAMME APPELE : PIX04
C *****
C ILREC LONGUEUR EN MOTS DE 16 BITS D'UN RECORD SEADATA
C ICOUN NOMBRE DE CARACTERES DE DONNEES (4 BITS) D'UN RECORD
C SEADATA.
C NTREC NOMBRE DE RECORDS.
C
C PROGRAMMEURS: D.GOURIOU,M.OLLITRAULT
C
C INTEGER SEADAT(3)
C DIMENSION IDCB(144),IBINF(3),JA(48),IT(4,6)
C DIMENSION IBUF(20),ISEADT(3),ITAB(19,3),JTAB(3,19)
C DIMENSION LIPI1(528),LIPI2(528),ICODE(200)
C DIMENSION IBU1(528),IBU2(528),LBUF(528)
C
C EQUIVALENCE (IBINF(1),IDECO),(IBINF(2),ICOUN),(IBINF(3),NTREC)
C EQUIVALENCE (JTAB(3,3),JA)
C
C DATA ISEADT/2HIS,2HEA,2HDT/
C DATA SEADAT/2HSE,2HAD,2HAT/
C
C LUMES=LOGLU(IDUMY)
C LUVE=28
C CALL LGBUF(LBUF,528)
C DO 5 J=1,528
C LIPI1(J)=1
C LIPI2(J)=1
5 CONTINUE
C
C OUVERTURE ET LECTURE DU FICHIER MAITRE
C
C CALL OPEN (IDCB,IERR,ISEADT,2)
C IF (IERR.EQ.2) GO TO 30
C WRITE (LUMES,10) IERR,(ISEADT(K),K=1,3)
10 FORMAT(/,"ERREUR FMGR ",I6," SUR ",3A2)
C STOP
C
C 30 CONTINUE
C CALL READF (IDCB,IERR,IBINF,3,LEN,1)
C CALL CLOSE (IDCB)
C
C OUVERTURE DU FICHIER 'DONNEES CASSETTE'
C
C CALL OPEN (IDCB,IERR,SEADAT,2)
C IF (IERR.EQ.2) GO TO 50
C WRITE (LUMES,10) IERR,(SEADAT(K),K=1,3)
C STOP
C
C TRAITEMENT DU FICHIER 'DONNEES CASSETTE'
C
50 CONTINUE

```

```

IF (IDECO.EQ.0) ILREC=(ICOUN+3)/3+1
IF (IDECO.EQ.1) ILREC=(ICOUN+4)/4+2

```

```

C
55 WRITE (LUMES,56)
56 FORMAT("NUMERO DE CANAL :"/"5 OU 7:??"/)
READ (LUMES,*) ICANA
IF ((ICANA.NE.5).AND.(ICANA.NE.7)) GO TO 55
C
IF (ICANA.EQ.5) INCAN=3
IF (ICANA.EQ.7) INCAN=0
C
59 WRITE (LUMES,60)
60 FORMAT("CORRELATIONS SIGNIFICATIVES: "/,
1"MINIMUM:?? MAXIMUM:?? "/)
READ (LUMES,*) ICMI,ICMA
IF ((ICMI.LT.1).OR.(ICMI.GT.200).OR.
1(ICMA.LT.1).OR.(ICMA.GT.200).OR.
2(ICMI.GE.ICMA)) THEN
WRITE (LUMES,80)
80 FORMAT("CORRELATIONS DONNEES INCORRECTES !")
GO TO 59
ENDIF
DO 90 I=1,ICMI
ICODE(I)=1
90 CONTINUE
KC=(ICMA-ICMI)/6
DO 100 J=0,5
DO 100 L=1,KC
ICODE(ICMI+L+J*KC)=2+J
100 CONTINUE
DO 120 M=ICMI+6*KC+1,200
ICODE(M)=8
120 CONTINUE
C
121 WRITE (LUMES,122)
122 FORMAT(1X,"JOURS VOULUS :"/
1"JOURS PAIRS : 1"/"JOURS IMPAIRS : 2"
2/"JOURS PAIRS ET IMPAIRS :3 "/"1,2,3 :??"/)
READ (LUMES,*) LPAR
IF ((LPAR.LT.1).OR.(LPAR.GT.3)) GO TO 121
LPAR=LPAR-1
138 WRITE (LUMES,140)
140 FORMAT("PERIODE HORAIRE VOULU: ",/
1"DEBUT: HEURE ENTRE 0 ET 11:?",/
2/" DUREE : "/"1,2 OU 4 HEURES :??"/)
READ (LUMES,*) IP,IPZOM
IF ((IPZOM.NE.1).AND.(IPZOM.NE.2).AND.(IPZOM.NE.4)) GO TO 138
IF ((IP.LT.0).OR.((IP+IPZOM).GT.12)) THEN
WRITE (LUMES,150)
150 FORMAT("PERIODE HORAIRE INCORRECTE")
GO TO 138
ENDIF
JMUL=IPZOM*15
C
149 WRITE (LUMES,151)NTREC
151 FORMAT("NUMERO DU PREMIER RECORD,DU DERNIER?",/
1/,"NOMBRE MAXIMUM: ",I6)
READ (LUMES,*) N1,N2
IF ((N1.LT.1).OR.(N1.GT.NTREC).OR.
1(N2.LT.1).OR.(N2.GT.NTREC).OR.
2(N1.GT.N2)) GO TO 149
C
DO 200 NUREC=N1,N2
CALL READF (IDCB,IERR,IBUF,ILREC,LEN,NUREC)
IF (IERR.LT.0) GO TO 300

```

```

C
C TRAITEMENT PROPRE
C
DO 160 NMOT=1, ILREC-1
IN=IBUF (NMOT)
IN=ISHFT (IN, -3)
DO 155 I=1, 3
ITAB (NMOT, 4-I)=IAND (IN, 15)
JTAB (4-I, NMOT)=ITAB (NMOT, 4-I)
IN=ISHFT (IN, -4)
155 CONTINUE
160 CONTINUE
C
IA=ITAB (2, 1)
IB=ITAB (2, 2)
IC=ITAB (2, 3)
IDDD=100*IA+10*IB+IC
IA=ITAB (3, 1)
IB=ITAB (3, 2)
IHH=10*IA+IB
C
DO 170 K=1, 6
L=(K-1)*8
IA=JA (L+1)
IB=JA (L+2)
IT (1, K)=16*IA+IB
IA=JA (L+3)
IB=JA (L+4)
IT (2, K)=10*IA+IB
IA=JA (L+5)
IB=JA (L+6)
IT (3, K)=10*IA+IB
IA=JA (L+7)
IB=JA (L+8)
IT (4, K)=16*IA+IB
170 CONTINUE
C
IF (NUREC.EQ.N1) THEN
JOURP=IDDD
JPREM=IDDD
IALS=ITAB (1, 1)*10+ITAB (1, 2)
IEXP=ITAB (1, 3)
WRITE (LUVE, 101) IALS, IEXP, ICANA
101 FORMAT (1HX, 5X, "DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS "/
16X, 27 (1H*)//2X, "STATION AUTONOME D ECOUTE NO:", I2/
22X, "EXPERIENCE NO:", I2/2X, "CANAL NO:", I2//)
WRITE (LUVE, 102) ICMI, ICMA
102 FORMAT (/ , 2X, "COR MIN :", I3, / , 2X, "COR MAX :", I3, /)
IF (LPAR.EQ.0) WRITE (LUVE, 103)
IF (LPAR.EQ.1) WRITE (LUVE, 104)
IF (LPAR.EQ.2) WRITE (LUVE, 105)
103 FORMAT (2X, "JOURS PAIRS "/)
104 FORMAT (2X, "JOURS IMPAIRS "/)
105 FORMAT (2X, "JOURS PAIRS ET IMPAIRS "/)
WRITE (LUVE, 106) IDDD
106 FORMAT (1X, I3)
CALL CADRI (1, IP, IPZOM)
ENDIF
C
IF (LPAR.EQ.2) GO TO 172
IF (MOD (JPREM, 2).EQ.0) THEN
IF (LPAR.EQ.0) JPREM=JPREM+1
ELSE
IF (LPAR.EQ.1) JPREM=JPREM+1
ENDIF

```

```

C
IF (MOD (IDDD, 2).NE.LPAR) GO TO 199
C
172 IF (IDDD.EQ.JOURP) GO TO 175
IF (MOD (JOURP-JPREM, 10).EQ.0).AND. (JOURP.NE.JPREM) THEN
CALL CADRI (3, IP, IPZOM)
ENDIF
C
CALL PIX04 (LIPI1, 528, ICODE, IBU1)
CALL PIX04 (LIPI2, 528, ICODE, IBU2)
DO 171 L=1, 4
IBU1 (5+132*(L-1))=4
IBU2 (5+132*(L-1))=4
IBU1 (126+132*(L-1))=10000B
IBU2 (126+132*(L-1))=10000B
171 CONTINUE
WRITE (LUVE) IBU1
WRITE (LUVE) IBU2
C
DO 180 I=21, 504
LIPI1 (I)=1
LIPI2 (I)=1
180 CONTINUE
C
175 IF ((IHH.LT. (IPZOM+IP)).AND. (IHH.GE. (0+IP))) THEN
IHH=IHH-IP
IH1=(IHH*3600+IT (2, 1+INCAN)*60+IT (3, 1+INCAN))/JMUL
IH2=(IHH*3600+IT (2, 2+INCAN)*60+IT (3, 2+INCAN))/JMUL
IH3=(IHH*3600+IT (2, 3+INCAN)*60+IT (3, 3+INCAN))/JMUL
IH1=IH1*2+21
IH2=IH2*2+21
IH3=IH3*2+21
IF (IT (1, 1+INCAN).GT.LIPI1 (IH1)) LIPI1 (IH1)=IT (1, 1+INCAN)
IF (IT (1, 2+INCAN).GT.LIPI1 (IH2)) LIPI1 (IH2)=IT (1, 2+INCAN)
IF (IT (1, 3+INCAN).GT.LIPI1 (IH3)) LIPI1 (IH3)=IT (1, 3+INCAN)
ENDIF
C
IF ((IHH.LT. (12+IP+IPZOM)).AND. (IHH.GE. (12+IP))) THEN
IHH=IHH-(IP+12)
IH1=(IHH*3600+IT (2, 1+INCAN)*60+IT (3, 1+INCAN))/JMUL
IH2=(IHH*3600+IT (2, 2+INCAN)*60+IT (3, 2+INCAN))/JMUL
IH3=(IHH*3600+IT (2, 3+INCAN)*60+IT (3, 3+INCAN))/JMUL
IH1=IH1*2+21
IH2=IH2*2+21
IH3=IH3*2+21
IF (IT (1, 1+INCAN).GT.LIPI2 (IH1)) LIPI2 (IH1)=IT (1, 1+INCAN)
IF (IT (1, 2+INCAN).GT.LIPI2 (IH2)) LIPI2 (IH2)=IT (1, 2+INCAN)
IF (IT (1, 3+INCAN).GT.LIPI2 (IH3)) LIPI2 (IH3)=IT (1, 3+INCAN)
ENDIF
C
199 JOURP=IDDD
C
200 CONTINUE
CALL CADRI (2, IP, IPZOM)
WRITE (LUVE, 201) IDDD
201 FORMAT (1X, I3, )
WRITE (LUVE, 202)
202 FORMAT (1H1)
C
C FIN DUTRAITEMENT
C

```

```
300 CONTINUE
    WRITE (LUMES,301)
301 FORMAT (/, "TRAITEMENT TERMINE")
    CALL CLOSE (IDCB)
C
C     END
C
C     SUBROUTINE CADR1 (INDEX, IPER, LPER)
C
C     DIMENSION IBU3 (132), LTAB (13)
C
C     LUVE=28
    IF (INDEX.EQ.1) THEN
    DO 1000 I=1,13
1000 LTAB(I)=5*(I-1)*LPER+IPER*60
    WRITE (LUVE,1100) LTAB
1100 FORMAT (4X, I3, 12 (7X, I3))
C
    DO 1002 I=1,132
1002 IBU3(I)=0
C
    DO 1003 I=1,2
1003 WRITE (LUVE) IBU3
C
    IBU3(5)=4
    IBU3(126)=10000B
C
    DO 1004 I=1,10
    DO 1005 J=1,11
1005 IBU3(5+10*J)=1
1004 WRITE (LUVE) IBU3
C
    DO 1006 I=1,10
    DO 1007 J=1,23
1007 IBU3(5+5*J)=1
1006 WRITE (LUVE) IBU3
C
    DO 1008 I=5,126
1008 IBU3(I)=-1
    WRITE (LUVE) IBU3
    ENDIF
    IF (INDEX.EQ.2) THEN
    DO 1009 I=5,126
1009 IBU3(I)=-1
    WRITE (LUVE) IBU3
    DO 1200 I=1,132
1200 IBU3(I)=0
    IBU3(5)=4
    IBU3(126)=10000B
    DO 1010 I=1,10
    DO 1011 J=1,23
1011 IBU3(5+5*J)=1
1010 WRITE (LUVE) IBU3
    DO 1012 I=1,10
    DO 1013 J=1,11
1013 IBU3(5+10*J)=1
1012 WRITE (LUVE) IBU3
    DO 1014 I=1,132
1014 IBU3(I)=0
    WRITE (LUVE,1100) LTAB
    ENDIF
    IF (INDEX.EQ.3) THEN
    DO 1016 I=1,132
1016 IBU3(I)=0
```

```
IBU3(5)=-1
IBU3(126)=-1
DO 1017 I=6,125
1017 IBU3(I)=11111B
WRITE (LUVE) IBU3
ENDIF
RETURN
END
END$
```

```

FTN77,L
PROGRAM TOPO4
C
C LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C *****
C IFREMER BREST LE 24 JUILLET 1986
C
C*****
C
C CREATION DU FICHIER DECODE SEAD02 (1 RECORD DE 1440 MOTS PAR
C JOUR) A PARTIR DES FICHIERS NON DECODES ISEADAT ET SEADAT
C (20 MOTS PAR RECORD).
C
C LE FICHIER SEAD02 PEUT CONTENIR 500 RECORDS DE 1440 MOTS
C AU MAXIMUM.SOIT 499 JOURS DE DONNEES.
C
C LORSQUE L'ON CREE LA DEUXIEME PARTIE DU FICHIER SEAD02
C ON DOIT IMPERATIVEMENT AVOIR COMME PREMIER JOUR SOIT LE
C MEME JOUR QUE LE DERNIER DE LA PREMIERE PARTIE,SOIT LE
C LENDEMAIN.
C
C ATTENTION: LES JOURS DU FICHIER SEADAT SONT EN MJD TRONQUES
C AUX 3 DERNIERS CHIFFRES DECIMAUX.
C (VALABLE JUSQU'AU 23/7/1987)
C
C*****
C
C ILREC LONGUEUR EN MOTS DE 16 BITS D'UN RECORD SEADATA
C ICOUN NOMBRE DE CARACTERES DE DONNEES (4 BITS) D'UN RECORD
C SEADATA.
C NTREC NOMBRE DE RECORDS DU FICHIER SEADAT
C
C SOUS-PROGRAMMES APPELES: JDATE
C ***** JOJUL
C
C PROGRAMMEURS: I.BODEVIN,M.OLLITRAULT
C
C INTEGER SEADAT(3),IVAL(10,144),IDCB1(144),ISIZ(2),SEAD02(3)
C INTEGER IDCB(144),IBINF(3),JA(48),IT(4,6),TVAL(10,144)
C DIMENSION IBUF(20),ISEADT(3),ITAB(19,3),JTAB(3,19)
C
C EQUIVALENCE (IBINF(1),IDECO),(IBINF(2),ICOUN),(IBINF(3),NTREC)
C EQUIVALENCE (JTAB(3,3),JA),(XLAT,IVAL(6,1)),(XLON,IVAL(8,1))
C
C DATA ISEADT/2HIS,2HEA,2HDT/
C DATA SEADAT/2HSE,2HAD,2HAT/
C DATA SEAD02/2HSE,2HAD,2H02/
C ISIZ(1)=5625
C ISIZ(2)=1440
C
C LUMES=LOGLU(IDUMY)
C
C WRITE(LUMES,10)
10 FORMAT("LU SORTIE:?" )
C READ(LUMES,*)LUO
C
C OUVERTURE ET LECTURE DU FICHIER MAITRE
C
C CALL OPEN (IDCB,IERR,ISEADT,2)
C IF (IERR.EQ.2) GO TO 13
C WRITE (LUMES,12) IERR,(ISEADT(K),K=1,3)
12 FORMAT(/,"ERREUR FMGR ",I6," SUR ",3A2)
C STOP
C
13 CONTINUE
C CALL READF (IDCB,IERR,IBINF,3,LEN,1)

```

```

CALL CLOSE (IDCB)
C
C OUVERTURE DU FICHIER 'DONNEES CASSETTE'
C
C CALL OPEN (IDCB,IERR,SEADAT,2)
C IF (IERR.EQ.2) GO TO 15
C WRITE(LUMES,12) IERR,(SEADAT(K),K=1,3)
C STOP
C
C TRAITEMENT DU FICHIER 'DONNEES CASSETTE'
C
15 CONTINUE
C IF (IDECO.EQ.0) ILREC=(ICOUN+3)/3+1
C IF (IDECO.EQ.1) ILREC=(ICOUN+4)/4+2
C
17 WRITE(LUMES,19)NTREC
19 FORMAT("NO DU PREMIER ENREG A DECODER,DU DERNIER: ?",
1/, "NOMBRE MAXIMUM: ",I6)
C READ(LUMES,*)N1,N2
C IF((N1.LT.1).OR.(N1.GT.NTREC)) GO TO 17
C IF((N2.LT.1).OR.(N2.GT.NTREC)) GO TO 17
C
20 WRITE(LUMES,20)
C FORMAT("QUELLE EST L ANNEE DU DEBUT DE L EXPERIENCE: ? (EX:1984)")
C READ(LUMES,*)IX1
C IX=IX1-1900
C IX=MOD(IX,4)
C IF(IX.EQ.0) THEN
C IJ1=366
C ELSE
C IJ1=365
C ENDIF
C IX2=IX1+1
C IX=IX2-1900
C IX=MOD(IX,4)
C IF(IX.EQ.0) THEN
C IJ2=IJ1+366
C ELSE
C IJ2=IJ1+365
C ENDIF
C
21 WRITE(LUMES,23)
23 FORMAT("EST-CE LA PREMIERE PARTIE DU FICHIER SEADAT QUE ",
1/"VOUS TRAITEZ ? OUI(O) OU NON(N) ?")
C READ(LUMES,25)IREP
25 FORMAT(A1)
C IF (IREP.NE.1HO.AND.IREP.NE.1HN) GO TO 21
C IF (IREP.EQ.1HN) GO TO 50
C WRITE(LUMES,30)
30 FORMAT("NUMERO D EXPERIENCE: ?")
C READ(LUMES,*)IEXP
C IVAL(1,1)=IEXP
C WRITE(LUMES,32)
32 FORMAT("IDENTIFICATEUR DE LA STATION D ECOUTE ? (6 CARACTERES)")
C READ(LUMES,34) (IVAL(J,1),J=2,4)
34 FORMAT(3A2)
C WRITE(LUMES,35)
35 FORMAT("LATITUDE (>0 SI NORD) EN DEG,MINUTES (E.G:38,24.6) ?")
C READ(LUMES,*)Y1,Y2
C IF(Y1.LT.0.) THEN
C XLAT=Y1-(Y2/60.)
C ELSE
C XLAT=Y1+(Y2/60.)
C ENDIF
C WRITE(LUMES,36)
36 FORMAT("LONGITUDE (>0 SI EST) EN DEG,MINUTES (E.G:10,34.3) ?")

```

```

READ (LUMES,*) Y1, Y2
IF (Y1.LT.0.) THEN
  XLON=Y1-(Y2/60.)
ELSE
  XLON=Y1+(Y2/60.)
ENDIF
WRITE (LUMES,38)
38  FORMAT ("NUMERO DE CANAL: ?")
    READ (LUMES,*) ICANAL
    IVAL(1,2)=ICANAL
    WRITE (LUMES,72)
72  FORMAT ("INTERVALLE D ECHANTILLONNAGE (EN SECONDES): ?")
    READ (LUMES,*) INT
    IVAL(5,1)=INT
    WRITE (LUMES,73)
73  FORMAT ("PROFONDEUR DE LA STATION D ECOUTE (EN METRES): ?")
    READ (LUMES,*) IDP
    IVAL(10,1)=IDP
    WRITE (LUMES,74)
74  FORMAT ("DATE DEBUT HORLOGE (AN,MOIS, JOUR, HEURE, MIN, SEC): ?",/,
1"AVANCE HORLOGE (EN MILLISEC): ?")
    READ (LUMES,*) IAN, MO, JO, IH, MN, ISEC, IAV
    CALL JOJUL(JO,MO, IAN, JU50)
    IVAL(2,2)=IAV
    IVAL(3,2)=JU50
    IVAL(4,2)=IH
    IDS=(MN*60)+ISEC)
    IVAL(5,2)=IDS
    WRITE (LUMES,75)
75  FORMAT ("DATE FIN HORLOGE (AN,MOIS, JOUR, HEURE, MIN, SEC): ?",/,
1"AVANCE HORLOGE (EN MILLISEC): ?")
    READ (LUMES,*) IAN, MO, JO, IH, MN, ISEC, IAV
    CALL JOJUL(JO,MO, IAN, JU50)
    IVAL(6,2)=IAV
    IVAL(7,2)=JU50
    IVAL(8,2)=IH
    IDS=(MN*60)+ISEC)
    IVAL(9,2)=IDS
    DO 40 I=1,144
    DO 40 J=1,10
    TVAL(J,I)=IVAL(J,I)
40  CONTINUE
C
    CALL PURGE(IDCBI, IERR, SEAD02)
    CALL CREAT(IDCBI, IERR, SEAD02, ISIZ,2)
    IF (IERR.LT.0) GO TO 300
C
    CALL READF(IDCBI, IERR, IBUF, ILREC, LEN, N1)
    DO 44 NMOT=1, ILREC-1
    IN=IBUF(NMOT)
    IN=ISHFT(IN, -3)
    DO 42 I=1,3
    ITAB(NMOT,4-I)=IAND(IN,15)
    IN=ISHFT(IN, -4)
42  CONTINUE
44  CONTINUE
C
    IA=ITAB(2,1)
    IB=ITAB(2,2)
    IC=ITAB(2,3)
    IDDD=100*IA+10*IB+IC
    IDDD=IDDD-65
    IF (IDDD.LE.IJ1) THEN
      IAN=IX1
      JU=IDDD
    ENDIF

```

172

```

IF (IDDD.GT.IJ1.AND.IDDD.LE.IJ2) THEN
  IAN=IX2
  JU=IDDD-IJ1
ENDIF
IF (IDDD.GT.IJ2) THEN
  IAN=IX2+1
  JU=IDDD-IJ2
ENDIF
C
  CALL JDATE(JU, IAN, MO, JO)
  CALL JOJUL(JO,MO, IAN, JJ)
  NUM=1
  JP=JJ
  DO 48 I=1,144
  IVAL(1,I)=1
  IVAL(2,I)=JJ
  IVAL(3,I)=(I-1)/6
  IVAL(4,I)=MOD(I-1,6)*10
  DO 48 J=5,10
  IVAL(J,I)=0
48  CONTINUE
  GO TO 55
C
50  CALL OPEN(IDCBI, IERR, SEAD02,2)
    CALL READF(IDCBI, IERR, IVAL,1440, LEN,1)
    NUM=IVAL(10,2)
    ICANAL=IVAL(1,2)
    DO 52 I=1,144
    DO 52 J=1,10
    TVAL(J,I)=IVAL(J,I)
52  CONTINUE
C
    CALL READF(IDCBI, IERR, IVAL,1440, LEN, NUM)
    JP=IVAL(2,1)
    DO 53 J=5,10
    IF (IVAL(J,144).NE.0) THEN
      JP=JP+1
      GO TO 55
    ENDIF
53  CONTINUE
    NUM=NUM-1
C
C  BOUCLE SUR LES RECORDS
C
55  DO 100 N=N1,N2
    CALL READF(IDCBI, IERR, IBUF, ILREC, LEN, N)
    IF (IERR.LT.0) GO TO 300
    DO 60 NMOT=1, ILREC-1
    IN=IBUF(NMOT)
    IN=ISHFT(IN, -3)
    DO 58 I=1,3
    ITAB(NMOT,4-I)=IAND(IN,15)
    JTAB(4-I, NMOT)=ITAB(NMOT,4-I)
    IN=ISHFT(IN, -4)
58  CONTINUE
60  CONTINUE
C
C
    IA=ITAB(2,1)
    IB=ITAB(2,2)
    IC=ITAB(2,3)
    IDDD=100*IA+10*IB+IC
    IDDD=IDDD-65
    IF (IDDD.LE.IJ1) THEN
      IAN=IX1
      JU=IDDD
    ENDIF

```

```

ENDIF
IF (IDDD.GT.IJ1.AND.IDDD.LE.IJ2) THEN
  IAN=IX2
  JU=IDDD-IJ1
ENDIF
IF (IDDD.GT.IJ2) THEN
  IAN=IX2+1
  JU=IDDD-IJ2
ENDIF
C
CALL JDATE (JU, IAN, MO, JO)
CALL JOJUL (JO, MO, IAN, JJ)
IA=ITAB (3, 1)
IB=ITAB (3, 2)
IHH=10*IA+IB
C
DO 65 K=1, 6
  L=(K-1)*8
  IA=JA (L+1)
  IB=JA (L+2)
  IT (1, K)=16*IA+IB
  IA=JA (L+3)
  IB=JA (L+4)
  IT (2, K)=10*IA+IB
  IA=JA (L+5)
  IB=JA (L+6)
  IT (3, K)=10*IA+IB
  IA=JA (L+7)
  IB=JA (L+8)
  IT (4, K)=16*IA+IB
65 CONTINUE
C
IF (JJ.EQ.JP) GO TO 68
JP=JJ
NUM=NUM+1
WRITE (LUO, 66) NUM
66 FORMAT (2X, "NUM= ", I3)
CALL WRITF (IDCB1, IERR, IVAL, 1440, NUM)
DO 67 I=1, 144
  IVAL (1, I)=I
  IVAL (2, I)=JJ
  IVAL (3, I)=(I-1)/6
  IVAL (4, I)=MOD (I-1, 6)*10
DO 67 J=5, 10
  IVAL (J, I)=0
67 CONTINUE
C
68 IF (ICANAL.EQ.7) THEN
  L=1
  ELSE
  L=4
ENDIF
C
MM=IT (2, L)
MN=MM/10
MN=MN*10
IK=(MN+10)/10+(IHH*6)
K=5
C
DO 70 J=L, L+2
  IRS=MOD (IT (2, J), 10)
  IDS=(IRS*600)+(IT (3, J)*10)+(IT (4, J)/4)
  IVAL (K, IK)=IDS
  IVAL (K+1, IK)=IT (1, J)
  K=K+2
70 CONTINUE
C
C
100 CONTINUE
NUM=NUM+1
WRITE (LUO, 66) NUM
CALL WRITF (IDCB1, IERR, IVAL, 1440, NUM)
TVAL (10, 2)=NUM
CALL WRITF (IDCB1, IERR, TVAL, 1440, 1)
C
C FIN DUTRAITEMENT
C
300 CONTINUE
WRITE (LUMES, 301)
301 FORMAT (/, "TRAITEMENT TERMINE")
CALL CLOSE (IDCB)
CALL CLOSE (IDCB1)
C
END
END$

```

```

FTN77,L
PROGRAM TOPOD
C
C LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C *****
C IFREMER BREST LE 24 JUILLET 1986
C
C*****
C TRACE VERSATEC DES HEURES D ARRIVEE DES SIGNAUX CAPTES PAR UNE
C STATION D ECOUTE (TRACE PLUS OU MOINS NOIR EN FONCTION DE LA
C HAUTEUR DE CORRELATION DU SIGNAL)
C ECHELLE 1,2 OU 4 HEURES
C FICHER SEAD02 EN ENTREE
C*****
C SOUS PROGRAMMES APPELES : PIX04
C ***** JUL50
C
C NTREC NOMBRE DE JOURS DE DONNEES.
C 1 JOUR CORRESPOND A 1 RECORD DE 1440 MOTS DE 16 BITS.
C IL Y A NTREC+1 RECORDS DANS LE FICHER SEAD02.
C SEAD02 PEUT CONTENIR AU MAXIMUM 500 RECORDS (SOIT
C 499 JOURS DE DONNEES).
C
C PROGRAMMEURS: I.BODEVIN,M.OLLITRAULT
C
C INTEGER SEAD02(3)
C DIMENSION IDCB(1440),IALS(3)
C DIMENSION IBUF(10,144)
C DIMENSION LIP11(528),LIP12(528),ICODE(200)
C DIMENSION IBU1(528),IBU2(528),LBUF(528)
C DATA SEAD02/2HSE,2HAD,2H02/
C
C LUMES=LOGLU(IDUMY)
C LUVE=28
C CALL LGBUF(LBUF,528)
C DO 5 J=1,528
C LIP11(J)=1
C LIP12(J)=1
5 CONTINUE
C
C OUVERTURE DU FICHER 'DONNEES CASSETTE'
C
C CALL OPEN (IDCB,IERR,SEAD02,2)
C IF (IERR.EQ.2) GO TO 50
C WRITE (LUMES,10) IERR,(SEAD02(K),K=1,3)
10 FORMAT(/,"ERREUR FMGR",I6," SUR ",3A2)
C STOP
C
C TRAITEMENT DU FICHER 'DONNEES CASSETTE'
C
50 CALL READF(IDCB,IERR,IBUF,1440,LEN,1)
C NTREC=IBUF(10,2)-1
C
59 WRITE (LUMES,60)
60 FORMAT("CORRELATIONS SIGNIFICATIVES: ",/
1"MINIMUM:?? MAXIMUM:?? "/)
C READ(LUMES,*) ICMI,ICMA
C IF((ICMI.LT.1).OR.(ICMI.GT.200).OR.
1(ICMA.LT.1).OR.(ICMA.GT.200).OR.
2(ICMI.GE.ICMA)) THEN
C WRITE(LUMES,80)
80 FORMAT("CORRELATIONS DONNEES INCORRECTES !")
C GO TO 59
C ENDIF
C DO 90 I=1,ICMI

```

```

ICODE(I)=1
90 CONTINUE
C KC=(ICMA-ICMI)/6
C DO 100 J=0,5
C DO 100 L=1,KC
C ICODE(ICMI+L+J*KC)=2+J
100 CONTINUE
C DO 120 M=ICMI+6*KC+1,200
C ICODE(M)=8
120 CONTINUE
C
121 WRITE(LUMES,122)
122 FORMAT(1X,"JOURS VOULUS :"/
1"JOURS PAIRS : 1"/"JOURS IMPAIRS : 2"
2/"JOURS PAIRS ET IMPAIRS :3 "/"1,2,3 :?"/)
C READ(LUMES,*) LPAR
C IF ((LPAR.LT.1).OR.(LPAR.GT.3)) GO TO 121
C LPAR=LPAR-1
138 WRITE(LUMES,140)
140 FORMAT("PERIODE HORAIRE VOULU: ",/
1"DEBUT: HEURE ENTRE 0 ET 11:?",/
2/" DUREE : "/"1,2 OU 4 HEURES :?"/)
C READ(LUMES,*) IP,IPZOM
C IF((IPZOM.NE.1).AND.(IPZOM.NE.2).AND.(IPZOM.NE.4)) GO TO 138
C IF((IP.LT.0).OR.((IP+IPZOM).GT.12)) THEN
C WRITE(LUMES,150)
150 FORMAT("PERIODE HORAIRE INCORRECTE")
C GO TO 138
C ENDIF
C JMULT=IPZOM*15
C
149 WRITE(LUMES,151)NTREC
151 FORMAT("NUMERO DU PREMIER RECORD,DU DERNIER?",/
1/,"NOMBRE MAXIMUM: ",I6)
C READ(LUMES,*) N1,N2
C IF((N1.LT.1).OR.(N1.GT.NTREC).OR.
1(N2.LT.1).OR.(N2.GT.NTREC).OR.
2(N1.GT.N2)) GO TO 149
C IEXP=IBUF(1,1)
C IALS(1)=IBUF(2,1)
C IALS(2)=IBUF(3,1)
C IALS(3)=IBUF(4,1)
C
C ICANA=IBUF(1,2)
C
C DO 200 NUREC=N1,N2
C
C CALL READF (IDCB,IERR,IBUF,1440,LEN,NUREC+1)
C IF (IERR.LT.0) GO TO 300
C
C JOUR=IBUF(2,1)
C IF(NUREC.EQ.N1) THEN
C JPREM=JOUR
C IF(LPAR.EQ.2) GO TO 1
C IF(MOD(JPREM,2).NE.LPAR) THEN
C JPREM=JPREM+1
C ENDIF
1 WRITE(LUVE,101)IALS(1),IALS(2),IALS(3),IEXP,ICANA
101 FORMAT(1HX,5X,"DONNEES FLOTTEURS DERIVANTS "/
16X,27(1H*)//2X,"STATION AUTONOME D ECOUTE NO: ",1X,3A2//
22X,"EXPERIENCE NO: ",I2/2X,"CANAL NO: ",I2//)
C WRITE(LUVE,102)ICMI,ICMA
102 FORMAT(/,2X,"COR MIN : ",I3,/,2X,"COR MAX : ",I3,/)
C IF (LPAR.EQ.0) WRITE(LUVE,103)
C IF (LPAR.EQ.1) WRITE(LUVE,104)
C IF (LPAR.EQ.2) WRITE(LUVE,105)

```

```

103 FORMAT (2X, "JOURS PAIRS "/)
104 FORMAT (2X, "JOURS IMPAIRS "/)
105 FORMAT (2X, "JOURS PAIRS ET IMPAIRS "/)
C
  CALL JUL50 (JOUR, JU, IAN, MO, JO)
  WRITE (LUVE, 106) JO, MO, IAN, JOUR
106 FORMAT (1X, I2, 1X, I2, 1X, I4, 115X, I5)
  CALL CADR1 (1, IP, IPZOM)
  ENDIF
C
  IF (LPAR.EQ.2) GO TO 172
  IF (MOD (JOUR, 2) .NE. LPAR) GO TO 200
C
C
C
172 DO 180 I=21,504
  LIPI1 (I)=1
  LIPI2 (I)=1
180 CONTINUE
C
C
  DO 185 I=1,144
  IHH=IBUF (3, I)
  IF ((IHH.LT. (IPZOM+IP)) .AND. (IHH.GE. (0+IP))) THEN
  IHH=IHH-IP
  IH1=(IHH*3600+IBUF (4, I) *60+IBUF (5, I) /10) /JMULT
  IH2=(IHH*3600+IBUF (4, I) *60+IBUF (7, I) /10) /JMULT
  IH3=(IHH*3600+IBUF (4, I) *60+IBUF (9, I) /10) /JMULT
  IH1=IH1*2+21
  IH2=IH2*2+21
  IH3=IH3*2+21
  IF (IBUF (6, I) .GT. LIPI1 (IH1)) LIPI1 (IH1)=IBUF (6, I)
  IF (IBUF (8, I) .GT. LIPI1 (IH2)) LIPI1 (IH2)=IBUF (8, I)
  IF (IBUF (10, I) .GT. LIPI1 (IH3)) LIPI1 (IH3)=IBUF (10, I)
  ENDIF
C
  IF ((IHH.LT. (12+IP+IPZOM)) .AND. (IHH.GE. (12+IP))) THEN
  IHH=IHH-(IP+12)
  IH1=(IHH*3600+IBUF (4, I) *60+IBUF (5, I) /10) /JMULT
  IH2=(IHH*3600+IBUF (4, I) *60+IBUF (7, I) /10) /JMULT
  IH3=(IHH*3600+IBUF (4, I) *60+IBUF (9, I) /10) /JMULT
  IH1=IH1*2+21
  IH2=IH2*2+21
  IH3=IH3*2+21
  IF (IBUF (6, I) .GT. LIPI2 (IH1)) LIPI2 (IH1)=IBUF (6, I)
  IF (IBUF (8, I) .GT. LIPI2 (IH2)) LIPI2 (IH2)=IBUF (8, I)
  IF (IBUF (10, I) .GT. LIPI2 (IH3)) LIPI2 (IH3)=IBUF (10, I)
  ENDIF
185 CONTINUE
C
C
  IF ((MOD (JOUR-JPREM, 10) .EQ. 0) .AND. (JOUR.NE. JPREM)) THEN
  CALL CADR1 (3, IP, IPZOM)
  ENDIF
C
  CALL PIX04 (LIPI1, 528, ICODE, IBU1)
  CALL PIX04 (LIPI2, 528, ICODE, IBU2)
C
  DO 171 L=1, 4
  IBU1 (5+132*(L-1))=4
  IBU2 (5+132*(L-1))=4
  IBU1 (126+132*(L-1))=10000B
  IBU2 (126+132*(L-1))=10000B
171 CONTINUE
C
  WRITE (LUVE) IBU1

```

```

  WRITE (LUVE) IBU2
200 CONTINUE
  CALL CADR1 (2, IP, IPZOM)
C
  CALL JUL50 (JOUR, JU, IAN, MO, JO)
  WRITE (LUVE, 106) JO, MO, IAN, JOUR
  WRITE (LUVE, 202)
202 FORMAT (1H1)
C
C FIN DUTRAITEMENT
C
300 CONTINUE
  WRITE (LUMES, 301)
301 FORMAT (/, "TRAITEMENT TERMINE")
  CALL CLOSE (IDCB)
C
  END
C
C
  SUBROUTINE CADR1 (INDEX, IPER, LPER)
C
  DIMENSION IBU3 (132), LTAB (13)
C
C
  LUVE=28
  IF (INDEX.EQ.1) THEN
  DO 1000 I=1,13
  1000 LTAB (I)=5*(I-1)*LPER+IPER*60
  WRITE (LUVE, 1100) LTAB
  1100 FORMAT (4X, I3, 12 (7X, I3))
C
  DO 1002 I=1,132
  1002 IBU3 (I)=0
C
  DO 1003 I=1, 2
  1003 WRITE (LUVE) IBU3
C
  IBU3 (5)=4
  IBU3 (126)=10000B
C
  DO 1004 I=1,10
  DO 1005 J=1,11
  1005 IBU3 (5+10*J)=1
  1004 WRITE (LUVE) IBU3
C
  DO 1006 I=1,10
  DO 1007 J=1,23
  1007 IBU3 (5+5*J)=1
  1006 WRITE (LUVE) IBU3
C
  DO 1008 I=5,126
  1008 IBU3 (I)=-1
  WRITE (LUVE) IBU3
  ENDIF
  IF (INDEX.EQ.2) THEN
  DO 1009 I=5,126
  1009 IBU3 (I)=-1
  WRITE (LUVE) IBU3
  DO 1200 I=1,132
  1200 IBU3 (I)=0
  IBU3 (5)=4
  IBU3 (126)=10000B
  DO 1010 I=1,10
  DO 1011 J=1,23
  1011 IBU3 (5+5*J)=1
  1010 WRITE (LUVE) IBU3

```

```
      DO 1012 I=1,10
      DO 1013 J=1,11
1013  IBU3(5+10*J)=1
1012  WRITE(LUVE)IBU3
      DO 1014 I=1,132
1014  IBU3(I)=0
      WRITE(LUVE,1100)LTAB
      ENDIF
      IF (INDEX.EQ.3) THEN
      DO 1016 I=1,132
1016  IBU3(I)=0
      IBU3(5)=-1
      IBU3(126)=-1
      DO 1017 I=6,125
1017  IBU3(I)=11111B
      WRITE(LUVE)IBU3
      ENDIF
      RETURN
      END
      ENDS
```

```

FTN77,L
PROGRAM TODA5
C
C LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C *****
C IFREMER BREST LE 24 JUILLET 1986
C
C*****
C CREATION OU MODIFICATION SEMI-AUTOMATIQUE
C DU FICHIER TOAS DEPLACAMANT D UN FLOTTEUR
C POUR UNE STATION DONNEE
C FICHIER D.....(EX D01A16 01: FLOTTEUR 01
C A16: ALS 16 )
C*****
C
C NF1,NF2: NUMEROS DES 1/2 JOURNEES DANS LE FICHIER D.....
C NF1=1 CORRESPOND AU 2IEME RECORD DU FICIER D.....
C N1,N2 : NUMEROS (PHYSIQUES) DES RECORDS DU FICHIER
C SEAD02.
C
C
C SOUS PROGRAMMES APPELES : TDATA
C ***** TRIAG
C ECRAN
C
C FICHIER D..... :
C - CHAQUE ENREG A 8 MOTS
C - LE 1ER ENREG CONTIENT DES INFOS NECESSAIRES
C POUR LE TRAITEMENT DU FICHIER
C - LE 1ER MOT DU 1ER ENREG CONTIENT LE NOMBRE
C TOTAL D ENREG DU FICHIER D.....
C - LES ENREG SUIVANTS ONT POUR FORMAT :
C - MOT 1 : NUMERO DE L ENREG
C - MOT 2 : JOUR DE L ANNEE
C - MOT 3 : HEURE (0 A 23)
C - MOT 4 : SECONDE (0 A 3599)
C - MOT 5 : DECISECONDES
C - MOT 6 : CORRELATION
C - MOT 8 : INDICE 0 : PAS DE DONNEE
C 1 : DONNEE SELECTIONNEE
C AUTOMATIQUEMENT
C 2 : DONNEE SELECTIONNEE
C PAR L OPERATEUR
C
C NTREC NOMBRE DE RECORDS DU FICHIER SEAD02.
C
C PROGRAMMEURS: I.BODEVIN,M.OLLITRAULT
C
C CHARACTER DRAP,REP,REPON,REP2
C INTEGER SEAD02(3),LBUF(8)
C
C DIMENSION IDCB1(1440),IDCB2(144),IT(2,3),IBUF(10,144)
C DIMENSION JBUF(8),IFLOAT(3),ISIZ(2),ITDAT(3,6),MBU(8,5)
C
C INTEGER*4 IHPRO,IHEU1,IHEU2,IHEU3,IH1,IH2,IH3,IHH,IHM,JJB
C INTEGER*4 ITDAT
C COMMON ICMI
C COMMON /AT1/MBU,LUMES,IMIN,ISEC
C COMMON /AT2/ITDAT
C COMMON /AT3/NDATA,JPRE
C COMMON /AT4/IHEU1,IHEU2,IHEU3,IHPRO
C
C DATA SEAD02/2HSE,2HAD,2H02/
C IX=2HDO
C ISIZ(1)=63
C ISIZ(2)=8
    
```

177

```

DO 10 I=1,8
10 JBUF(I)=0
NFREC=1
C
C LUMES=LOGLU(IDUMY)
C
C OUVERTURE DU FICHIER SEAD02
C
C CALL OPEN (IDCB1,IERR,SEAD02,2)
C IF (IERR.EQ.2) GO TO 30
C WRITE (LUMES,1010) IERR,(SEAD02(K),K=1,3)
1010 FORMAT(/,"ERREUR FMGR ",I6," SUR ",3A2)
C STOP
C
C TRAITEMENT DU FICHIER SEAD02
C
C 30 CONTINUE
C CALL READF (IDCB1,IERR,IBUF,1440,LEN,1)
C NTREC=IBUF(10,2)
C
C WRITE (LUMES,1020)
1020 FORMAT("FLOTTEUR NUMERO:?(EX:02) ")
C READ (LUMES,1030) IM1
1030 FORMAT(A2)
C WRITE (LUMES,1021)
1021 FORMAT("STATION D ECOUTE :?(EX A16) ")
C READ (LUMES,1022) IM2,IM3
1022 FORMAT(2A2)
C IA=ISHFT(IM1,-8)
C IFLOAT(1)=IOR(IX,IA)
C IB=ISHFT(IM1,8)
C IC=ISHFT(IM2,-8)
C IFLOAT(2)=IOR(IB,IC)
C IB=ISHFT(IM2,8)
C IC=ISHFT(IM3,-8)
C IFLOAT(3)=IOR(IB,IC)
C
C WRITE (LUMES,1031) IFLOAT
1031 FORMAT("EST CE UNE MODIF D ENREG. DEJA CREEES "/
C 1"DU FICHIER ",3A2/
C 2"O(UI) N(ON) :??")
C READ (LUMES,1050) REP
1050 FORMAT(A)
C IF (REP.EQ.'O') THEN
C CALL OPEN (IDCB2,IERR,IFLOAT,2)
C IF (IERR.NE.2) GO TO 550
C CALL READF (IDCB2,IERR,JBUF,8,LEN,1)
C NFMAX=JBUF(1)
C 32 WRITE (LUMES,1032) NFMAX-1
1032 FORMAT("NOS ENREG A MODIFIER:?" /
C 1"MINIMUM: 1"/"MAXIMUM: "I3)
C READ (LUMES,*) NF1,NF2
C IF ((NF1.LT.1).OR.(NF1.GT.NFMAX-1)).OR.
C 1(NF2.LT.1).OR.(NF2.GT.NFMAX-1).OR.
C 2(NF1.GT.NF2)) GO TO 32
C N1=((NF1+1)/2)+1
C N2=((NF2+1)/2)+1
C IF (MOD (NF1,2).NE.0) GO TO 235
C NF1=NF1-1
C 235 NF=NF1+1
C CALL APOSN (IDCB2,IERR,NF)
C NFREC=NF1
C GO TO 40
C ENDIF
C
C CALL CREAT (IDCB2,IERR,IFLOAT,ISIZ,2)
    
```

```

      IF (IERR.LT.0) GO TO 550
C
      JBUF (2)=IBUF (3,2)
      JBUF (3)=IBUF (4,2)
      JBUF (4)=IBUF (2,2)
      JBUF (5)=IBUF (7,2)
      JBUF (6)=IBUF (8,2)
      JBUF (7)=IBUF (6,2)
      DO 35 K=1,8
      LBUF (K)=JBUF (K)
35    CONTINUE
      CALL WRITF (IDCB2,IERR,JBUF,8)
C
      WRITE (LUMES,1055)
1055  FORMAT ("VOULEZ-VOUS CREER UN FICHER A BLANC (O/N):?")
      READ (LUMES,1050) REP2
      IF (REP2.EQ.'O') GO TO 90
C
40    WRITE (LUMES,1060)
1060  FORMAT ("CORRELATION SIGNIFICATIVE : ?"/)
      READ (LUMES,*) ICM1
      IF ((ICM1.LT.1).OR.(ICM1.GT.200)) THEN
1070  FORMAT ("CORRELATION DONNEE INCORRECTE !")
      GO TO 40
      ENDIF
C
50    WRITE (LUMES,1080)
1080  FORMAT ("HEURE DEPART: EN MINUTES: ?",/
1"SECONDES :?"/)
      READ (LUMES,*) IMIN,ISEC
      IF ((IMIN.LT.0).OR.(IMIN.GT.719)) GO TO 50
C
60    WRITE (LUMES,1090)
1090  FORMAT ("INTERVALLE (EN SECONDES) :?")
      READ (LUMES,*) IPER
C
      INITIALISATIONS
C
      IFLAG=0
      IHM=IMIN
      IHPRO=IHM*60+ISEC
      IHEU1=IHPRO
      IHEU2=IHPRO
      IHEU3=IHPRO
      DO 70 I=1,8
      DO 70 J=1,5
70    MBU (I,J)=0
      DO 80 I=1,4
      DO 80 J=1,6
80    ITDAT (I,J)=0
      LH=0
      NDATA=0
C
      IF (REP.EQ.'O') GO TO 100
C
90    N1=2
      N2=NTREC
      IF (REP2.EQ.'O') GO TO 405
C
100   DO 400 NUREC=N1,N2

      CALL READF (IDCB1,IERR,IBUF,1440,LEN,NUREC)
      IF (IERR.LT.0) GO TO 550
      IDDD=IBUF (2,1)
C

```

```

      DO 401 NN=1,144
C
      IHH=IBUF (3,NN)
      IMM=IBUF (4,NN)
      DO 230 K=1,3
      L=5+2*(K-1)
      IT (2,K)=IBUF (L,NN)
      IT (1,K)=IBUF (L+1,NN)
230  CONTINUE
C
C
      IF ((IHH.LT.(12+LH)).AND.(IHH.GE.LH)) GO TO 350
      LH=MOD (LH+12,24)
      IF (LH.EQ.0) THEN
      JPRE=IDDD-1
      ELSE
      JPRE=IDDD
      ENDIF
C
231  ISEC=IHPRO-(IHM*60)
C
      IF (NDATA.EQ.1) THEN
      CALL TDATA (ITDAT (1,1),ITDAT (3,1),JBUF (8))
      CALL ECRAN (1)
      JBUF (1)=NFREC
      JBUF (2)=JPRE
      JBUF (3)=ITDAT (1,1)/3600
      JJB=JBUF (3)
      JBUF (4)=ITDAT (1,1)-JJB*3600
      JBUF (3)=JBUF (3)+12-LH
      JBUF (5)=ITDAT (2,1)
      JBUF (6)=ITDAT (3,1)
      IF (JBUF (8).EQ.2) THEN
C
      CALL ECRAN (1)
C
      CALL ECRAN (3)
      IHL=ITDAT (1,1)-IHM*60
      WRITE (LUMES,1120) ITDAT (3,1),JPRE,ISEC,IHL
1120  FORMAT (// "CORRELATION INFERIEURE AU MINIMUM :",2X,I3,/
1"JOUR :",2X,I5,5X,"HEURE PREVUE :",2X,I4
2/, "HEURE TROUVEE :",2X,I4,/)
      WRITE (LUMES,1130)
1130  FORMAT ("SI CORRECT TAPPEZ RETURN",/
1"SI PAS DE MODIF D HEURE TAPPEZ N",/
2"SI MODIF D HEURE TAPPEZ M RETURN PUIS HEURE",/)
      READ (LUMES,1050) DRAP
      IF (DRAP.EQ.' ') GO TO 260
      IF (DRAP.EQ.'N') GO TO 240
      READ (LUMES,*) NOUHH
      IHPRO=NOUHH+IHM*60
      IHEU1=IHPRO
      IHEU2=IHPRO
      IHEU3=IHPRO
240  DO 250 L=3,8
250  JBUF (L)=0
260  CONTINUE
      ENDIF
      CALL WRITF (IDCB2,IERR,JBUF,8)
      NFREC=NFREC+1
      ENDIF
C
      IF (NDATA.EQ.0) THEN
      CALL ECRAN (1)
      WRITE (LUMES,1150) JPRE,ISEC
1150  FORMAT (/, "PAS DE DONNEE JOUR :",2X,I5,/
1"HEURE PREVUE :",2X,I4,/)

```

```

WRITE (LUMES,1160)
1160 FORMAT ("SI HEURE PREVUE CORRECTE  TAPEZ RETURN "/
1"SI HEURE PREVUE A MODIFIER TAPEZ M RETURN PUIS" /
2"NOUVELLE HEURE (EN SEC)"/)
READ (LUMES,1050)DRAP
IF (DRAP.EQ.' ') GO TO 270
READ (LUMES,*)NOUHH
IHPRO=IHM*60+NOUHH
270 IHEU1=IHPRO
IHEU2=IHPRO
IHEU3=IHPRO
DO 280 L=3,8
280 JBUF(L)=0
JBUF(1)=NFREC
JBUF(2)=JPRE
CALL WRITF (IDCB2,IERR,JBUF,8)
NFREC=NFREC+1
ENDIF
C
IF (NDATA.GT.1) THEN
C
CALL ECRAN(1)
CALL ECRAN(2)
CALL TRIAG
DO 290 L=1,NDATA
IHL=ITDAT(1,L)-(IHM*60)
WRITE (LUMES,1170) IHL,ITDAT(3,L)
1170 FORMAT ("HEURE :",1X,I4,4X,"COR :",1X,I3/)
290 CONTINUE
WRITE (LUMES,1180) JPRE,ISEC
1180 FORMAT ("PLUSIEURS DONNEES  JOUR:",2X,I5/
1"HEURE PREVUE :",I4)
JBUF(1)=NFREC
JBUF(2)=JPRE
DO 300 L=3,8
300 JBUF(L)=0
301 WRITE (LUMES,1190)
1190 FORMAT ("LAQUELLE:?(1,2,..OU 0)")
READ (LUMES,*,ERR=301) NDATA
IF (NDATA.EQ.0) GO TO 310
JBUF(3)=ITDAT(1,NDATA)/3600
C
JJB=JBUF(3)
JBUF(4)=ITDAT(1,NDATA)-JJB*3600
JBUF(3)=JBUF(3)+12-LH
JBUF(5)=ITDAT(2,NDATA)
JBUF(6)=ITDAT(3,NDATA)
JBUF(8)=2
IHPRO=ITDAT(1,NDATA)
IHEU1=IHPRO
IHEU2=IHPRO
IHEU3=IHPRO
C
310 CONTINUE
CALL WRITF (IDCB2,IERR,JBUF,8)
NFREC=NFREC+1
ENDIF
C
IF (IFLAG.EQ.1) GO TO 401
NDATA=0
DO 320 I=1,8
DO 330 J=0,3
330 MBU(I,5-J)=MBU(I,4-J)
320 MBU(I,1)=JBUF(I)
C
350 IF (IHH.GE.12) IHH=IHH-12

```

179

```

IH1=IHH*3600+IMM*60+IT(2,1)/10
IH2=IHH*3600+IMM*60+IT(2,2)/10
IH3=IHH*3600+IMM*60+IT(2,3)/10
C
C
IF ((IH1.GE.(IHPRO-IPER)).AND.(IH1.LT.(IHPRO+IPER))) THEN
IF (IT(1,1).NE.0) THEN
ITDAT(1,1+NDATA)=IH1
ITDAT(2,1+NDATA)=MOD(IT(2,1),10)
ITDAT(3,1+NDATA)=IT(1,1)
NDATA=NDATA+1
ENDIF
ENDIF
IF ((IH2.GE.(IHPRO-IPER)).AND.(IH2.LT.(IHPRO+IPER))) THEN
IF (IT(1,2).NE.0) THEN
ITDAT(1,1+NDATA)=IH2
ITDAT(2,1+NDATA)=MOD(IT(2,2),10)
ITDAT(3,1+NDATA)=IT(1,2)
NDATA=NDATA+1
ENDIF
ENDIF
IF ((IH3.GE.(IHPRO-IPER)).AND.(IH3.LT.(IHPRO+IPER))) THEN
IF (IT(1,3).NE.0) THEN
ITDAT(1,1+NDATA)=IH3
ITDAT(2,1+NDATA)=MOD(IT(2,3),10)
ITDAT(3,1+NDATA)=IT(1,3)
NDATA=NDATA+1
ENDIF
ENDIF
C
IF (NUREC.EQ.N2.AND.NN.EQ.144) THEN
LH=0
IFLAG=1
GO TO 231
ENDIF
C
401 CONTINUE
400 CONTINUE
GO TO 450
C
405 DO 406 K=1,8
JBUF(K)=0
406 CONTINUE
CALL READF (IDCB1,IERR,IBUF,1440,LEN,N1)
IDDD=IBUF(2,1)
C
DO 420 NUREC=N1,N2
C
DO 410 K=1,2
JBUF(1)=NFREC
JBUF(2)=IDDD
CALL WRITF (IDCB2,IERR,JBUF,8)
NFREC=NFREC+1
410 CONTINUE
C
IDDD=IDDD+1
420 CONTINUE
C
CALL READF (IDCB1,IERR,IBUF,1440,LEN,N2)
IDDD=IBUF(2,1)
IF (IDDD.EQ.JBUF(2)) GO TO 450
WRITE (LUMES,1200)
1200 FORMAT ("ERREUR SUR LE DERNIER JOUR")
STOP
C
C FIN DUTRAITEMENT

```

```
C
450 IF (REP.EQ.'O') GO TO 550
C
      LBUF(1)=NFREC
      CALL WRITF (IDCB2,IERR,LBUF,8,1)
C
550  CONTINUE
      IF (IERR.LT.0) WRITE (LUMES,1010) IERR,IFLOAT
      CALL CLOSE (IDCB2)
C
      WRITE (LUMES,1300)
1300  FORMAT (/, "TRAITEMENT TERMINE")
      CALL CLOSE (IDCB1)
C
      END
      ENDS
```

```

FTN77,L
PROGRAM TODC2
C
C LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C *****
C IFREMER BREST LE 24 JUILLET 1986
C
C *****
C CREATION D UN FICHIER DE DONNEES SUR DISQUE
C D UN FLOTTEUR POUR UNE STATION D ECOUTE DONNEE
C SYNTHESE DES FICHIERS TOAS DEPLACEMENT,TEMPERATURE
C ET PRESSION
C FICHIER F..... (EX F01A16 01:FLOTTEUR 01
C A16: ALS 16 )
C ATTENTION: CE PROGRAMME EST VALABLE POUR DES
C TELEMETRIES < OU = A 10 MINUTES.
C *****
C
C FICHIER F..... :
C - CHAQUE ENREG A 22 MOTS
C - LE 1ER MOT DU 1ER ENREG CONTIENT
C LE NOMBRE TOTAL D ENREG DU FICHIER
C - LES ENREG SUIVANTS ONT POUR FORMAT :
C - MOT 1 : NUMERO DE L ENREG
C - MOTS 2
C - ET 3 : NUMERO DE LA STATION (EX:A16)
C - MOT 4 : JOUR DE L ANNEE
C - MOT 5 A MOT 19 :
C TROIS SERIES DE 5 MOTS
C LA 1ERE : TOAS DEPLACEMENT
C LA 2EME : TOAS TEMPERATURE
C LA 3EME : TOAS PRESSION
C DANS CHAQUE SERIE :
C - 1ER MOT : HEURE
C - 2EME MOT : SECONDE
C - 3EME MOT : DECISECONDES
C - 4EME MOT : CORRELATION
C - 5EME MOT : INDICE
C - MOT 20 : TEMPERATURE EN CENTIEMES DE DEGRES
C - MOT 21 : PRESSION EN DECIBARS
C - MOT 22 : NUMERO DU FLOTTEUR (EX:01)
C
C PROGRAMMEURS: I.BODEVIN,M.OLLITRAULT
C
C DIMENSION IDCB1(144),IDCB2(144),IDCB3(144),IDCB4(144)
C DIMENSION IBU1(8),IBU2(8),IBU3(8),IBU4(22),ISIZ(2)
C DIMENSION IFLOT1(3),IFLOT2(3),IFLOT3(3),IFLOT4(3)
C
C IX1=2HDO
C IX2=2HT0
C IX3=2HP0
C IX4=2HF0
C IPAR=0
C IPARP=0
C IDPP=2400
C IDTP=2400
C
C ISIZ(1)=172
C ISIZ(2)=22
C
C LUMES=LOGLU(IDUMI)
C
C WRITE(LUMES,1000)
1000 FORMAT("FLOTTEUR NUMERO:? (EX:01)")
READ(LUMES,1010)IM1
1010 FORMAT(A2)

```

```

WRITE(LUMES,1020)
1020 FORMAT("STATION D ECOUTE :? (EX:A16)")
READ(LUMES,1011)IM2,IM3
1011 FORMAT(2A2)
IA=ISHFT(IM1,-8)
IFLOT1(1)=IOR(IX1,IA)
IFLOT2(1)=IOR(IX2,IA)
IFLOT3(1)=IOR(IX3,IA)
IFLOT4(1)=IOR(IX4,IA)
IB=ISHFT(IM1,8)
IC=ISHFT(IM2,-8)
IFLOT1(2)=IOR(IB,IC)
IFLOT2(2)=IFLOT1(2)
IFLOT3(2)=IFLOT1(2)
IFLOT4(2)=IFLOT1(2)
IB=ISHFT(IM2,8)
IC=ISHFT(IM3,-8)
IFLOT1(3)=IOR(IB,IC)
IFLOT2(3)=IFLOT1(3)
IFLOT3(3)=IFLOT1(3)
IFLOT4(3)=IFLOT1(3)
C
2 WRITE(LUMES,1025)
1025 FORMAT("LA 1ERE TEMPERATURE EST-ELLE < A 4 DEG.C:? (O/N)")
READ(LUMES,1030)IREP
1030 FORMAT(A1)
IF(IREP.NE.1HO.AND.IREP.NE.1HN) THEN
WRITE(LUMES,1035)
1035 FORMAT("REPONSE INCORRECTE")
GO TO 2
ENDIF
IF(IREP.EQ.1HO) THEN
IDTP=-4000
GO TO 6
ENDIF
C
5 WRITE(LUMES,1040)
1040 FORMAT("LA 1ERE TEMP. EST-ELLE > OU = A 13,6 DEG.C:? (O/N)")
READ(LUMES,1030)IREP
IF(IREP.NE.1HO.AND.IREP.NE.1HN) THEN
WRITE(LUMES,1035)
GO TO 5
ENDIF
IF(IREP.EQ.1HO) THEN
IDTP=10000
ENDIF
C
6 WRITE(LUMES,1050)
1050 FORMAT("LA 1ERE PRESSION EST-ELLE > A 960 DBARS? (O/N)")
READ(LUMES,1030)IREP
IF(IREP.NE.1HO.AND.IREP.NE.1HN) THEN
WRITE(LUMES,1035)
GO TO 6
ENDIF
IF(IREP.EQ.1HN) GO TO 10
IF(IREP.EQ.1HO) THEN
IPARP=960
ENDIF
C
7 WRITE(LUMES,1051)
1051 FORMAT("LA 1ERE PRESSION EST-ELLE > A 1920 DBARS? (O/N)")
READ(LUMES,1030)IREP
IF(IREP.NE.1HO.AND.IREP.NE.1HN) THEN
WRITE(LUMES,1035)
GO TO 7
ENDIF

```

```

      IF (IREP.EQ.1HN) GO TO 10
      IF (IREP.EQ.1HO) THEN
        IPARP=IPARP+960
      ENDIF
C
8   WRITE (LUMES,1052)
1052 FORMAT ("LA 1ERE PRESSION EST-ELLE > A 2880 DBARS? (O/N)")
      READ (LUMES,1030) IREP
      IF (IREP.NE.1HO.AND.IREP.NE.1HN) THEN
        WRITE (LUMES,1035)
        GO TO 8
      ENDIF
      IF (IREP.EQ.1HO) THEN
        IPARP=IPARP+960
      ENDIF
C
10  CALL PURGE (IDCB4, IERR, IFLOT4)
      CALL CREAT (IDCB4, IERR, IFLOT4, ISI2, 2)
      IF (IERR.LT.0) GO TO 500
      CALL OPEN (IDCB4, IERR, IFLOT4, 2)
      IF (IERR.NE.2) GO TO 500
C
      CALL OPEN (IDCB1, IERR, IFLOT1, 2)
      IF (IERR.NE.2) GO TO 500
      CALL OPEN (IDCB2, IERR, IFLOT2, 2)
      IF (IERR.NE.2) GO TO 500
      CALL OPEN (IDCB3, IERR, IFLOT3, 2)
      IF (IERR.NE.2) GO TO 500
C
      CALL READF (IDCB1, IERR, IBU1, 8, LEN, 1)
      NFREC=IBU1 (1)
      IBU4 (1)=NFREC
      DO 20 K=2, 7
        IBU4 (K)=IBU1 (K)
20  CONTINUE
      IBU4 (8)=0
      CALL WRITF (IDCB4, IERR, IBU4, 22, 1)
C
      NENR=1
      NTP=0
      IBU4 (22)=IM1
      IBU4 (2)=IM2
      IBU4 (3)=IM3
      CALL READF (IDCB2, IERR, IBU2, 8, LEN, 2)
      CALL READF (IDCB3, IERR, IBU3, 8, LEN, 2)
C
      DO 200 NUREC=2, NFREC
      CALL READF (IDCB1, IERR, IBU1, 8, LEN, NUREC)
C
      IBU4 (1)=NENR
      NENR=NENR+1
      DO 40 I=2, 6
40  IBU4 (2+I)=IBU1 (I)
      IBU4 (9)=IBU1 (8)
C
      IF (IBU2 (2).EQ.IBU1 (2)) THEN
        DO 50 I=3, 6
50  IBU4 (7+I)=IBU2 (I)
      IBU4 (14)=IBU2 (8)
      DO 60 I=15, 19
60  IBU4 (I)=0
      IF ((IBU4 (10).EQ.0).OR.(IBU4 (5).EQ.0)) THEN
        IBU4 (20)=0
      ELSE
C
C   CALCUL DE LA TEMPERATURE

```

```

C
      IDT=(IBU4 (10)-IBU4 (5))*3600
      IDT=IDT+IBU4 (11)-IBU4 (6)-120
      IDT=IDT*10+IBU4 (12)-IBU4 (7)
      IDIF=IABS (IDT-IDTP)
      IF (IDIF.LE.2400) GO TO 65
      IF (IDTP.LT.IDT) THEN
        IPAR=IPAR-960
      ELSE
        IPAR=IPAR+960
      ENDIF
65  IBU4 (20)=(IDT/5)+400+IPAR
      WRITE (LUMES, 3) IBU4 (20)
3   FORMAT ("TEMP:", I5)
      IDTP=IDT
      ENDIF
      IBU4 (21)=0
      CALL READF (IDCB2, IERR, IBU2, 8)
      IF (IERR.EQ.-12) IBU2 (2)=0
      NTP=1
      ENDIF
C
      IF (IBU3 (2).EQ.IBU1 (2)) THEN
        DO 70 I=3, 6
70  IBU4 (12+I)=IBU3 (I)
      IBU4 (19)=IBU3 (8)
      DO 80 I=10, 14
80  IBU4 (I)=0
      IBU4 (20)=0
      IF ((IBU4 (15).EQ.0).OR.(IBU4 (5).EQ.0)) THEN
        IBU4 (21)=0
      ELSE
C
C   CALCUL DE LA PRESSION
C
      IDP=(IBU4 (15)-IBU4 (5))*3600
      IDP=IDP+IBU4 (16)-IBU4 (6)-120
      IDP=IDP*10+(IBU4 (17)-IBU4 (7))
      IDIF=IABS (IDP-IDPP)
      IF (IDIF.LE.2400) GO TO 75
      IF (IDPP.LT.IDP) THEN
        IPARP=IPARP-960
      ELSE
        IPARP=IPARP+960
      ENDIF
75  IBU4 (21)=IDP/5+IPARP
      WRITE (LUMES, 4) IBU4 (21)
4   FORMAT (10X, "PRESS:", I5)
      IDPP=IDP
      ENDIF
      CALL READF (IDCB3, IERR, IBU3, 8)
      IF (IERR.EQ.-12) IBU3 (2)=0
      NTP=1
      ENDIF
C
      IF (NTP.EQ.0) THEN
        DO 90 I=10, 21
90  IBU4 (I)=0
      ELSE
        NTP=0
      ENDIF
C
      CALL WRITF (IDCB4, IERR, IBU4, 22, NUREC)
C
C   CONTINUE
C

```

```
500  CONTINUE
      IF ((IERR.LT.0).AND.(IERR.NE.-12)) WRITE(LUMES,1100)IERR
1100  FORMAT("ERREUR FMP ",I6)
      WRITE(LUMES,1110)IFLOT4
1110  FORMAT("FICHER  ",3A2,"  CREE")
      CALL CLOSE(IDC1)
      CALL CLOSE(IDC2)
      CALL CLOSE(IDC3)
      CALL CLOSE(IDC4)
      END
      END$
```

```

PROGRAM CAL50
C
C LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C *****
C IFREMER BREST LE 1 JANVIER 1987
C*****
C
C ECRITURE D'UN CALENDRIER JULIEN
C
C VALABLE DU 1 JAN 1950 AU 28 FEV 2100
C
C JUL50 JOUR"JULIEN 50"(LE NUMERO 1 CORRESPOND AU 1 JAN 1950)
C
C*****
C
C SOUS-PROGRAMME APPELE:%JUL50
C *****
C
C PROGRAMMEUR:M.OLLITRAULT
C
C
C DIMENSION JJ(10),IA(10),MM(10),JOU(10)
C DOUBLE PRECISION DJ(10),DJUL
C DIMENSION XJ(10)
C
C LU=6
C WRITE(LU,1)
1 FORMAT("JOUR JULIEN 50 DEBUT,LUO,NB DE JOURS?")
C READ(*,*)JULI,LUO,NB
C
C open(LUO,file='fich',status='unknown')
C
C WRITE(LUO,41)
41 FORMAT(1X,"CALENDRIER JULIEN",//," LES JOURS SONT RELATIFS A",
1" 0H TU.",//," ON TROUVE SUCCESSIVEMENT:",//," LE JOUR JULIEN",//,
2" LE JOUR JULIEN MODIFIE",//," LE NUMERO DU JOUR DANS L'ANNEE.")
C
C WRITE(LUO,43)
43 FORMAT(1X,"LE JOUR JULIEN 0 COMMENCE A 12H TU LE 1 JAN 4713",
1" AV JC",//," LE JOUR JULIEN MODIFIE A 0H TU LE 17 NOV 1858.",//)
C
C WRITE(LUO,42)JULI
42 FORMAT(1X,"JOUR",2H " ,"JULIEN 50",7H"DEBUT:",I6,/)
C
C KK=0
33 DO 10 I=1,10
K=I-1+KK
JU50=JULI+K
XMJD=33281.+FLOAT(JU50)
DJUL=2433281.5D0+DBLE(JU50)
C
C CALL JUL50(JU50,JU,IAN,MO,JO)
C
C DJ(I)=DJUL
C XJ(I)=XMJD
C JJ(I)=JU
C IA(I)=IAN
C MM(I)=MO
C JOU(I)=JO
10 CONTINUE
C WRITE(LUO,20)DJ
20 FORMAT(1X,10(2X,F10.1))
C WRITE(LUO,24)XJ
24 FORMAT(10(2X,F10.0))
C WRITE(LUO,21)JJ
21 FORMAT(10(1X,I10,1X))

```

```

C
C WRITE(LUO,22)(JOU(I),MM(I),IA(I),I=1,10)
22 FORMAT(10(1X,I2,"/",I2,"/",I4,1X))
C WRITE(LUO,23)
23 FORMAT(1X,/)
KK=K+1
IF(KK.LT.NB)GO TO 33
C
C STOP
C END

```

```

FTN77,L
PROGRAM TCTRB
C
C LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C *****
C IFREMER BREST LE 4 DECEMBRE 1986
C *****
C CALCUL DES POSITIONS D UN FLOTTEUR DONNE
C A PARTIR DE M STATIONS D ECOUTE (M INF. OU EGAL A NBST)
C
C CREATION D UN FICHER A..... OU B..... (EX:A61001)
C CONTENANT LES POSITIONS CALCULEES
C (POSITIONNEMENT SUR L'ELLIPSOIDE PAR LA METHODE
C DES MOINDRES CARRES)
C
C SI N=2 ON N'ESTIME PAS LA DERIVE DU FLOTTEUR
C SI N=3 ON ESTIME LA DERIVE DE L'HORLOGE DU FLOTTEUR
C ET SI N>3, LES N-3 VITESSES DU SON AUX N-3 PREMIERES
C STATIONS. (N INF. OU EGAL A M)
C E.G. SI N=5, ON ESTIMERA VSON A LA STATION 1, ET VSON
C A LA STATION 2.
C
C LA VITESSE DU SON VAUT 1500 M*S-1 SI ELLE N'EST PAS ESTIMEE
C
C ON TESTE SI L'ECART-TYPE EST PLUS PETIT QUE SIGMA SEC.
C
C ON POURRA TRACER EGALEMENT LES RESIDUS (PAR RAPPORT AU
C POINT ESTIME PAR LES M PREMIERES STATIONS) POUR LES
C STATIONS QUI ENTENDENT LE FLOTTEUR (NBST STATIONS AU MAX)
C EN FONCTION SOIT DU TEMPS, SOIT DU TEMPS DE PROPAGATION DU
C SIGNAL SONORE ENTRE LE FLOTTEUR ET LA STATION.
C
C M DOIT ETRE SUPERIEUR OU EGAL A 2
C *****
C
C SOUS PROGRAMMES APPELES : %FUNC1
C ***** %ELLIP
C %CADRE
C %TRIG1
C BIB %ZXSS (FAIRE RE,%ZXSS)
C BIB %IMSMU (FAIRE SE,%IMSMU)
C BIB %RGRAF
C
C ATTENTION: ON UTILISE DES EMA, IL FAUT DONC FAIRE EB DANS LE LINK
C
C -----
C FICHER A.....
C -CHAQUE ENREG A 10 MOTS
C -LE 1ER MOT DU 1ER ENREG CONTIENT LE NOMBRE
C TOTAL D ENREG DU FICHER
C -LES ENREG SUIVANTS ONT POUR FORMAT :
C -MOT 1 :NUMERO DE L ENREG
C -MOT 2 :NUMERO DU FLOTTEUR
C -MOT 3 :JOUR "JULIEN"
C -MOT 4 :HEURE
C -MOT 5 A 8 :LATITUDE ET LONGITUDE
C LONGITUDE<0 SI OUEST)
C -MOT 9 :DERIVE DE L'HORLOGE
C DU FLOTTEUR EN DIXIEMES
C DE SECONDES
C -MOT 10 :CORRELATION MINIMALE
C *****
C
C PROGRAMMEUR:MICHEL OLLITRAULT *

```

```

C *****
C
C IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A,B,C,D)
C EXTERNAL FUNC1
C
C EMA RESIDU,XTOA,XTIME
C DIMENSION IDCB(144,10),IBU(22,10),JBUF(3,10),IFLOT(3,10)
C DIMENSION IBU4(10),IBUF(7),IFLOT4(3),IFICH(3),IS12(2)
C DIMENSION IJOURD(10),IHEUD(10),IJOUF(10),IHEUF(10),NFRE(10)
C DIMENSION COLS(10),ALOS(10),XLAS(10),XLOS(10),NREC(10),ITIM(10)
C DIMENSION ILTS(3),IS1(10),IS2(10),DT(10),DLAS(10),DLOS(10)
C DIMENSION ALAS(10),BLOS(10),IDCB1(144),IDCB4(144),IND(10)
C DIMENSION VSON(10),SOUND(10),IBU2(256),RESIDU(10,1000)
C DIMENSION XTIME(1000),XTOA(10,1000),IFL(3),ALPHA(10)
C INTEGER*4 M,N,NSIG,MAXFN,IOPT,IXJAC,INFER,IER
C REAL PARM(4),X(6),F(10),XJAC(10,6),XJTJ(21),WORK(71),EPS,XDELT
C REAL SSQ,SSQO
C
C COMMON VSON
C COMMON /BT/ALAS,ALOS,DT
C EQUIVALENCE (IBU4(5),FLA123),(IBU4(7),FLO123),(XLAT,IBUF(4)),
C 1(XLON,IBUF(6))
C EQUIVALENCE (VSON,SOUND)
C
C DATA IFICH/2HFP,2HOS,2HIS/
C
C LUMES=LOGLU(IDUMY)
C
C IXJAC=10
C DPI=3.1415926535D0
C DPI2=DPI/2.DO
C RTER=6370.
C IT1=2HS
C
C
C CALL IBENA (IBU2,256,29)
C NBLOC=1
C CALL PNUMA(0.,0.,NBLOC,0.,0.)
C
C WRITE (LUMES,1015)
C 1015 FORMAT("NOMBRE DE STATIONS D ECOUTE:?" )
C READ (LUMES,*) NBST
C
C WRITE (LUMES,1030)
C 1030 FORMAT("CORRELATION MINIMALE:?" )
C READ (LUMES,*) IBMIN
C
C WRITE (LUMES,1014)
C 1014 FORMAT("NOMBRE DE STATIONS POUR LE CALCUL DES MOINDRES CARRES?")
C READ (LUMES,*) M
C
C IF (M.EQ.2) THEN
C N=2
C ELSE
C WRITE (LUMES,326)
C 326 FORMAT("N? (<OU=M SI MOINDRES CARRES AVEC DERIVE,SINON N=2)")
C READ (LUMES,*) N
C
C ENDIF
C
C WRITE (LUMES,222)
C 222 FORMAT("SIGMA,EN SEC?")

```

```

      READ (LUMES,*) SIGMA
C
C
      ISIZ (1)=60
      ISIZ (2)=10
      DO 5 I=1,10
5      IBU4 (I)=0
C      PARAMETRES POUR ZXSSQ
C
      IOPT=0
      NSIG=4
      EPS=0.
      XDELTA=0.
      MAXFN=100
      PARM (1)=0.
      PARM (2)=0.
      PARM (3)=0.
      PARM (4)=0.
C
C
      WRITE (LUMES,70) N, NSIG, EPS, XDELTA, MAXFN, IOPT, PARM
70      FORMAT (2X, "N=", I2, " NSIG=", I2, " EPS=", F5.3, /,
!2X, "XDELTA=", F5.3, " MAXFN=", I4, " IOPT=", I4, /,
!2X, "PARM=", 4F7.3)
C
      WRITE (LUMES,900)
900      FORMAT ("LU SORTIE:??")
      READ (LUMES,*) LUO
C
905      WRITE (LUMES,910)
910      FORMAT ("EST-CE UN FICHIER F (TAPER 1) OU G (TAPER 2):??")
      READ (LUMES,*) IT
      IF (IT.NE.1.AND.IT.NE.2) GO TO 905
      IF (IT.EQ.1) THEN
      IX=2HFO
      IX1=2HA0
      ELSE
      IX=2HGO
      IX1=2HBO
      ENDIF
C
      WRITE (LUMES,1000)
1000      FORMAT ("FLOTTEUR NUMERO:?? (EX:01)")
      READ (LUMES,1010) IM1
1010      FORMAT (A2)
      DO 1016 I=1,NBST
      WRITE (LUMES,1011) I
1011      FORMAT ("STATION D ECOUTE ", I2, " :? (EX:A16)")
      READ (LUMES,1013) IS1 (I), IS2 (I)
1013      FORMAT (2A2)
      WRITE (LUMES,11)
      11      FORMAT ("VITESSE DU SON EN M*S-1 A CETTE STATION?")
C      READ (LUMES,*) VS
      VSON (I)=1.5
C
      WRITE (LUMES,223)
223      FORMAT ("AJOUT EN SEC AU TEMPS D ARRIVEE POUR CETTE STATION:??")
      READ (LUMES,*) ALPHA (I)
C
1016      CONTINUE
C
      WRITE (LUMES,80)
80      FORMAT ("JOUR DEBUT, JOUR FIN:??")
      READ (LUMES,*) JDEB, JFIN
C

```

```

      CALL OPEN (IDCB1, IERR, IFICH, 2)
      IF (IERR.NE.2) GO TO 500
      CALL READF (IDCB1, IERR, IBUF, 7, LEN, 1)
      NPOS=IBUF (1)
      DO 35 I=1,NBST
      DO 30 NUM=2,NPOS
      CALL READF (IDCB1, IERR, IBUF, 7, LEN, NUM)
      IF (IS1 (I).EQ.IBUF (1).AND.IS2 (I).EQ.IBUF (2)) THEN
      XLAS (I)=XLAT
      XLOS (I)=XLON
      ENDIF
30      CONTINUE
35      CONTINUE
C
C
      IA=ISHFT (IM1, -8)
      DO 37 I=1,NBST
      IFLOT (1, I)=IOR (IX, IA)
      IB=ISHFT (IM1, 8)
      IC=ISHFT (IS1 (I), -8)
      IFLOT (2, I)=IOR (IB, IC)
      IB=ISHFT (IS1 (I), 8)
      IC=ISHFT (IS2 (I), -8)
      IFLOT (3, I)=IOR (IB, IC)
37      CONTINUE
      IFLOT4 (1)=IOR (IX1, IA)
      IB=ISHFT (IM1, 8)
      WRITE (LUMES,1017)
1017      FORMAT ("3 CARACTERES IDENTIFICATEURS DU FICHIER:??")
      READ (LUMES,1018) ILTS
1018      FORMAT (3A1)
      IC=ISHFT (ILTS (1), -8)
      IFLOT4 (2)=IOR (IB, IC)
      IB=ISHFT (ILTS (2), -8)
      IB=ISHFT (IB, 8)
      IC=ISHFT (ILTS (3), -8)
      IFLOT4 (3)=IOR (IB, IC)
C
7      WRITE (LUMES,1020)
1020      FORMAT ("HEURE D EMISSION DU FLOTTEUR:??"/
1"EN MINUTES (COMPRIS ENTRE 0 ET 720)")
      READ (LUMES,*) IHMF
      IF ((IHMF.LT.0).OR.(IHMF.GE.720)) GO TO 7
C
      WRITE (LUMES,1028)
1028      FORMAT ("POSITION INITIALE (LAT, LONG) :??")
      READ (LUMES,*) XLAR, XLOR
C
      DO 1027 I=1,NBST
      BLOS (I)=XLOS (I)
      AA=XLAS (I)
      DLAS (I)=AA*DPI/180.DO
      COLS (I)=DPI2-ALAS (I)
      DLOS (I)=BLOS (I)*DPI/180.DO
1027      CONTINUE
C
      DO 40 I=1,NBST
      CALL OPEN (IDCB (1, I), IERR, IFLOT (1, I), 2)
      IF (IERR.NE.2) THEN
      WRITE (LUMES,323) (IFLOT (J, I), J=1, 3)
323      FORMAT (1X, "LE FICHIER ", 3A2, " N EXISTE PAS")
      GO TO 500
      ENDIF
      CALL READF (IDCB (1, I), IERR, IBU (1, I), 22, LEN, 1)
      NFRE (I)=IBU (1, I)
      NREC (I)=1

```

```

21  NREC(I)=NREC(I)+1
    CALL READF(IDCIB(1,I),IERR,IBU(1,I),22,LEN,NREC(I))
    IF(IBU(9,I).EQ.0) GO TO 21
    IJOURD(I)=IBU(4,I)
    IHEUD(I)=IBU(5,I)
    CALL READF(IDCIB(1,I),IERR,IBU(1,I),22,LEN,NFREC(I))
    IJOUF(I)=IBU(4,I)
    IHEUF(I)=IBU(5,I)
40  CONTINUE
C
C
C    JOURD=IJOURD(1)
    IHEURD=IHEUD(1)
    DO 23 I=2,NBST
    IF(IJOURD(I).GT.JOURD) GO TO 22
    IF(IJOURD(I).EQ.JOURD.AND.IHEUD(I).GE.IHEURD) GO TO 22
    JOURD=IJOURD(I)
    IHEURD=IHEUD(I)
22  CONTINUE
23  CONTINUE
C
C    JOURF=IJOUF(1)
    IHEURF=IHEUF(1)
    DO 25 I=2,NBST
    IF(IJOUF(I).LT.JOURF) GO TO 24
    IF(IJOUF(I).EQ.JOURF.AND.IHEUF(I).LE.IHEURF) GO TO 24
    JOURF=IJOUF(I)
    IHEURF=IHEUF(I)
24  CONTINUE
25  CONTINUE
C
C    WRITE(LUO,666)IFLOT4
666  FORMAT(1X,3A2)
    CALL PURGE(IDCIB4,IERR,IFLOT4)
    CALL CREAT(IDCIB4,IERR,IFLOT4,ISIZ,2)
    IF(IERR.LT.0) GO TO 500
    CALL OPEN(IDCIB4,IERR,IFLOT4,2)
    IF(IERR.NE.2) GO TO 500
C
C    IBU4(2)=IM1
    NFREC=(JOURF-JOURD+1)*2
    IF(IHEURD.EQ.IHEURF) NFREC=NFREC-1
    IF(IHEURD.GT.IHEURF) NFREC=NFREC-2
C
C    IF(M.EQ.2) THEN
    CALL ELLIP(DLAS(1),DLOS(1),DLAS(2),DLOS(2),DS1S2)
    DS1S2=DS1S2/RTER
    ENDIF
    KK=0
C
C    NREW=0
    DO 300 NUREC=1,NFREC
C
C    IF(JOURD.LT.JDEB) GO TO 330
    NREW=NREW+1
    IF(JOURD.GT.JFIN) GO TO 75
C
C    IBU4(1)=NREW
    IBU4(3)=JOURD
    IBU4(4)=IHEURD
C
C    ICOR=200
    INOM=0
    IM=0
C
    DO 45 I=1,NBST

```

```

    IF(IJOURD(I).LE.JOURD.AND.JOURD.LE.IJOUF(I)) THEN
    NUM=NREC(I)+2*(JOURD-IJOURD(I))
    IF(IHEUD(I).LT.IHEURD) NUM=NUM+1
    IF(IHEUD(I).GT.IHEURD) NUM=NUM-1
    IF(NUM.GT.NFREC(I)) GO TO 43
    CALL READF(IDCIB(1,I),IERR,IBU(1,I),22,LEN,NUM)
    IF(IBU(9,I).EQ.0) GO TO 43
C
C    ON GARDE LES TEMPS D'ARRIVEE INTERPOLES ET CEUX DONT LA HAUTEUR
C    DE CORRELATION EST SUPERIEURE A UN SEUIL DONNE
C
C    IBIB=IBU(8,I)
    IF(IBIB.NE.0.AND.IBIB.LT.IBMIN) GO TO 43
C
C    RECUPERATION DES STATIONS QUI ENTENDENT LE FLOTTEUR
C
C    INOM=INOM+1
    ICOR=MIN0(ICOR,IBU(8,I))
    DO 42 K=1,3
    JBUF(K,INOM)=IBU(K+4,I)
42  CONTINUE
    IND(INOM)=I
    IF(I.LE.M) IM=IM+1
    ENDIF
C
43  CONTINUE
45  CONTINUE
C
C    IF(INOM.EQ.0) ICOR=0
    IBU4(10)=ICOR
C
C    WRITE(LUO,*) JOURD,IHEURD,INOM
    IF(IM.LT.M) THEN
    FLA123=-99.
    FLO123=-999.
    IAVANC=-99
    GO TO 320
    ENDIF
C
C
C    DO 50 K=1,INOM
    ITIM(K)=JBUF(1,K)
    DTS=JBUF(2,K)
    DTDS=JBUF(3,K)
C
C    IF(ITIM(K).GE.12) ITIM(K)=ITIM(K)-12
    DIT=(ITIM(K)*60-IHEMF)*60
    DIT=DIT+DTS+(DTDS/10.DO)
    II=IND(K)
    DT(K)=DIT-80.DO+ALPHA(II)
    ALAS(K)=DLAS(II)
    ALOS(K)=DLOS(II)
50  CONTINUE
C
C    X(1)=XLAR
    X(2)=XLOR
    X(3)=0.
    IF(N.GT.3) THEN
    DO 444 I=4,N
    K=I-3
    X(I)=VSON(K)*10.
444  CONTINUE
    ENDIF
C
57  WRITE(LUO,57)((IFLOT(J,IND(K)),J=1,3),K=1,INOM)
    FORMAT(1X,10(3A2,1X))

```

```

      WRITE (LUO, *) (DT (K), K=1, INOM)
C
      CALL ZXSSQ (FUNCI, M, N, NSIG, EPS, XDELTA, MAXFN, IOPT, PARM, X, SSQ, F,
!XJAC, IXJAC, XJTJ, WORK, INFER, IER)
C
      WRITE (LUO, 891) INFER, IER
891  FORMAT (1X, "INFER:", I4, 2X, "IER:", I4)
321  FORMAT (1X, "MOINDRES CARRES:", F6.2, /, 1X, "RESIDUS EN SEC:", 10F6.2)
322  FORMAT (1X, "GRADIENT:", F7.4, 2X, I5, " ITERATIONS")
C
      FLA123=X (1)
      FLO123=X (2)
      IAVANC=X (3)
      DAVANC=X (3) /10.DO
C
      SSQ1=SSQ / (M-1)
      SSQ1=SQRT (SSQ1)
      IF (SSQ1.LT.SIGMA) THEN
C
      ALAI=FLA123*DPI/180.DO
      ALOI=FLO123*DPI/180.DO
C
      WRITE (LUMES, *) FLA123, FLO123
C
      IF (M.EQ.2) THEN
      DF1=DT (1) *VSON (1) /RTER
      DF2=DT (2) *VSON (2) /RTER
      CALL TRIG1 (DF1, DF2, DS1S2, ANGLF2, IERR)
      ANGLF2=ANGLF2-DPI2
      ANG=DABS (ANGLF2)
      WRITE (LUMES, *) ANG
      IF (ANG.GT.1.3D0) THEN
      FLA123=-99.
      FLO123=-999.
      IAVANC=-99
      WRITE (LUMES, 1102)
1102  FORMAT ("XLAR, XLOR?")
      READ (LUMES, *) XLAR, XLOR
      GO TO 320
      ENDIF
      ENDIF
C
      IF (M.EQ.INOM) GO TO 82
C
      DO 81 K=M+1, INOM
      CALL ELLIP (ALAI, ALOI, ALAS (K), ALOS (K), DZ)
      IK=IND (K)
      DTE=DZ/VSON (IK)
81  F (K) =DTE-DT (K) -DAVANC
C
82  WRITE (LUO, 321) SSQ, (F (K), K=1, INOM)
      WRITE (LUO, 322) WORK (1), WORK (5)
C
      KK=KK+1
      XX=JOURD-JDEB
      XXH=IHEURD
      XX=XX+XXH/24.
      XX=XX/10.
C
      DO 88 I=1, NBST
      RESIDU (I, KK) =-99.
      XTOA (I, KK) =-99.
88  CONTINUE
C

```

```

C
C
      DO 446 K=1, INOM
      II=IND (K)
      YY=F (K)
      RESIDU (II, KK) =YY+10.
      XTIME (KK) =XX
      XTOA (II, KK) =DT (K) /10.
446  CONTINUE
C
      WRITE (LUO, *) (RESIDU (K, KK), K=1, NBST)
      WRITE (LUO, *) (XTOA (K, KK), K=1, NBST)
C
      IF (N.GT.3) THEN
      DO 445 I=1, N-3
      K=I+3
445  SOUND (I) =X (K) /10.
      ENDIF
C
      XLAR=X (1)
      XLOR=X (2)
      ELSE
      FLA123=-99.
      FLO123=-999.
      IAVANC=-99
      ENDIF
C
320  NUMERO=NREW+1
C
      WRITE (LUO, 890) FLA123, FLO123, IAVANC
890  FORMAT (2X, "LAT= ", F6.3, 2X, "LONG= ", F7.3, 2X, "IAVANC= ", I5)
C
      WRITE (LUO, 892) SOUND
892  FORMAT (2X, "VITESSES DU SON:", 10F8.3)
      IBU4 (9) =IAVANC
      CALL WRITF (IDCB4, IERR, IBU4, 10, NUMERO)
      IF (IERR.LT.0) GO TO 500
C
330  IF (IHEURD.LT.12) THEN
      IHEURD=IHEURD+12
      ELSE
      IHEURD=IHEURD-12
      JOURD=JOURD+1
      ENDIF
C
300  CONTINUE
C
75  WRITE (LUMES, 61)
61  FORMAT ("VOULEZ-VOUS TRACER LES RESIDUS EN FONCTION "
!"DES JOURS (O/N):?")
      READ (LUMES, 62) IREP
62  FORMAT (A1)
      IF (IREP.EQ.1HN) GO TO 66
C
      WRITE (LUMES, 60)
60  FORMAT ("ECHELLE:EX CMS POUR 10 JOURS,EY CMS POUR 1 SECONDE:?" )
      READ (LUMES, *) EX, EY
      CALL ECHEL (EX, EY, 0., 0.)
C
      DO 63 I=1, NBST
      IPEN=MOD (I-1, 3)
      CALL PLUMA (IPEN)
      CALL TRAS (0., 0., 0)
      DO 76 L=1, 3
76  IF (L) =IFLOT (L, I)
      XA=-3.

```

```

      YA=(I-1)*EY
      CALL PCARA(XA,YA,2,IFL,6,.2,.2,1.,0.)
C
      DO 63 J=1, KK
      X=XTIME(J)
      Y=RESIDU(I,J)
      IF (Y.LT.0..OR.Y.GT.20.) GO TO 84
      CALL BECENS(X,Y,0,9,.15,.15,1.,0.)
84  CONTINUE
63  CONTINUE
C
      WRITE (LUMES, 64)
84  FORMAT ("NUMERO DE PLUME POUR LE CADRE: ?")
      READ (LUMES, *) IPEN
      CALL PLUMA (IPEN)
      NX=(JFIN-JDEB-1)/10+1
      CALL CADRE(0.,NX,0.,20)
      FX=JDEB
      CALL NOMBA(0.,-1.,0,FX,-1,.2,.2,1.,0.)
      CALL TRAS(0.,10.,0)
      X=NX
      CALL TRAS(X,0.,3)
      XN=-10.
      XX=-1.2
      YY=0.
      DO 65 I=1,21
      CALL NOMBA(XX,YY,0,XN,-1,.2,.2,1.,0.)
      CALL PCARA(.2,0.,2,IT1,1,.2,.2,1.,0.)
      XN=XN+1.
      YY=YY+EY
65  CONTINUE
C
66  WRITE (LUMES, 67)
67  FORMAT ("VOULEZ-VOUS TRACER LES RESIDUS EN FONCTION "
! "DES TEMPS D ARRIVEE (O/N): ?")
      READ (LUMES, 62) IREP1
      IF (IREP1.EQ.1HN) GO TO 71
      WRITE (LUMES, 160)
160  FORMAT ("ECHELLE?: EX CM POUR 10 SEC, EY CM POUR 1 SEC")
      READ (LUMES, *) EX, EY
      CALL ECHEL(EX, EY, 0., 0.)
C
72  NBLOC=NBLOC+1
      CALL PNUMA(0.,29.7,NBLOC,0.,0.)
      XMAX=XTOA(1,1)
      DO 68 I=1,NBST
      IPEN=MOD(I-1,3)
      CALL PLUMA (IPEN)
      CALL TRAS(0.,0.,0)
      DO 77 L=1,3
77  IFL(L)=IFLOT(L,I)
      XA=-3.
      YA=(I-1)*EY
      CALL PCARA(XA,YA,2,IFL,6,.2,.2,1.,0.)
      DO 68 J=1, KK
      X=XTOA(I,J)
      IF (X.GT.XMAX) XMAX=X
      Y=RESIDU(I,J)
      IF (Y.LT.0..OR.Y.GT.20.) GO TO 85
      CALL BECENS(X,Y,0,9,.15,.15,1.,0.)
85  CONTINUE
68  CONTINUE
C
      NX=XMAX+1
      WRITE (LUMES, 64)
      READ (LUMES, *) IPEN

```

```

      CALL PLUMA (IPEN)
      CALL CADRE(0.,NX,0.,20)
      CALL TRAS(0.,10.,0)
      X=NX
      CALL TRAS(X,0.,3)
      XN=-10.
      XX=-1.2
      YY=0.
      DO 69 I=1,21
      CALL NOMBA(XX,YY,0,XN,-1,.2,.2,1.,0.)
      CALL PCARA(.2,0.,2,IT1,1,.2,.2,1.,0.)
      XN=XN+1.
      YY=YY+EY
69  CONTINUE
C
71  NBLOC=9999
      CALL PNUMA(0.,0.,NBLOC,0.,0.)
C
      IBU4(1)=NUMERO
      DO 310 I=2,10
310  IBU4(I)=0
      CALL WRITF (IDCB4, IERR, IBU4, 10, 1)
      IF (IERR.LT.0) GO TO 500
C
500  CONTINUE
C
      IF (IERR.LT.0) THEN
      WRITE (LUMES, 1100) IERR
1100  FORMAT ("ERREUR ", I6)
      ENDIF
C
C
      CALL CLOSE (IDCB)
      CALL CLOSE (IDCB1)
      CALL CLOSE (IDCB4)
      END
      ENDS

```

```

FTN77,L
SUBROUTINE PIX04(LIPIX,NBPIX,ICODE,IBUF)
C
C LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C *****
C IFREMER BREST LE 24 JUILLET 1986
C
C*****
C TRACE SUR LA VERSATEC UNE LIGNE DE 528 PICTURE ELEMENTS(PIXELS)
C CHAQUE PIXEL EST EN FAIT UNE MATRICE DE 4*4 POINTS ELEMENTAIRES.
C IL Y A 8 NIVEAUX DE GRIS.
C CHAQUE PIXEL PREND LE NIVEAU DE GRIS DETERMINE PAR LA VALEUR
C PRISE PAR UNE VARIABLE >0 DEFINIE EN 528 POINTS.
C LE NIVEAU DE GRIS EST DONNE PAR UNE TABLE DE CODIFICATION.
C
C ON RAPPELLE QUE UNE LIGNE VERSATEC COMPREND 2112 POINTS ELEMEN-
C TAIRES(0 BLANC,1 NOIR)ET QU'UN CARACTERE ALPHANUMERIQUE EST
C CONTENU DANS UNE MATRICE 16*16.IL Y A DONC 132 CARACTERES PAR
C LIGNE.
C
C LIPIX:TABLEAU CONTENANT LES VALEURS >0 DE LA VARIABLE DEFINIE
C EN NBPIX POINTS.
C
C NBPIX:NOMBRE DE POINTS(OU DE PIXELS) MAXIMUM=528
C
C ICODE:TABLE DE CODIFICATION LE NUMERO DE PATTERN ASSOCIE AU
C PIXEL DE RANG I EST ICODE(LIPIX(I)).
C
C IBUF:BUFFER DANS LEQUEL LE SOUS-PROGRAMME RANGERA LA LIGNE
C DE PATTERNS CORRESPONDANT A LA LIGNE DE PIXELS.
C
C
C REM:DECLARER IBUF A 1 DIMENSION LONGUEUR=528 MOTS.
C*****
C
C PROGRAMMEUR: D.MONCHY
C
C DIMENSION IGRID(4,8),IMASK(4),ICODE(1),IBUF(132,4),LIPIX(1)
C DATA IGRID/0,0,0,0,104210B,0,0,0,146314B,0,0,0,-1,0,0,0,
C *-1,31463B,0,0,-1,-1,104210B,0,-1,-1,146314B,146314B,-1,-1,-1,-1/
C DATA IMASK/170000B,7400B,360B,17B/
C
C DO 100 I=1,NBPIX
C LIGNE=(I+3)/4
C IPTR=IAND(I,3)
C IF(IPTR.EQ.0)IPTR=4
C DO 100 ICOL=1,4
C IF(IPTR.EQ.1)IBUF(LIGNE,ICOL)=0
C IVAL=IAND(IGRID(ICOL,ICODE(LIPIX(I))),IMASK(IPTR))
100 IBUF(LIGNE,ICOL)=IOR(IBUF(LIGNE,ICOL),IVAL)
C
C RETURN
C END
C ENDS

```

```

FTN77,L
  SUBROUTINE JDATE (JU, IAN,MO,JO)
C
C   LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C   *****
C   IFREMER BREST                LE 24 JUILLET 1986
C   *****
C   EN ENTREE JU ET IAN.
C   JU:JOUR DANS L'ANNEE, IAN:ANNEE
C
C   EN SORTIE JU, IAN,MO,JO
C   MO:MOIS,JO:JOUR DANS LE MOIS.
C
C   SI JU EST SUPERIEUR A 365 (OU 366 SI L'ANNEE EST BISSEXTILE)
C   OU SI JU EST INFERIEUR OU EGAL A 0,MO=0 ET JO=0 SONT RETOURNES
C   EN SORTIE DE LA SUBROUTINE.
C   *****
C   PROGRAMMEUR:MICHEL OLLITRAULT
C
C   IF (JU.GT.0) GO TO 50
C   MO=0
C   JO=0
C   RETURN
C
50  IFEVR=59
C   IF (MOD (IAN, 4) .EQ.0) IFEVR=60
C
C   IF (JU.GT.31) GO TO 1
C   JO=JU
C   MO=1
C   RETURN
C
1   IF (JU.GT.IFEVR) GO TO 2
C   JO=JU-31
C   MO=2
C   RETURN
C
2   JJ=IFEVR+31
C   IF (JU.GT.JJ) GO TO 3
C   JO=JU-IFEVR
C   MO=3
C   RETURN
C
3   J2=JJ+30
C   IF (JU.GT.J2) GO TO 4
C   JO=JU-JJ
C   MO=4
C   RETURN
C
4   JJ=J2+31
C   IF (JU.GT.JJ) GO TO 5
C   JO=JU-J2
C   MO=5
C   RETURN
C
5   J2=JJ+30
C   IF (JU.GT.J2) GO TO 6
C   JO=JU-JJ
C   MO=6
C   RETURN
C
6   JJ=J2+31
C   IF (JU.GT.JJ) GO TO 7
C   JO=JU-J2
C   MO=7
C   RETURN
C
7   J2=JJ+31
C   IF (JU.GT.J2) GO TO 8
C
8   JO=JU-JJ
C   MO=8
C   RETURN
C
9   JJ=J2+30
C   IF (JU.GT.JJ) GO TO 9
C   JO=JU-J2
C   MO=9
C   RETURN
C
10  J2=JJ+31
C   IF (JU.GT.J2) GO TO 10
C   JO=JU-JJ
C   MO=10
C   RETURN
C
10  JJ=J2+30
C   IF (JU.GT.JJ) GO TO 11
C   JO=JU-J2
C   MO=11
C   RETURN
C
11  J2=JJ+31
C   IF (JU.GT.J2) GO TO 12
C   JO=JU-JJ
C   MO=12
C   RETURN
C
12  MO=0
C   JO=0
C   RETURN
C
END
END$

```

FTN77, L

SUBROUTINE JOJUL(JO,MO,IAN,JU50)

C

LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR

C

C

IFREMER BREST

LE 24 JUILLET 1986

C

C*****

C

VALABLE DU 1/1/1950 AU 28/2/2038.

C

JU50 EST LE JOUR JULIEN 50:LE NUMERO 1 CORRESPOND AU 1 JAN 1950

C

C

EN ENTREE JO,MO,IAN,EN SORTIE JU50.

C

C

C

PROGRAMMEUR: M.OLLITRAULT

C

JAN=IAN

IF(MO.GT.2)GO TO 5

JMO=MO+9

JAN=JAN-1

GO TO 10

5

JMO=MO-3

10

JAN=JAN-1948

Y=1461.*JAN

IY=INT(Y/4.)

MM=(153*JMO+2)/5

JJ=MM+JO

JU50=IY-671

JU50=JU50+JJ

RETURN

END

END\$

```
      SUBROUTINE JUL50 (JU50, JU, IAN, MO, JO)
C
C   LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C   *****
C   IFREMER BREST                LE 24 JUILLET 1986
C
C *****
C   EN ENTREE JU50
C
C   JU50 JOUR"JULIEN" (LE NUMERO 1 CORRESPOND AU 1 JAN 1950)
C   DANS LE CALENDRIER JULIEN LE 1 JAN 1950 PORTE LE NUMERO 2433283
C   ET COMMENCE A 12 H TU.
C
C   EN SORTIE JU, IAN, MO, JO
C
C   JU JOUR DANS L'ANNEE
C   IAN ANNEE
C   MO MOIS, JO JOUR DANS LE MOIS
C
C   CETTE SUBROUTINE EST VALABLE DU 1 JAN 1950 AU 28 FEV 2100.
C *****
C   PROGRAMMEURS:MICHELE GUENEGUES,MICHEL OLLITRAULT
C
C   DIMENSION JAN (4),MOIS (12)
C   DATA  JAN/365,365,366,365/
C   DATA  MOIS/31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31/
C
C   IF (JU50.LT.1) GO TO 888
C
C   TOTJ=0
C   TOTM=0
C   I=1
C   IAN=1950
C
C 10  TOTJ=TOTJ+JAN (I)
C     IF (TOTJ.GE.JU50) GO TO 20
C     I=I+1
C     IAN=IAN+1
C     IF (I.GT.4) I = 1
C     GO TO 10
C
C 20  JU=JU50-(TOTJ-JAN (I))
C     MOIS (2)=28
C     IF (I.EQ.3) MOIS (2)=29
C
C     DO 30 MO=1,12
C     TOTM=TOTM+MOIS (MO)
C 30  IF (TOTM.GE.JU) GO TO 40
C
C 40  JO=JU-TOTM+MOIS (MO)
C     GO TO 999
C
C 888  JU=0
C     IAN=0
C     MO=0
C     JO=0
C
C 999  RETURN
C     END
```

```
FTN77,L
  SUBROUTINE ECRAN(N)
C
C   LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C   *****
C   IFREMER BREST                LE 24 JUILLET 1986
C
C*****
C   VISUALISATION DES DONNEES SUR L ECRAN DU TERMINAL
C*****
C
C   PROGRAMMEUR: D.GOURIOU
C
C   DIMENSION MBU(8,5), IHRE(5), IGR(48)
C   DIMENSION ITDAT(3,6)
C   INTEGER*4 ITDAT, IHRE, IHD, IHM
C   CHARACTER IGR
C   COMMON /AT1/MBU, LUMES, IMIN, ISEC
C   COMMON /AT2/ITDAT
C   COMMON /AT3/NDATA, JPRE
C
C   IHM=IMIN
C   DO 10 I=1,48
10  IGR(I)=' '
C   IF (N.EQ.1) THEN
C     WRITE(LUMES,500)
500  FORMAT("5 DERNIERES DONNEES :"/)
C     DO 20 J=1,5
C       LH=0
C       K=6-J
C       IF (MBU(3,K).GE.12) LH=12
C       IHD=MBU(3,K)-LH
C       IHRE(K)=IHD*3600+MBU(4,K)
C       IF (IHRE(K).NE.0) THEN
C         IHRE(K)=IHRE(K)-IHM*60
C         IK=IHRE(K)-ISEC
C         IK=IK/2+24
C         IF ((IK.GT.0).AND.(IK.LE.48)) IGR(IK)='*'
C       ENDIF
C     WRITE(LUMES,501)MBU(2,K), MBU(3,K), IHRE(K), IGR,MBU(6,K)
501  FORMAT(1X,I5,2X,I3,2X,I4,2X,48A,2X,I4)
C     IF ((IK.GT.0).AND.(IK.LE.48)) IGR(IK)=' '
20  CONTINUE
C   ENDIF
C   IF (N.EQ.2) THEN
C     DO 30 L=1,NDATA
C       IHL=ITDAT(1,L)-IHM*60
C       IK=IHL-ISEC
C       IK=IK/2+24
30  IF ((IK.LE.48).AND.(IK.GT.0)) IGR(IK)='*'
C     WRITE(LUMES,502)JPRE, IGR
502  FORMAT(1X,I5,13X,48A)
C   ENDIF
C
C   IF (N.EQ.3) THEN
C     IHL=ITDAT(1,1)-IHM*60
C     IK=IHL-ISEC
C     IK=IK/2+24
C     IF ((IK.GT.0).AND.(IK.LE.48)) IGR(IK)='*'
C     WRITE(LUMES,502)JPRE, IGR
C   ENDIF
C   RETURN
C   END
C   ENDS
```

```
FTN77,L
  SUBROUTINE TRIAG
C
C   LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C   *****
C   IFREMER BREST                LE 24 JUILLET 1986
C
C*****
C  TRI DES DONNEES EN LES CLASSANT PAR HEURES CROISSANTES
C*****
C
C   PROGRAMMEUR: D.GOURIOU
C
C   DIMENSION ITRI(3,6)
C   INTEGER*4 ITRI,KO
C   COMMON /AT2/ITRI
C   COMMON /AT3/NDO, JOUR
C
C   DO 10 I=1,NDO-1
C   DO 10 J=1,NDO-I
C   IF (ITRI (1, J) .GT. ITRI (1, J+1)) THEN
C   DO 20 L=1,3
C   KO=ITRI (L, J+1)
C   ITRI (L, J+1) =ITRI (L, J)
C   ITRI (L, J) =KO
20 CONTINUE
ENDIF
10 CONTINUE
RETURN
END
END$
```

```
FTN77, L
SUBROUTINE TDATA (IHEU, ICOR, IM)
C
C LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C *****
C IFREMER BREST LE 24 JUILLET 1986
C
C*****
C SELECTION DES DONNEES ET CALCUL DE LA DONNEE SUIVANTE
C PROBABLE
C*****
C
C PROGRAMMEUR: D.GOURIOU
C
C INTEGER*4 ICOR, IHEU, IHEU1, IHEU2, IHEU3, IHPRO
C COMMON ICMI, ICMA
C COMMON /AT4/IHEU1, IHEU2, IHEU3, IHPRO
C
C IF (ICOR.GE.ICMI) THEN
C IM=1
C ELSE
C IM=2
C ENDIF
C
C IHEU3=IHEU2
C IHEU2=IHEU1
C IHEU1=IHEU
C
C IHPRO= ((9*IHEU1) - (6*IHEU2) + IHEU3) / 4
C RETURN
C END
C ENDS
```

```
FTN77,L
  SUBROUTINE CADRE (X0,NX,Y0,NY)
  C
  C   LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
  C   *****
  C   IPREMER BREST                LE 24 JUILLET 1986
  C
  C*****
  C   TRACE SUR BENSON D'UN CADRE AVEC DES GRADUATIONS
  C   TOUTES LES UNITES.
  C*****
  C
  C   SOUS-PROGRAMME APPELE:  LIBRAIRIE %RGRAF
  C   *****
  C
  C   PROGRAMMEUR: M.OLLITRAULT
  C
  C
  C   CALL TRAS (X0,Y0,0)
  C
  DO 1 I=1,NY-1
    Y=Y0+I
    CALL TRAS (X0,Y,1)
    CALL TRAA (.3,0.,3)
  1  CALL TRAA (-.3,0.,2)
    Y1=Y0+NY
    CALL TRAS (X0,Y1,1)
  C
  DO 2 I=1,NX-1
    X=X0+I
    CALL TRAS (X,Y1,1)
    CALL TRAA (0.,-.3,3)
  2  CALL TRAA (0.,.3,2)
    X1=X0+NX
    CALL TRAS (X1,Y1,1)
  C
  DO 3 I=1,NY-1
    Y=Y1-I
    CALL TRAS (X1,Y,1)
    CALL TRAA (-.3,0.,3)
  3  CALL TRAA (.3,0.,2)
    CALL TRAS (X1,Y0,1)
  C
  DO 4 I=1,NX-1
    X=X1-I
    CALL TRAS (X,Y0,1)
    CALL TRAA (0.,.3,3)
  4  CALL TRAA (0.,-.3,2)
    CALL TRAS (X0,Y0,1)
  RETURN
  END
  ENDS
```

FTN77, L

SUBROUTINE FUNC1 (X,M,N,F)

C

RETURN
END

C

LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR

C

C

IFREMER BREST

LE 4 DECEMBRE 1986

C

C*****

C

EN ENTREE X(1),X(2):LAT ET LONG EN DEGRES SEXAGESIMAUX.

C

X(3):AVANCE DE L'HORLOGE DU FLOTTEUR EN DECISECONDES.

C

X(4),X(5),X(6) VITESSES DU SON AUX STATIONS 1,2 ET 3 E.G.

C

EN HECTOMETRES PAR SECONDES.

C

M:NOMBRE DE RESIDUS A ESTIMER.

C

N:NOMBRE DE PARAMETRES(N.LE.M)

C

EN SORTIE F(I),I=1,M:LES RESIDUS EN SECONDES.

C

C*****

C

SOUS-PROGRAMME APPELE: ELLIP

C

C

PROGRAMMEUR M.OLLITRAULT

C

IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A,B,C,D)

DIMENSION X(N),F(M),DX(2),ALAS(10),ALOS(10),DT(10),VSON(10)

DIMENSION SOUND(10)

INTEGER*4 M,N

COMMON VSON

COMMON /BT/ALAS,ALOS,DT

C

API=3.1415926535D0/180.D0

C

IF(N.LE.3) THEN

DO 23 I=1,M

SOUND(I)=VSON(I)

23

CONTINUE

C

ELSE

N0=N-3

C

DO 21 I=1,N0

K=I+3

SOUND(I)=X(K)/10.

21

CONTINUE

C

DO 22 I=N0+1,M

SOUND(I)=VSON(I)

22

CONTINUE

ENDIF

C

DO 10 I=1,2

D=DBLE(X(I))

DX(I)=D*API

10

CONTINUE

C

DAV=DBLE(X(3))/10.D0

C

DO 15 I=1,M

C

CALL ELLIP(ALAS(I),ALOS(I),DX(1),DX(2),A)

C

A=A/SOUND(I)

DF=A-DT(I)-DAV

F(I)=SNGL(DF)

15

CONTINUE

FTN77, L

ENDS

```

SUBROUTINE TRIG1 (DA, DB, DC, DANG, I)
C
C   LOGICIEL PLOTTEURS SOFAR
C   *****
C   IFREMER BREST                               LE 4 DECEMBRE 1986
C
C*****
C   TRIGONOMETRIE SPHERIQUE                      *
C   EN ENTREE LES COTES A,B,C EN RADIAN        *
C   EN SORTIE L'ANGLE OPPOSE AU COTE C EN     *
C   RADIAN ET L'INDICE I                       *
C
C   ON DOIT AVOIR A<PI,B<PI,C<PI.              *
C   ON TESTE LA CONDITION:                      *
C   LA SOMME DE 2 COTES ADJACENTS EST        *
C   SUPERIEURE OU EGALE AU                    *
C   TROISIEME COTE                            *
C   L'INDICE I EST A 0 SI LA CONDITION EST    *
C   VERIFIEE                                  *
C   A 1 SINON                                  *
C
C   TOUT EST EN DOUBLE PRECISION              *
C*****
C   PROGRAMMEUR:MICHEL OLLITRAULT              *
C*****
C
C   IMPLICIT DOUBLE PRECISION (D)
C
C   DPI=3.141592653589793D0
C   DPI2=DPI/2.D0
C
C   I=0
C
C   IF ( ( (DA+DB) .LT. DC) .OR. ( (DA+DC) .LT. DB) .OR. ( (DB+DC) .LT. DA) ) THEN
C     I=1
C     RETURN
C   ENDIF
C
C   FORMULE DE GAUSS: COS (ANGLE) = (COSC-COSA*COSB) / SINA*SINB
C
C   DX=DCOS (DA) *DCOS (DB)
C   DX=DCOS (DC) -DX
C   DY=DSIN (DA) *DSIN (DB)
C   DCC=DX/DY
C   DSC=1.D0-DCC*DCC
C   IF (DSC.LT.0) DSC=0
C   DSC=DSQRT (DSC)
C
C   TEST SUR LE SINUS POUR SAVOIR SI ON RISQUE D'AVOIR UNE
C   INDETERMINATION SUR LA TANGENTE
C
C   IF (DSC.GT..8D0) THEN
C     DCT=DSC
C     DST=-DCC
C     DTT=DST/DCT
C     DANG=DATAN (DTT)
C     DANG=DANG+DPI2
C   ELSE
C     DTC=DSC/DCC
C     DANG=DATAN (DTC)
C     IF (DCC.LT.0.D0) DANG=DANG+DPI
C   ENDIF
C   RETURN
C   END

```

661

FTN77,L

SUBROUTINE ELLIP (ALAT1,ALONG1,ALAT2,ALONG2,DZ)

```

C
C LOGICIEL FLOTTEURS SOFAR
C *****
C IFREMER BREST LE 26 NOVEMBRE 1986
C
C*****
C CALCULE LA LONGUEUR DE LA GEODESIQUE JOIGNANT LES *
C POINTS 1 ET 2. *
C LES LATITUDES ET LES LONGITUDES SONT EN RADIANS ET *
C EN DOUBLE PRECISION. *
C LA LONGUEUR EST EN KM SUR L'ELLIPSOIDE DE RAYON 6377.0 KM *
C ET D'APLATISSEMENT 1/298.25 *
C *
C LA FORMULE UTILISEE EST CELLE D'ANDOYER(1934) DONT LA *
C PRECISION RELATIVE EST D'ENVIRON 10**-5. *
C *
C*****
C PROGRAMMEUR:MICHEL OLLITRAULT *
C *
C*****
C IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A,B,C,D)
C
C DPI=3.141592653589793D0
C DPI2=DPI/2.D0
C
C DANG=ALONG2-ALONG1
C DS1=DSIN(ALAT1)
C DS2=DSIN(ALAT2)
C DCO=DS1*DS2+DCOS(ALAT1)*DCOS(ALAT2)*DCOS(DANG)
C DSI=1.D0-DCO*DCO
C
C IF (DSI.LT.0.D0) DSI=0.D0
C DSI=SQRT(DSI)
C
C IF (DSI.GT..8D0) THEN
C DCT=DSI
C DST=-DCO
C DTT=DST/DCT
C DZ=DATAN(DTT)
C DZ=DZ+DPI2
C ELSE
C DTT=DSI/DCO
C DZ=DATAN(DTT)
C IF (DCO.LT.0.D0) DZ=DZ+DPI
C ENDF
C
C A=DS1-DS2
C B=DS1+DS2
C DELZ=.8383E-3*((DZ+3.D0*DSI)/(1.D0-DCO)*A*A+(DZ-3.D0*DSI)
C !/(1.D0+DCO)*B*B)
C DZ=6377.D0*(DZ-DELZ)
C
C RETURN
C END
    
```

200

A N N E X E 3

GLOSSAIRE

Latitude géodésique (ou ellipsoïdale) :

La latitude géodésique d'un point P sur l'ellipsoïde est l'angle entre la normale à l'ellipsoïde en P et le plan équatorial de l'ellipsoïde.

Longitude géodésique :

La longitude géodésique d'un point P sur l'ellipsoïde est l'angle entre le plan méridien passant par P et le plan du méridien origine (de Greenwich).

Correspondance entre points du géoïde ou de la surface terrestre et points de l'ellipsoïde (définition de Helmert) :

Si p est un point du géoïde ou de la surface terrestre et si P est le point correspondant sur l'ellipsoïde, p est sur la normale à l'ellipsoïde en P.

Verticale :

La verticale est définie par la direction de la pesanteur. C'est donc une courbe perpendiculaire au géoïde et autres surfaces équipotentiellles aux points où elle les rencontre.

Géoïde :

Le géoïde est la surface équipotentielle de la pesanteur (combinaison de l'attraction gravitationnelle et de la force centrifuge due à la rotation terrestre) qui coïncide, en moyenne spatiale, avec le niveau

moyen dans le temps des mers (les différences atteignent au maximum ≈ 1 mètre pour des longueurs d'onde de ≈ 100 km).

Géodésique :

La géodésique est la courbe tracée sur l'ellipsoïde, joignant 2 points et de longueur minimale (sur la sphère, les géodésiques sont des arcs de grands cercles).

ALS :

Abréviation de autonomous listening station.

SOFAR :

Abréviation de Sound Fixing and Ranging.

TOA :

Abréviation de Time of Arrival.



BIBLIOGRAPHIE

BESSERO G., Cours de Géodésie de l'ENSIETA. Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, 1985.

BOMFORD G., Geodesy, Oxford University Press, 1971.

LIGHTHILL J., Waves in fluids, Cambridge University Press, 1978.

MOOD A.M., F.A. GRAYBILL, D.C. BOES, Introduction to the theory of statistics, Mc Graw-Hill, 1972.

SPAIN D.L., R.M. O'GARA, H.T. ROSSBY, Sofar Float Data Report of the Polymode Local Dynamics Experiment, URI Technical Report, n° 80-1.

Les flotteurs dérivants profonds SOFAR permettent de suivre les masses d'eau dans leur mouvement pendant plusieurs années. Ces flotteurs émettent régulièrement un signal acoustique qui permet de les entendre jusqu'à quelques milliers de kilomètres de distance et, à partir des signaux reçus à différentes stations d'écoute, on peut obtenir la position des flotteurs.

On décrit ici l'ensemble des traitements à effectuer sur les temps d'arrivée des signaux reçus aux différentes stations pour obtenir les trajectoires des flotteurs SOFAR. Les programmes du logiciel de traitement ont été écrits en FORTRAN, et on trouvera les listings des plus importants.

Enfin une étude détaillée des différentes sources d'erreur sur la position est présentée à la fin du document.

Subsurface drifting SOFAR floats are used to follow water-masses of the ocean during several years. These floats emit acoustic signals regularly and can be tracked by autonomous listening stations as far as several thousands of kilometers apart.

Here are described all the processing to be done on the times of arrival of acoustic signals received at the stations, in order to obtain the floats trajectories. FORTRAN is the language used for the programming and listings of important programs are given.

A detailed study of sources of error on position estimation is given at the end of the document.

Service de la Documentation
et des Publications (S.D.P)
IFREMER - Centre de Brest
B.P. 337 - 29273 BREST Cedex
Tél. 98 22 40 13 - Télex 940 627 F