

**SONDAGES MAGNETO-TELLURIQUES  
ET GEOMAGNETIQUES EN  
AFRIQUE DE L'OUEST**

*Rapport préliminaire No. 3*

**ENREGISTREMENTS MAGNETIQUES  
ET TELLURIQUES DANS LA  
REGION DE SAMEA (BAFOULABE)  
MALI  
(MARS-AVRIL 1972)**

**Y. ALBOUY  
H.G. BARSCZUS  
L. MOLLARD  
M. RITZ**

**Avril 1973**



**OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER**

**CENTRE O.R.S.T.O.M. DE M'BOUR**



Rapport préliminaire n° 3

ENREGISTREMENTS MAGNETIQUES ET TELLURIQUES  
DANS LA REGION DE SAMEA (Bafoulabé, Mali) - MARS-AVRIL 1972

Après des essais d'enregistrements magnétiques et telluriques concluants effectués au Sénégal (N'Dioukh, Diakhaté, Tambacounda, Saraya), la Mission M.T. a commencé au début de l'année 1972 une série d'enregistrements au Mali. La première série d'enregistrements a eu lieu à Saméa, sur le crâton ouest-africain. Ces enregistrements se sont doublés à chaque fois d'enregistrements simultanés dans une station secondaire (ceci uniquement pour les capteurs moyennes et courtes périodes); celle-ci nous permettant d'obtenir une idée de l'homogénéité du champ inducteur dans la région étudiée.

Ce rapport préliminaire traitera de l'installation de la station, de son fonctionnement, ainsi que des résultats à en attendre.

Site :

L'emplacement choisi pour l'enregistrement M.T., se trouve à 4 km au sud de Mahina, sur le Bafing. Des enregistrements, plus anciens, avaient déjà été faits en 1960 à Bafoulabé, à 8 km au nord de Mahina (voir Figure 1).

Venant du Sénégal, on atteint Mahina par la route nationale n° 1, qui est une piste latéritique difficilement carrossable, même pendant la saison sèche.

La station se trouve sur les grès cambriens du plateau mandingue, dits "grès de Kita", horizontaux et peu plissés.

Les coordonnées sont les suivantes :

latitude	13° 46' N
longitude	10° 51' W
altitude	96 m.

La station a fonctionné en longues périodes (LT, enregistrements Askania) de mars à avril 72, et en courtes périodes sensiblement pendant le même temps.

Appareillage :

1) Longues périodes

L'appareillage employé, est identique à celui qui a été utilisé dans les stations précédentes, au Sénégal (ALBOUY et al. 1970).

2) Moyennes et courtes périodes

E n r e g i s t r e m e n t s     m a g n é t i q u e s

Aucun changement n'a été apporté dans l'enregistrement

moyennes et courtes périodes, depuis les enregistrements à la station de Diakhaté : chacun des trois magnétomètres Jolivet nous donne trois gammes de périodes, grâce à l'utilisation des trois filtres F1, F2 et F3. Le filtre F1 est centré sur 2000 secondes, le filtre F2 sur 80 secondes et le filtre F3 sur 15 secondes.

Cependant, la mission MT étant opérationnelle depuis un an, nous avons dû tester la fidélité des capteurs magnétiques.

Sur le tableau 1 ci-dessous, nous avons reporté les valeurs d'échelle de ces appareils en mV/γ, pour chaque station que nous avons effectué depuis un an. L'utilisation de l'appareil en H, D ou Z est indiquée avec la valeur d'échelle, ainsi que le lieu d'enregistrement

BAM = Bambou  
 BIM = Bimbou région de Saraya (1971)

SAM = Saméa  
 FAT = Fatia région de Bafoulabé (1972)

N° appareil	Etal. bondy	Etal. M'Bour 09/71	Etal. Mission 01/72	Etal. Mission 03-04/72
1	Z: 5,35	Z: 5,27	Z: 3,04 BAM	Z: 4,11 SAM
2	Z: 3,70	Z: 3,30	D: 2,33 BAM	D: 2,31 FAT
3	D: 3,70	D: 3,74	H: 3,49 BAM	H: 2,70 FAT
4	H: 3,70	H: 4,03		
5	H: 4,70	H: 5,33	H: 4,15 BIM	H: 3,48 SAM
6	D: 4,90	D: 5,70	D: 4,67 BIM	D: 4,03 SAM
Z Askania	3,46		3,52 BIM	3,15 FAT

Tableau 1

D'une mission à l'autre, les capteurs magnétiques donnent des valeurs d'échelle très différentes. Au cours d'une même mission, les étalonnages varient également d'un jour à l'autre. Aussi, envisageons-nous, leur remplacement par des capteurs du type à induction, avec noyau de Mu-métal.

#### E n r e g i s t r e m e n t s   t e l l u r i q u e s

Les enregistrements telluriques longues, moyennes et courtes périodes ont été faits avec des lignes de 500 m et des électrodes constituées de plaques de plomb de 1 m<sup>2</sup> de surface.

Les lignes telluriques, ainsi que les capteurs magnétiques, ont été orientés suivant la direction de polarisation du champ tellurique. (Pour des renseignements complémentaires, voir le rapport "Prospection tellurique dans la région de Kita" par M. RITZ, 1972).

Finalement les lignes telluriques, ont été orientées suivant les directions suivantes :

pour la ligne NS et le capteur H : N 28<sup>g</sup> W;

pour la ligne EW et le capteur D : W 28<sup>g</sup> S;

l'orientation étant par rapport au nord magnétique .

#### F i l t r e s

Des filtres F1, F2 et F3 pour les moyennes et courtes périodes ont permis d'enregistrer la même gamme de fréquences des variations magnétiques. Pour les longues périodes, aucun filtre n'a été utilisé.

#### E n r e g i s t r e m e n t

L'enregistrement des 5 composantes magnétiques et telluriques s'est fait par voie photographique.

Les vitesses d'enregistrement sont les suivantes (en mm/min) :

stations	F1	F2	F3
SAMEA	2,83	28,0	56,16
FATIA	3,60	21,5	72,0

Fonctionnement :

1) Longues périodes :

Sur la figure 2, nous avons indiqué les enregistrements effectués au cours de la mission, c'est à dire entre le 16 mars et le 8 avril 72. La longueur des traits horizontaux indique la durée de l'enregistrement, qui peut être exploitable.

Sur les 576 heures d'enregistrement L.T. (= longues périodes), à Saméa, on remarque que très peu sont exploitables simultanément (c'est à dire enregistrements magnétiques et telluriques en commun). On relève seulement 342 heures d'enregistrement en commun, ce qui représente un pourcentage de 59 % sur le temps total d'enregistrement. L'enregistrement commun magnétique et tellurique le plus long est de 123 heures (un peu plus de cinq jours).

Les enregistrements magnétiques seuls sont exploitables pendant 395 heures, soit environ 68 % du temps d'enregistrement total. Ces défaillances sont dues, essentiellement à des blocages du papier photo. Néanmoins, il a été possible d'obtenir 126 heures d'enregistrement ininterrompu sur les trois composantes magnétiques.

Les enregistrements telluriques seuls totalisent une durée de 494 heures, soit environ 86 % du temps. Les interruptions dans les enregistrements sont dues à la sortie du spot des limites du papier photo. La période d'enregistrement la plus longue, sur les deux composantes est de 197 heures, soit plus d'une semaine.

Sur le graphique de la figure 2 est indiqué également l'indice planétaire  $A_p$ , comme indication de l'agitation du champ magnétique.

L'enregistrement simultané des composantes magnétiques et telluriques à la base et à la station, n'a pu être parfaite, par conséquent des corrections de temps ont du être apportées.

La correction de temps entre les deux stations de Saméa et de Fatia, est telle que :

$$\begin{array}{l} \text{Filtre F1} \quad t_{FA} - t_{SA} = 3,34 \text{ s} \\ \text{Filtre F2} \quad t_{FA} - t_{SA} = 0 \\ \text{Filtre F3} \quad t_{FA} - t_{SA} = -1,44 \text{ s} \end{array}$$

#### Etalonnages :

##### 1) Longues périodes

#### Enregistrements magnétiques

Les "constantes" des bobines d'étalonnage sont les suivantes :

$$\begin{array}{l} G_H = 73,7 \text{ } \gamma/\text{mA} \\ G_D = 73,9 \text{ } \gamma/\text{mA} \quad \pm 0,7 \text{ } \gamma/\text{mA} \text{ par étalonnage} \\ G_L = 73,3 \text{ } \gamma/\text{mA} \end{array}$$

Pour la station de Saméa, le nombre des étalonnages a été réduit. En effet un étalonnage L.T., perturbe les enregistrements pendant trois ou quatre heures, sans compter la patience et le temps que cela demande.

Les moyennes des valeurs d'échelle sont alors les suivantes :

$$H = 3,29 \text{ } \gamma/\text{km}$$

$$D = 4,85 \text{ } \gamma/\text{km}$$

$$Z = 3,16 \text{ } \gamma/\text{km}$$

En adoptant un champ horizontal  $H$  égal à 31 900  $\gamma$  et un champ  $h$  au centre de la bobine égal à 30,03  $\gamma$ , nous obtenons pour la déclinaison la valeur d'échelle, en minutes sexagésimales :

$$D = 0,52' / \text{km}$$

Le sens des déviations sont :

$$H \uparrow +$$

$$D \uparrow +$$

$$Z \uparrow + \text{ (convention internationale des signes).}$$

## Enregistréments telluriques

Les sensibilités sont les suivantes :

$$\text{NS} : 0,304 \text{ (mV/km)}/\text{km}$$

$$\text{EW} : 0,403 \text{ (mV/km)}/\text{km}$$

Le sens des déviations est :

$$\text{NS} \downarrow + \text{ (pour un courant } S \rightarrow N)$$

$$\text{EW} \downarrow + \text{ (pour un courant } E \rightarrow W)$$

### 2) Moyennes et courtes périodes :

Les résultats des étalonnages sont représentés dans les tableaux 2 à 4 et les figures 3 à 5 ci-après :

Saméa Filtre F1 - tableau 2, figure 3

" " F2 " 3, " 4

" " F3 " 4, " 5



Sur les figures 3, 4 et 5, les valeurs en ordonnées sont exprimées, pour les composantes telluriques en  $(\mu\text{V/km})/\text{min}$  et pour les composantes magnétiques en  $\text{m}\mu/\text{min}$

T(s)	H $\text{m}\mu/\text{min}$	D $\text{m}\mu/\text{min}$	EW $(\mu\text{V/km})/\text{min}$	NS $(\mu\text{V/km})/\text{min}$
300	637	374	194	110
360	580	322	165	93,2
420	514	290	147	82,2
600	414	220	114	61,1
840	330	180	097	55,1
1050	302	162	085,4	40,7
1410	255	142	075,0	37,9
1800	243	138	071,6	36,7

Tableau 2

T(s)	H $\text{m}\mu/\text{min}$	D $\text{m}\mu/\text{min}$	NS $(\mu\text{V/km})/\text{min}$	EW $(\mu\text{V/km})/\text{min}$
25	25,3	23,4	51,6	37,4
30	22,6	20,3	49,4	32,4
40	21,9	19,0	44,8	29,0
50	20,6	17,6	44,4	27,3
60	20,6	17,1	43,5	27,4
80	20,6	16,9	43,5	27,4
100	20,3	16,9	43,5	28,4
120	20,6	17,1	43,5	28,8
150	20,6	17,2	44,5	28,9
200	21,2	17,4	47,2	29,9
240	21,9	18,4	51,6	30,4

Tableau 3

T(s)	H	D	NS	EW
	mγ/mm	mγ/mm	(μV/km)/mm	(μV/km)/mm
6	15,8	6,3	48,2	12,2
8	9,3	4,3	37,0	10,7
10	8,1	3,2	32,0	8,2
12	7,6	2,7	30,0	7,8
16	6,8	2,40	28,6	7,5
20	6,6	2,33	29,8	7,6

Tableau 4

Les sens des déviations sont

Saméa	F1	F2	F3
H	↓ +	↓ +	↑ +
D	↓ +	↓ +	↓ +
NS	↓ +	↓ +	↓ +
EW	↑ +	↑ +	↑ +

La composante Z du champ magnétique n'a pas été enregistrée à Saméa, mais seulement à la station secondaire de Fatia, à 15 km de la station principale.

Pour cette station secondaire, les étalonnages ont donné les résultats suivants (tableaux 5 à 7 et figures 3 à 5) :

Fatia Filtre F1 - tableau 5, figure 3  
 " " F2 " 6, " 4  
 " " F3 " 7, " 5

T(s)	H	D	Z	NS	EW
	mγ/mm	mγ/mm	mγ/mm	(μV/km)/mm	(μV/km)/mm
300	250	330	320	42,5	650
360	210	290	290	39,0	525
420	192	260	270	36,0	400
600	170	227	230	35,5	290
840	162	200	212	34,0	240
1050	150	192	203	33,8	225
1410	147	190	200	33,5	210
1800	146	184	188	33,2	202

Tableau 5

T(s)	D mV/km	H mV/km	Z mV/km	NS ( $\mu$ V/km)/km	EW ( $\mu$ V/km)/km
25	10	20,6	12	16,7	48,0
30	9,7	20,5	11,8	16,0	46,0
40	9,5	20,4	11,3	15,1	44,0
50	9,4	20,3	11,1	14,9	43,2
60	9,4	20,2	11,0	14,9	42,8
80	9,4	20,3	11,0	14,8	42,8
100	9,5	20,4	11,3	15,0	43,2
120	9,6	20,8	11,9	15,2	44,0
150	9,8	21,5	12,5	15,8	46,0
200	10,1	22,8	13,6	16,6	49,0
240	10,7	24,0	14,6	17,0	50,0

Tableau 6

T (s)	Z mV/km
5	13,75
8	8,5
10	6,6
12	5,53
15	4,50
20	4,18

Tableau 7

Les sens des déviations sont :

Fatia	F1	F2	F3
H	↓+	↓+	
D	↑+	↑+	
Z	↑+	↑+	↓+
NS	↓+	↓+	
EW	↓+	↑+	

Pour le filtre F3, une seule composante est exploitable.

### Mesure du déphasage parasite :

Pour le calcul final des déphasages naturels entre les composantes magnétiques et telluriques, il est important de connaître le déphasage introduit par l'appareillage et en particulier par les différents filtres F1, F2 et F3 au cours de l'enregistrement.

Pour cela, les magnétomètres et les lignes telluriques étant débranchés, on applique sur les différents filtres une tension sinusoïdale connue. Cette tension est délivrée par un générateur basse fréquence (B.F.), à travers une boîte de résistance A.O.T.P. La tension initiale est de 5 volts, que l'on fractionne grâce à un pont diviseur.

Nous enregistrons alors, photographiquement, pour des oscillations de différentes périodes délivrées par le générateur, une série desinusoïdes.

Ainsi pour le filtre F3, on fait varier la période du générateur entre une et trente secondes; pour le filtre F2 entre 20 et 300 s; pour le filtre F1 entre 400 et 2000 s.

On enregistre simultanément une composante tellurique (NS ou EW) et une composante magnétique (D ou H) pour chaque filtre.

Nous appellerons alors  $\varphi_{EW} - \varphi_H$ , le déphasage en degrés entre la composante EW et la composante H;  $\varphi_{NS} - \varphi_D$ , le déphasage en degrés entre la composante NS et la composante H.

Pour la station de SAMEA, filtre F1, les déphasages sont nuls. Pour la station de FATIA, filtre F1, les déphasages sont également nuls, sauf pour la période  $T = 300$  s où l'on a :

$$\varphi_{EW} - \varphi_H = 9^\circ$$

Pour le filtre F2, les déphasages sont nuls à la base et à la station, sauf pour les périodes suivantes :

Stations	SAMEA	FATIA
T(s)	$\varphi_{EW} - \varphi_H$	$\varphi_{NS} - \varphi_D$
40	-	-11°
80	12°	-
≥40	8,6°	-

Pour le filtre F3, à la base (SAMEA), les déphasages sont les suivants :

T(s)	$\varphi_{EW} - \varphi_H$	$\varphi_{NS} - \varphi_D$
6	8°	40°
8	8	30
10	8	20
12	8	15
16	9	0
20	10	-18

Les déphasages, pour les trois filtres, ne sont donc pas nuls, ce qui nécessitera une correction appropriée dans le calcul final des résistivités.

#### Description de quelques enregistrements L.T.

Sur la figure 6 nous avons représenté une partie de l'enregistrement du 30 mars 1972 entre 8 et 21 h. On remarque que les composantes Z et D varient dans le même sens, sens inverse de celui de H en ce qui concerne les variations de périodes "plus courtes".

Une bonne corrélation semble exister entre les trois composantes pour les petites périodes. L'amplitude de la composante verticale est du même ordre de grandeur que pour la composante D, ceci pour des périodes comprises entre 10 et 30 m.u (compte tenu de valeurs d'échelle de D et Z). Au-delà de la période de l'heure (pour H), l'amplitude de la composante Z diminue considérablement, pour être à peine perceptible sur l'enregistrement. On remarque, cependant que les corrélations entre les composantes Z et D existent toujours.

La figure 7 représente l'enregistrement de la journée du 17 au 18 mars entre 15 h et 03 h. Comme dans le <sup>cas</sup> précédent, les amplitudes de la composante Z sont très faibles. Cette amplitude ne variant pratiquement pas lorsque la période de la composante H augmente; pour la composante D, l'augmentation de l'amplitude n'est guère plus sensible.

### Projets d'exploitation

Une première étude, qui vient de débiter, est la détermination du vecteur de Parkinson en module et direction pour la station de Saméa et sa comparaison avec les valeurs obtenues à Bafoulabé en 1960. (ALBOUY et al., 1972) et à M'Bour. Pour ceci, nous appliquerons les deux méthodes graphiques de Parkinson (1959, 1962) et de Wiese (1965). En première exploitation, les baies étant peu nombreuses pendant cette période, une étude individuelle de certains accidents caractéristiques est entreprise par la méthode d'Untiedt (1964).

Les coefficients S1, S2, S3 et S4 de la variation diurne seront également déterminés et comparés avec ceux de M'Bour.

Une étude plus élaborée, par la comparaison des spectres magnétiques et telluriques sera faite une fois les enregistrements digitalisés.

La station de Saméa, constitue ainsi le maillon d'un grand profil de sondages MT et SG qui doit se poursuivre sur Kita, Bamako, Ségou, puis la Haute-Volta.

## Références

ALBOUY, Y., H.G. BARSCZUS et L. MOLLARD

Enregistrements magnétiques et telluriques à N'Dioukh - Médoune (9.4.-3.6.1970). Rapport préliminaire n°1, sondages géomagnétiques et magnéto-telluriques au Sénégal. Rapport polycop., Centre ORSTOM de M'Bour, 1970, 7p., 2 fig.

ALBOUY, Y., H.G. BARSCZUS et B. CANER

Preliminary geomagnetic soundings in Western Africa - Comm. Workshop Electro-magnetic Induction, University of Edinburgh, 20-27 september 1972.

PARKINSON, W.D.

Directions of rapid geomagnetic fluctuations. Geoph. J. roy. astr. Soc., 2. 1. (1959) 1-14

PARKINSON, W.D.

The influence of continents and oceans on geomagnetic variations. Geoph. J. roy. astr. Soc., 6. 4. (1962) 441-449

RITZ, P.

Prospection tellurique dans la région de Kita. Rapport polycop., Centre ORSTOM de M'Bour, 1972, 8p., 6 fig.

UNTIEDT, J.

Über den linearen Zusammenhang zwischen den Komponenten erdmagnetischer Variation<sup>en</sup> und seine Bedeutung für die erdmagnetische Tiefensondierung. Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, Math.- phys. Kl., n°1 (1964) 24p.

WIESE, H.

Geomagnetische Tiefentellurik. Geomagn. Inst., Potsdam, Abh. n°56 (1965), 146p.



## Figures

Fig. 1 : Plan de situation

Fig. 2 : Graphique des enregistrements disponibles

Fig. 3 : Courbes du filtre F1

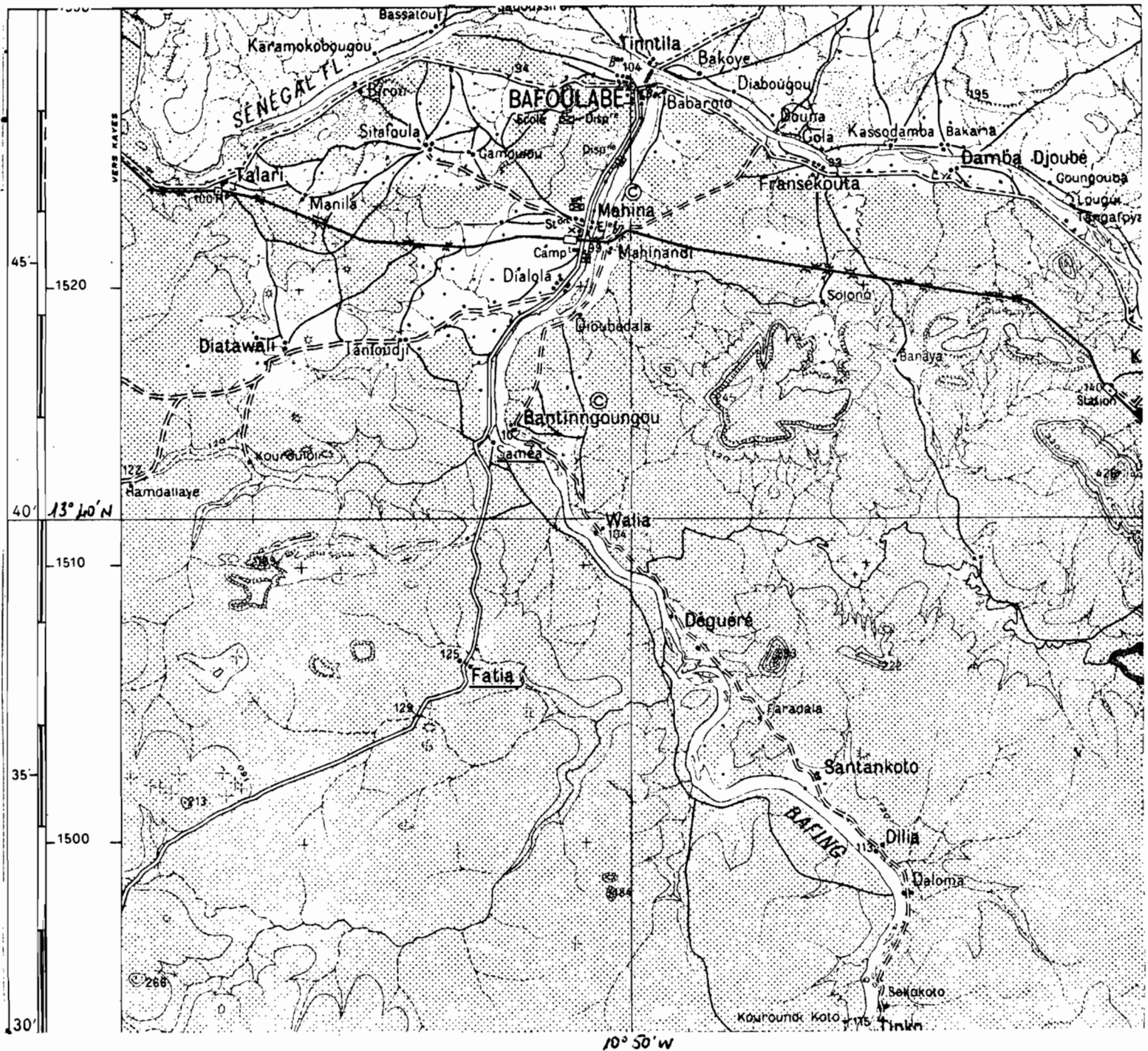
Fig. 4 : " " F2

Fig. 5 : " " F3

Fig. 6 : Exemple d'enregistrement

Fig. 7 : " "

# PROSPECTION MAGNETO-TELLURIQUE : Région de Saméa



Echelle : 1 / 200 000  
 Base : Saméa  
 Station Fatia

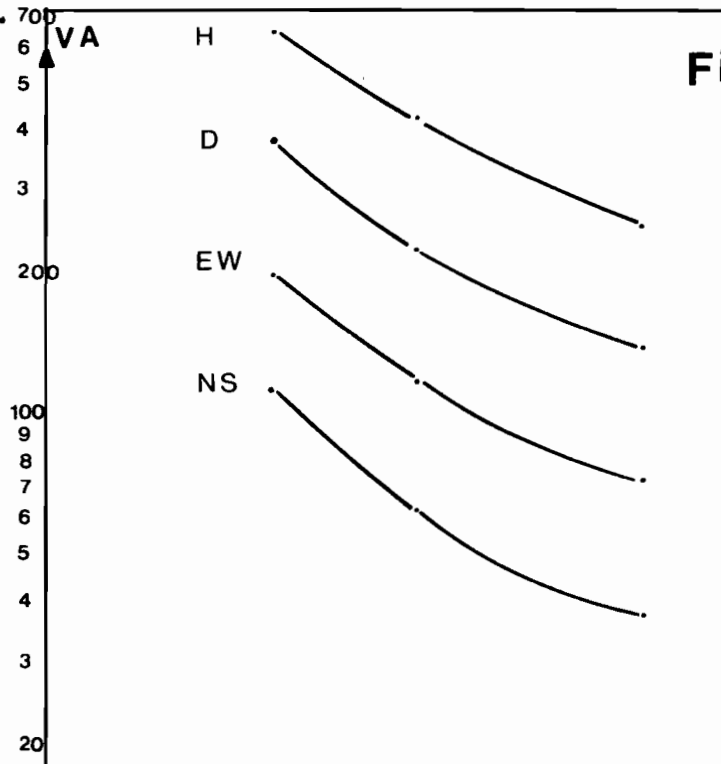
déclinaison au 1 Janvier 1972

11° 09'

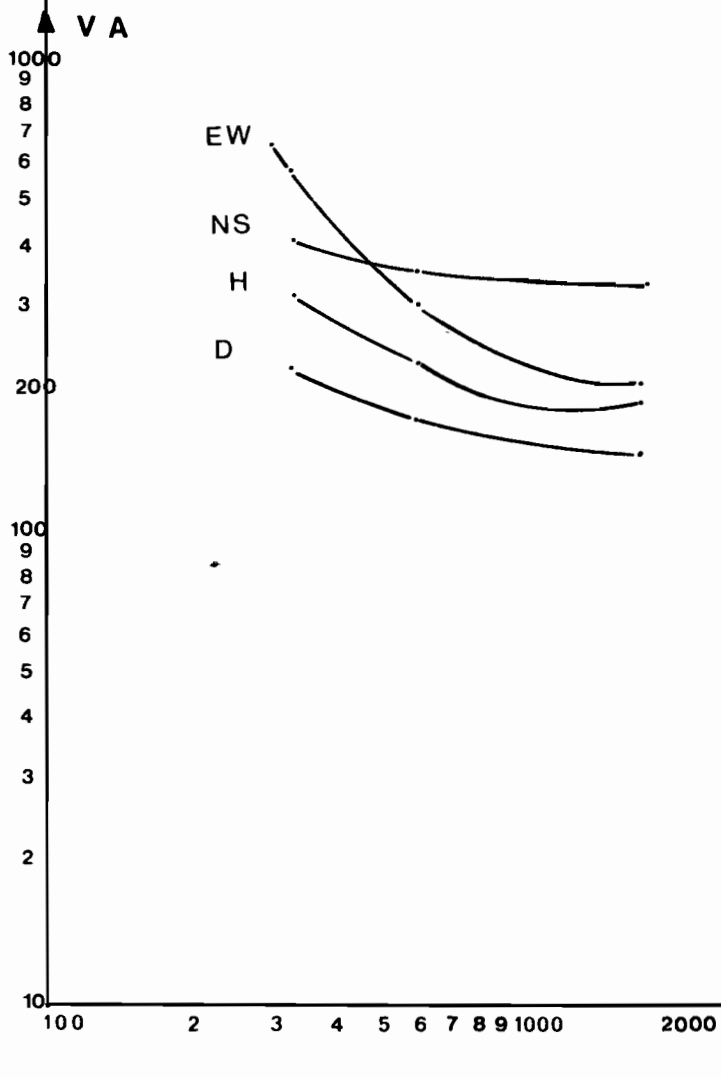


**Fig.3** Valeurs d'échelle

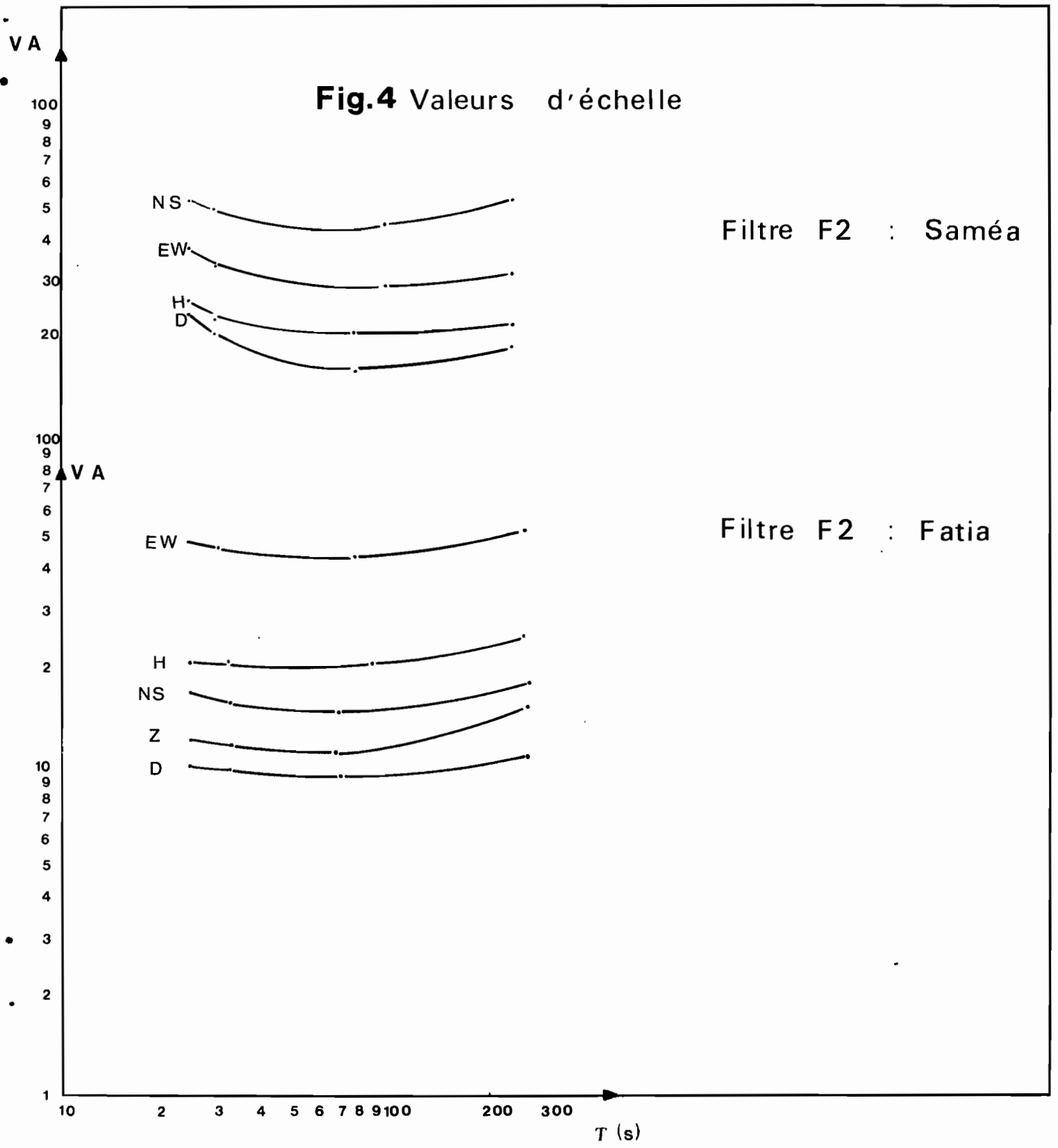
Filtre F1 : Saméa



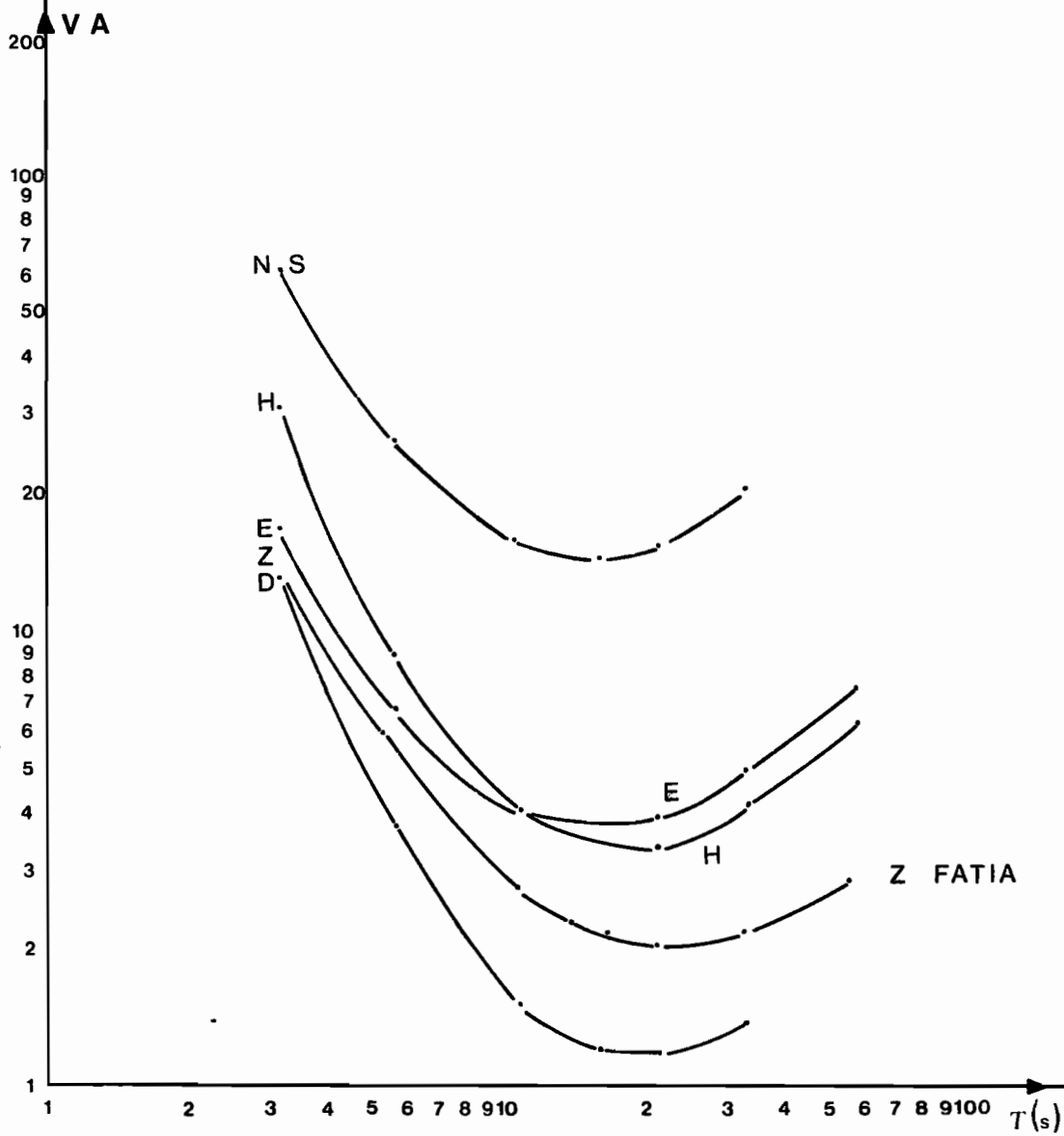
Filtre F1 : Fatia



**Fig.4** Valeurs d'échelle



**Fig.5** Valeurs d'échelle  
 Filtre F3 : Saméa



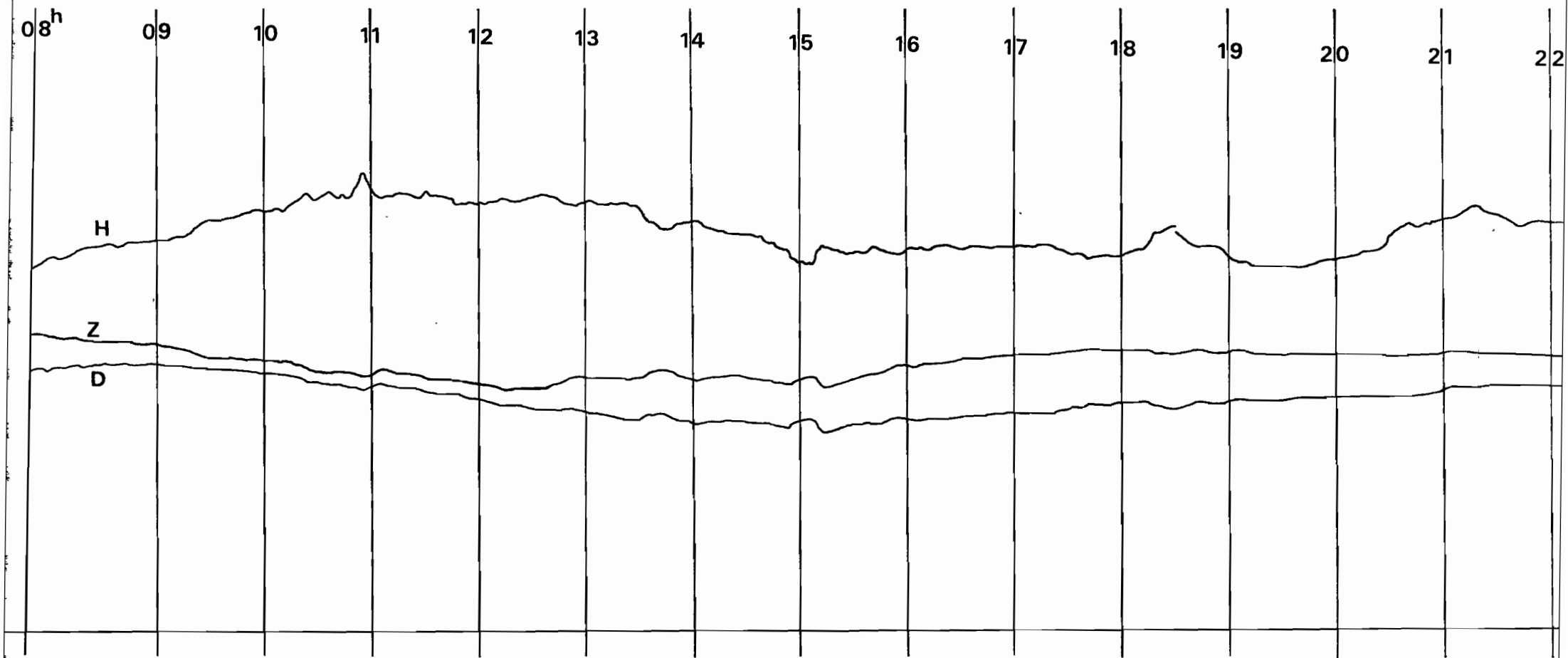


Fig. 6 Enregistrement du 30 mars 1972 à SAMEA

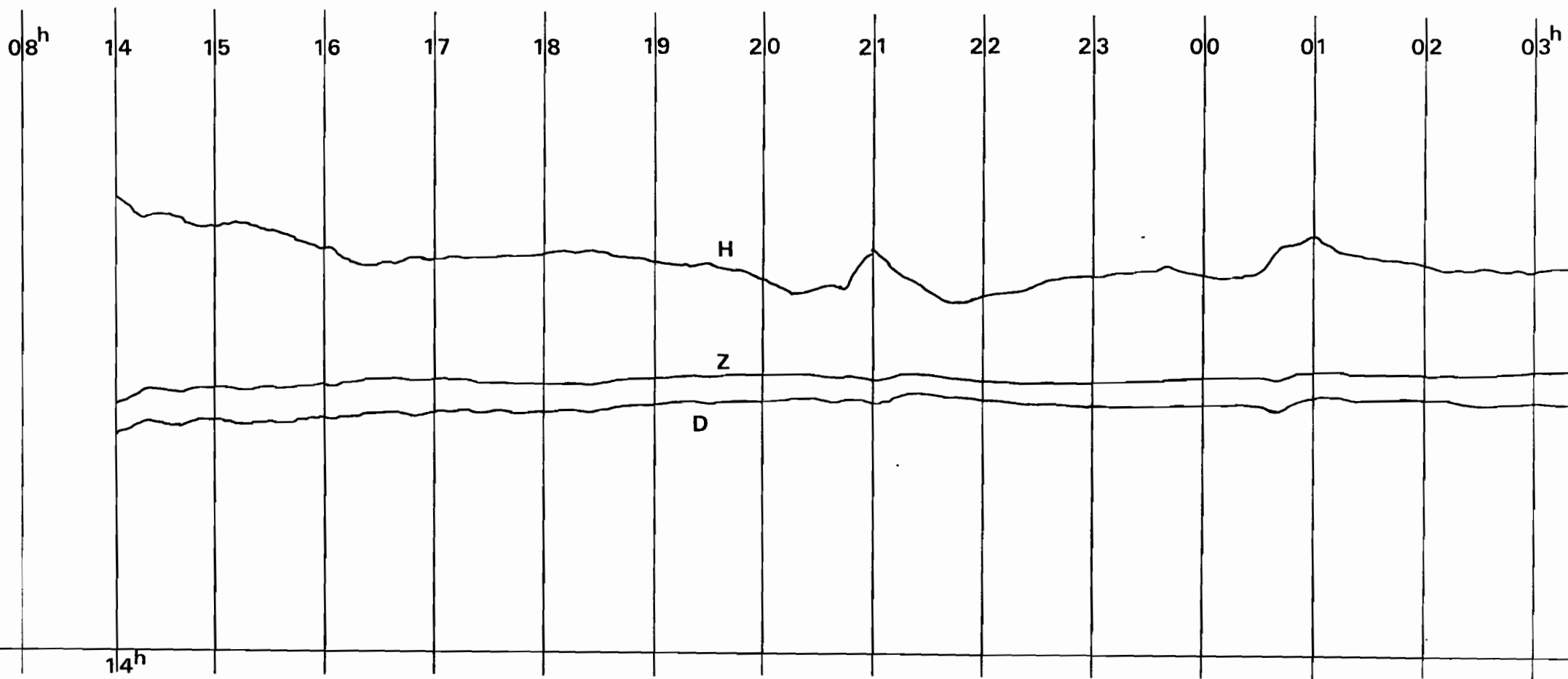


Fig. 7 Enregistrement du 18 mars 1972 à SAMEA