

1975

RESULTATS DE QUELQUES SONDAGES GEOMAGNETIQUES

PRELIMINAIRES AU SENEGAL ET LES

PAYS VOISINS

par Y. ALBOUY, H.G. BARSCZUS

(Centre ORSTOM, M'Bour, Sénégal)

et

B. CANER

(Victoria Geophysical Observatory, Victoria, B.C., Canada)

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 28489

Cote : B

1. INTRODUCTION

Nous appliquons la méthode des sondages géomagnétiques, pour des variations de périodes longues, égales ou supérieures à 10 min, à des enregistrements simultanés du champ géomagnétique obtenus à M'BOUR (Observatoire permanent, La Cour) et en d'autres stations, au moyen d'un variographe Askania GV3.

Ces enregistrements ont été effectués par Y. CRENN et J. RECHENMANN en 1960 et 1961 à l'occasion des missions ORSTOM de reconnaissance gravimétrique en Afrique Occidentale, pendant quelques jours à quelques semaines, sur les emplacements suivants :

Stations côtières

M'BOUR (<i>La Cour</i>)	$\varphi = 14^{\circ}23'N,$	$\lambda = 16^{\circ}57'W$
LOULY	$= 14^{\circ}26'N,$	$= 16^{\circ}50'W$
THIADIAYE	$= 14^{\circ}25'N,$	$= 16^{\circ}42'W$
SANGUE	$= 14^{\circ}43'N,$	$= 16^{\circ}53'W$

Stations de l'intérieur

ALEG (ALE)	$\varphi = 17^{\circ}03'N,$	$\lambda = 13^{\circ}54'W$
BAFOULABE (BAF)	$= 13^{\circ}48'N,$	$= 10^{\circ}50'W$
KEDOUGOU (KED)	$= 12^{\circ}34'N,$	$= 12^{\circ}11'W$
KENIÈBA (KEN)	$= 12^{\circ}51'N,$	$= 11^{\circ}14'W$
M'BOUT (MBT)	$= 16^{\circ}02'N,$	$= 12^{\circ}35'W$
MOUDJERIA (MOU)	$= 17^{\circ}45'N,$	$= 12^{\circ}30'W$
NIOKOLO-KOBA (NIO)	$= 13^{\circ}04'N,$	$= 12^{\circ}43'W$
TAMBACOUNDA (TAB)	$= 13^{\circ}46'N,$	$= 13^{\circ}40'W$

La figure 1 qui indique les situations géographiques et géologiques de ces stations, impose quelques remarques complémentaires.

...

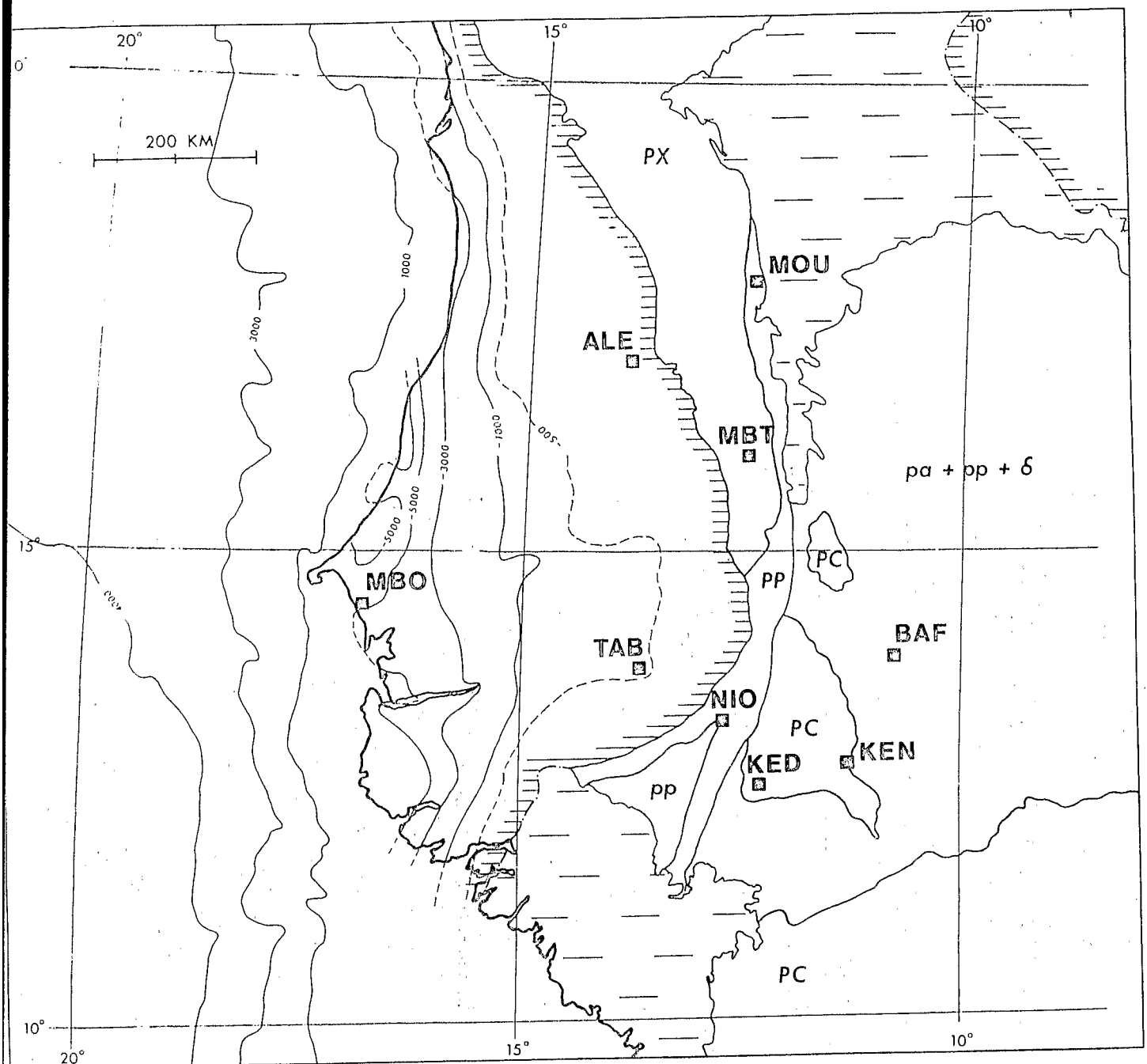
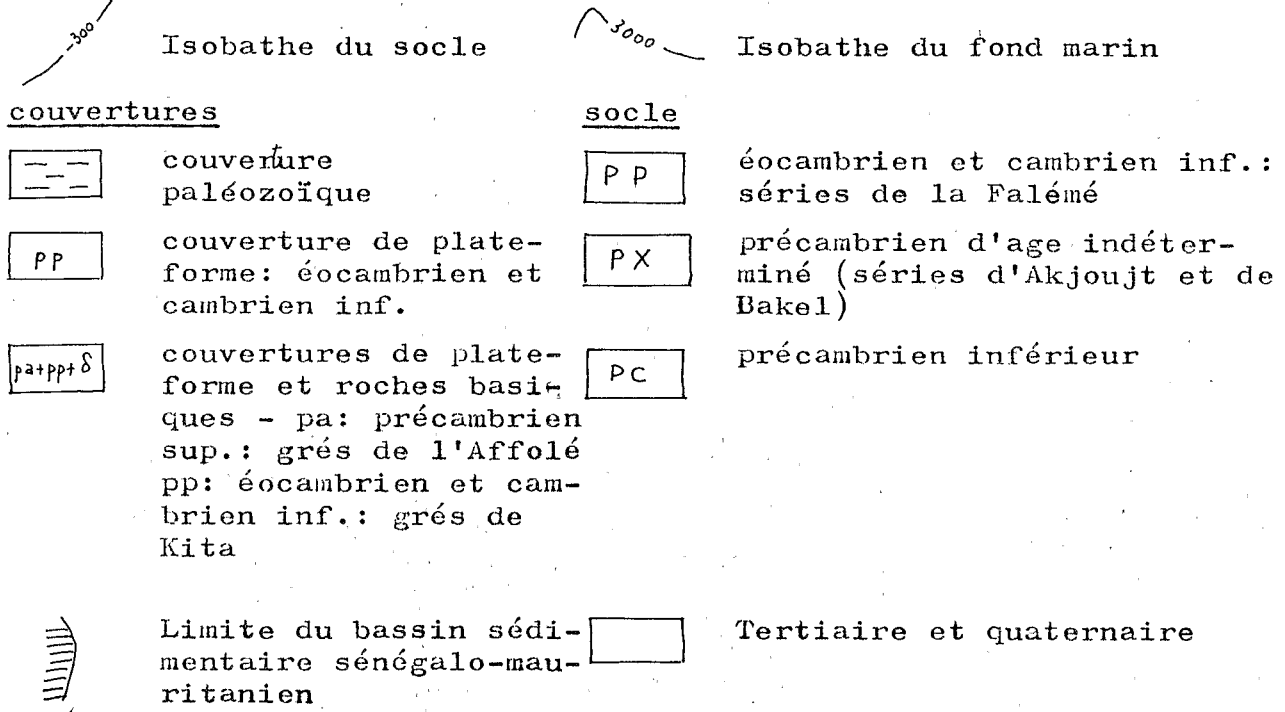


Figure 1 (d'après la Carte Tectonique Internationale de l'Afrique, UNESCO, 1969)



Sous la station de M'Bour, située au bord de mer, se trouvent 5 km de sédiments. Le bassin sédimentaire est très conducteur : la résistivité des terrains ne dépasse pas 5 ohm.m. Deux autres stations, ALE et TAB, sont également placées sur le bassin sédimentaire, mais il est nettement moins épais : 70 m à ALE, 600 m à TAB.

Toutes les autres stations sont situées sur des formations électriquement plus résistantes. Quatre d'entre elles sont très proches de la limite du craton oues--africain, telle qu'elle est définie par R. BLACK (19); sur la figure 1, il s'agit de la limite orientale des formations PP. MOU est à la limite, NIO et MBT sont encore situées dans la zone mobile : sur l'axe des Mauritanides, tandis que KED, déjà sur le craton, est sur le socle granitisé birrimien.

Enfin KEN et BAF sont situées plus à l'intérieur du craton, KEN sur les mêmes formations que KED et BAF sur des couvertures de plateforme.

Compte tenu des conditions géologiques très différenciées, l'on peut s'attendre à trouver des "anomalies des variations géomagnétiques" assez nettes entre les 3 dernières stations et celles situées encore sur le bassin sédimentaire, ALE et TAB.

2. STATIONS COTIERES.

Les résultats de l'étude par détermination du vecteur (ou fleche d'induction) de Parkinson (PARKINSON, W.D., 1962) des quelques enregistrements obtenus aux stations de Louly, Thiadiaye et Sangué et des enregistrements normaux de l'observatoire magnétique à M'Bour même ont été décrits antérieurement (ALBOUY, Y., et NG. BARSCZUS, 1969). Ils peuvent être résumés comme suit:

Station	Phénomène	nombre d'évènements	azimut	module (J_p)
M'BOUR	ssc	54	280°	0,17
	variations, $T \sim 10$ min	56	275°	0,34
	" , $T \sim 20$ min	84	275°	0,42
	" , $T \sim 30$ min	85	270°	0,42
	" , $T \sim 40$ min	65	265°	0,50
	" , $T \sim 60$ min	55	265°	0,57
	moyenne			270°
LOULY	si, variations de $T \sim 10, 20, 30$ et 40 min	45	270°	0,42
THIADIAYE	si, ssc, variations de $T \sim 10, 20$ et 30 min	37	255°	0,42
SANGUE	ssc, variations de $T \sim 10, 20$ et 30 min	40	265°	0,46

Les résultats sont - compte tenu du peu de précision de la méthode - pratiquement identiques. Du fait de la faible distance entre les stations on ne peut guère s'attendre à trouver des différences, en particulier pour des phénomènes de période relativement longue (la période la plus courte exploitable est déjà de 10 minutes, exception faite des débuts d'orages mais dont le nombre observé aux stations temporaires était insignifiant).

Ces résultats ne sont donnés qu'à titre indicatif; toute la région de M'Bour faisant l'objet d'une étude magnétotellurique récente plus détaillée et dont les enregistrements sont actuellement en cours d'étude.

Il paraissait donc plus instructif d'étudier plus en détail dans les chapitres qui suivent les quelques enregistrements obtenus aux autres stations temporaires, situées à plus de 500 km de l'observatoire de M'Bour, et qui de ce fait malgré leur faible qualité étaient susceptibles de fournir des indications sur les grandes lignes du comportement des variations magnétiques dans le bassin sédimentaire et sa région limite par rapport au craton ouest-africain.

3. CHOIX D'UNE STATION DE REFERENCE.

La difficulté principale rencontrée dans l'étude de ces enregistrements provient du fait qu'un seul instrument a été utilisé, il en résulte que les enregistrements des différentes stations ne sont pas simultanés. Puisque le contenu spectral de chaque composante est différent pour chaque "évènement" géomagnétique (orage, baie, etc.), de telles données provenant d'une seule station ne peuvent être interprétées que par rapport à une station fixe de "normalisation". Une telle station de référence serait en toute évidence l'observatoire de M'Bour, situé à 500 - 600 km de la plupart des stations de cette étude. D'après les constatations faites à des latitudes géomagnétiques de 55 - 56°N (CANER, B., et al., 1967), une normalisation sur de telles distance est possible, et étant donnée les faibles latitudes des stations de cette étude (21-22°N géom.), elle pourrait être praticable même sur des distances plus grandes. On sait cependant que M'Bour est un site anormal (Jp de l'ordre de 0,40)¹ et quelques précautions pour son emploi en tant que station "standard" sont nécessaires. En particulier, puisque les amplitudes enregistrées de la composante Z dépendent de l'azimut du vecteur du champ d'induction, une normalisation par rapport à M'Bour pourrait donner des résultats différents dans le cas "d'évènements différents".

Dans le but d'étudier cet aspect, les 3 composantes d'une tranche d'enregistrement de 23 heures de durée (31.3.1960/09h - 1.4.1960/08h) a été digitalisée pour les stations de M'Bour (MBO), de

¹ Jp = module du vecteur de Parkinson.

Kédougou (KED) et de Paramaribo (PAR). Cette dernière station est un observatoire permanent situé sur la côte est de l'Amérique du Sud à une latitude géomagnétique de $17,0^{\circ}\text{N}$. Les enregistrements de ces stations ont été reproduits dans les figures 2a - 2c, avec une échelle identique pour la sensibilité. D'autre part, on a ajouté sur ces figures les enregistrements simultanés provenant de Honolulu (lat. géom.: $21,1^{\circ}\text{N}$) et de Kakioka (lat. géom.: $26,0^{\circ}\text{N}$). Bien que ne nous intéressant pas directement, ils permettent cependant de faire ressortir les caractères relativement uniformes des perturbations magnétiques en ce qui concerne leur contenu spectral, sinon leur aspect morphologique exact. Ceci est illustré par la figure 2d qui montre les résultats de l'analyse spectrale de cet événement.

Il est possible de tirer les conclusions suivantes de ces données :

- a) le vecteur champ total horizontal ΔB est uniforme sur la distance de Kédougou à M'Bour (550 km) - voir fig. 2c. Ceci confirme qu'une normalisation sur une telle distance est praticable. Puisque les flèches d'induction de Parkinson à la plupart des stations intérieures sont du même ordre qu'à M'Bour (ALBOUY, Y. et H.G. BARSCZUS, 1969), il apparaît aussi que des effets d'induction préférentiels dépendant de l'azimut ne sont pas à craindre dans le cas d'une telle normalisation.

- b) Paramaribo ne peut pas être utilisé pour une normalisation, étant lui-même différent (dans toutes les composantes). Ceci n'est pas surprenant puisqu'il s'agit d'une station très anormale avec $J_p \sim 0,60$ (PARKINSON, W.D., 1962).

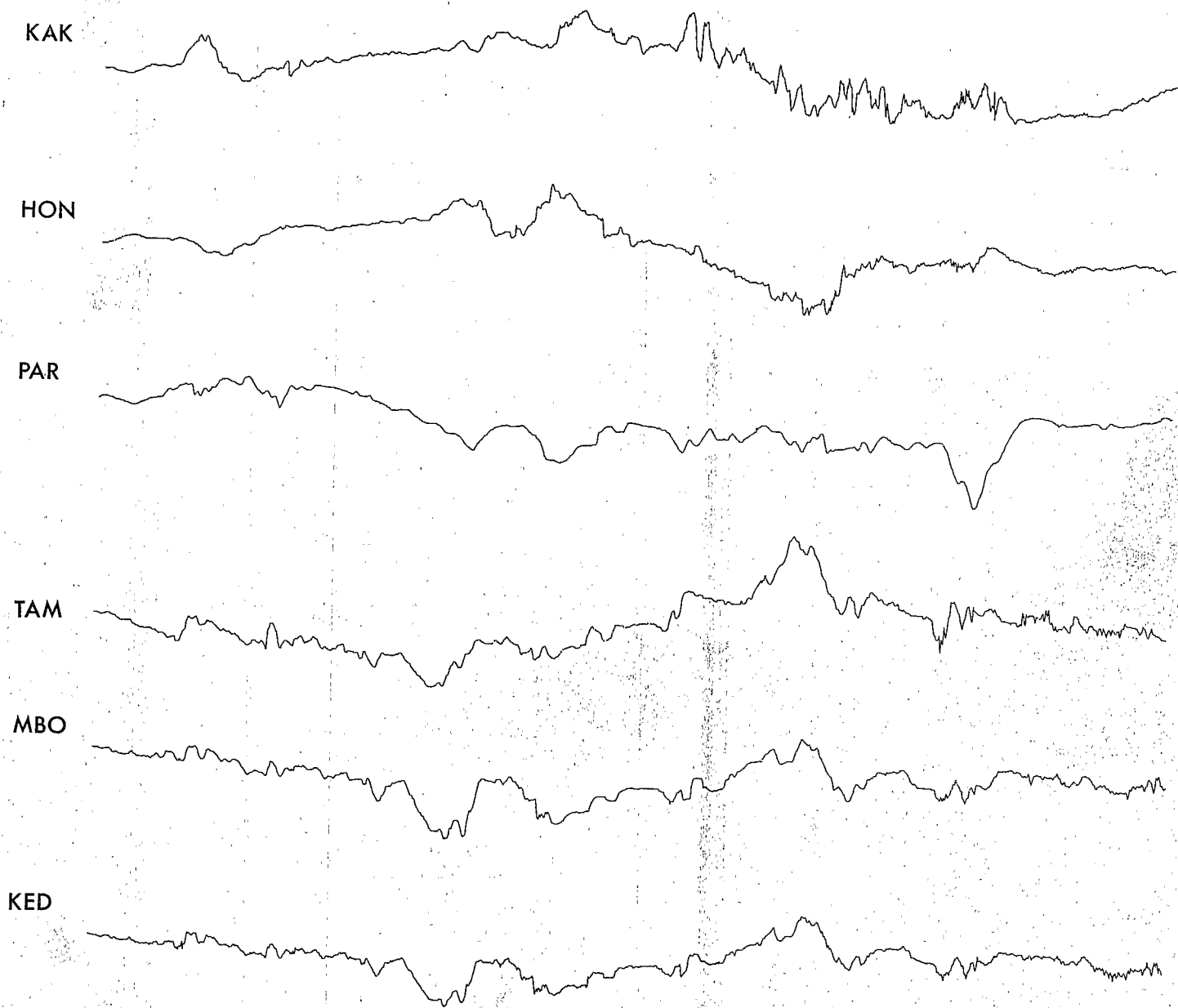
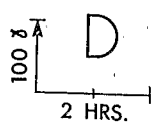


Fig. 2 (a)



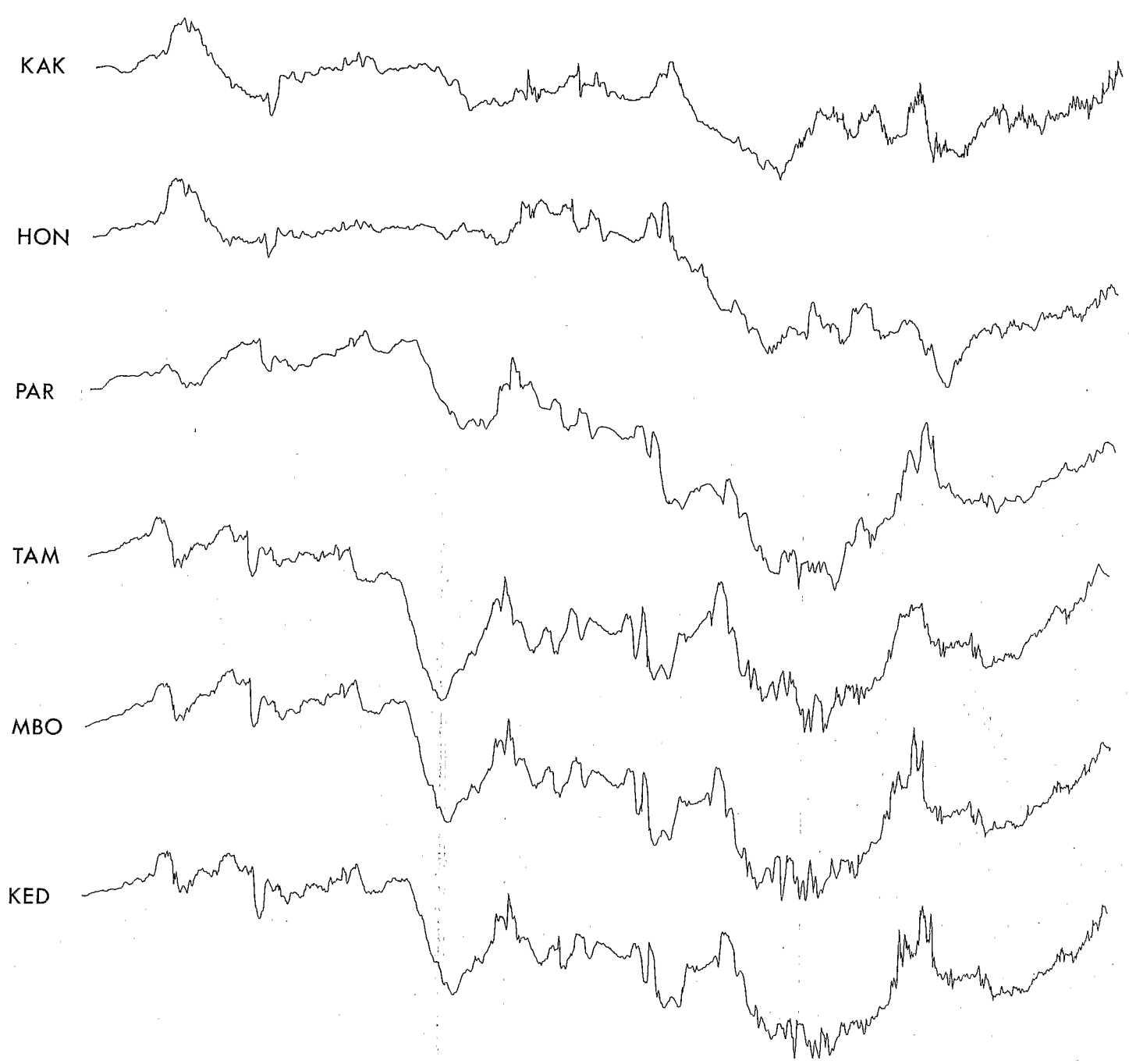
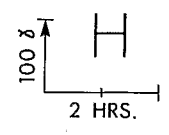


Fig-2 (b)



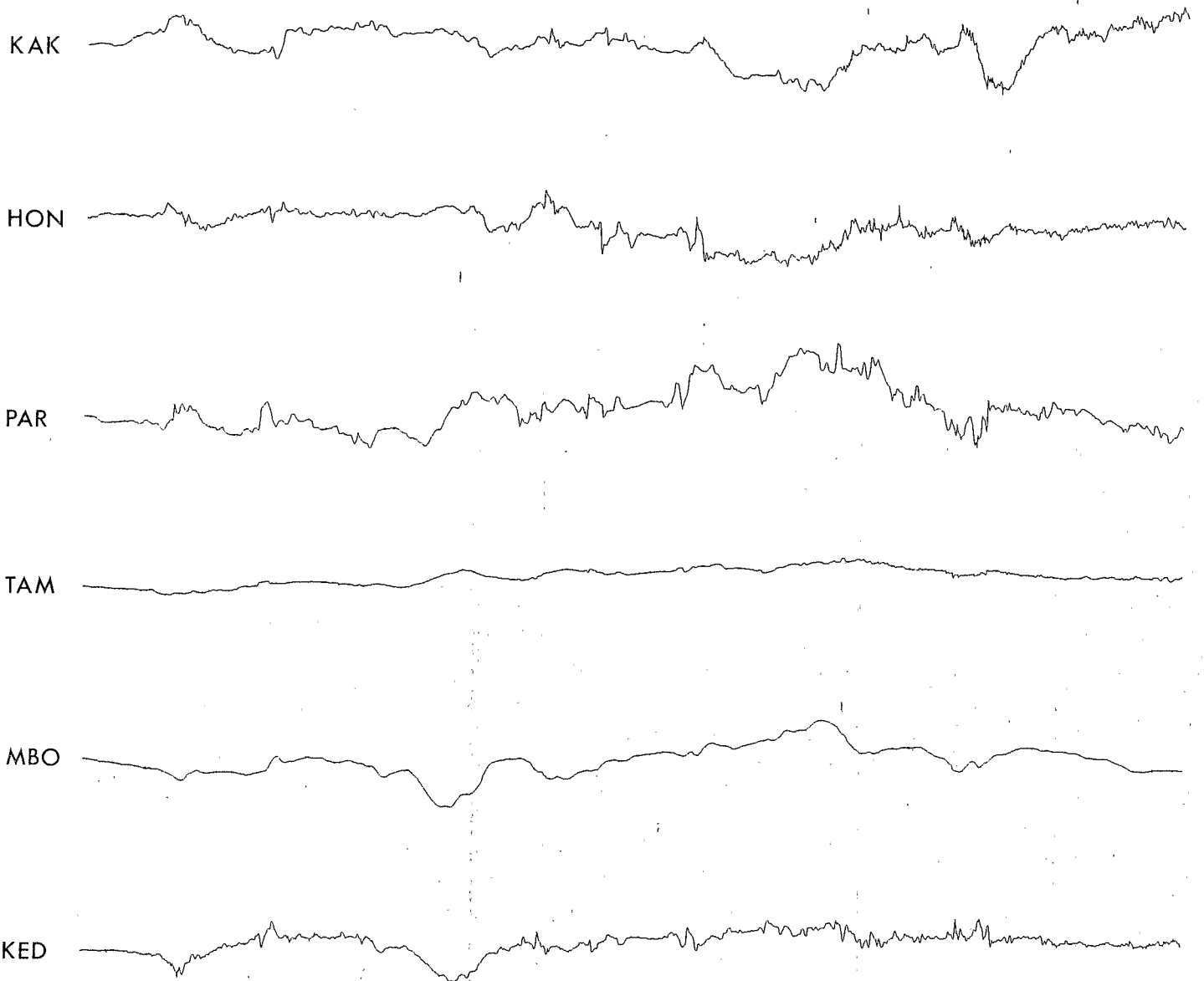
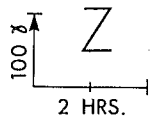


Fig. 2 (c)



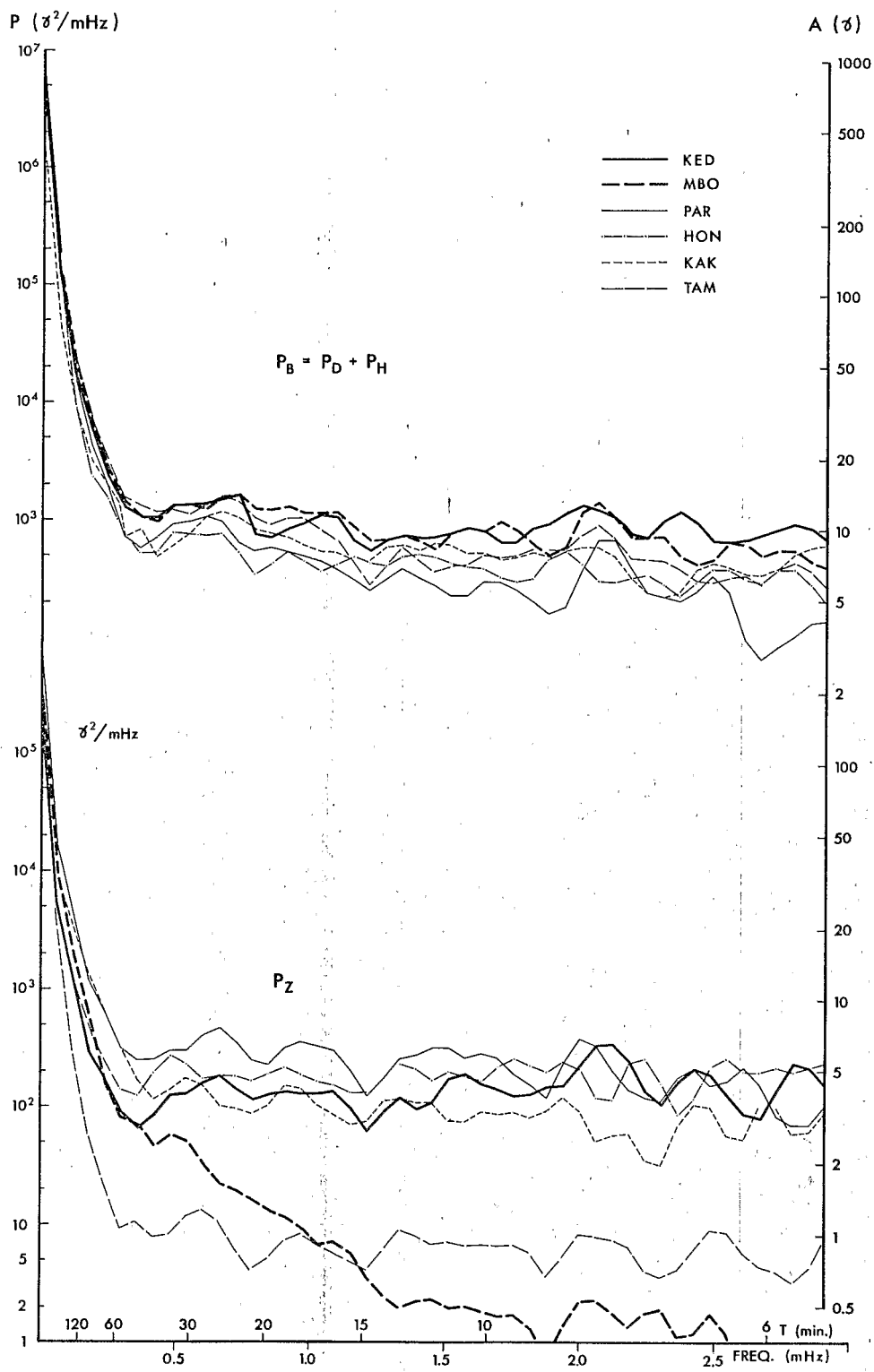


Fig. 2d

c) Le fait observé le plus ^{frappant} ~~flagrant~~ dans cet exemple est la réduction des amplitudes pour les variations de courte période (moins de 15 minutes) sur la composante Z à M'Bour. Cette observation devra être soulignée : c'est M'Bour qui révèle des variations d'amplitude très faibles en Z, et non Kédougou qui montre des variations d'amplitude inhabituellement grandes. L'aspect des deux spectres pour Z, à M'Bour et Kédougou, est très semblable pour des périodes plus grandes (voir fig 2d), mais diffère très rapidement vers les courtes périodes. Pour des périodes en-dessous de 25 minutes et dans cet exemple, l'amplitude des variations de Z est à M'Bour en-dessous de 3 gammas, ou de moins de 1 mm sur les originaux.

4. LES STATIONS CONTINENTALES (INTERIEURES).

En appliquant ces conclusions - c'est-à-dire qu'une normalisation par rapport à M'Bour est possible lorsque l'on évite les effets de dépendance de l'azimut - quelques enregistrements des stations temporaires ont été sélectionnés pour comparaison avec M'Bour. Des tranches d'enregistrements choisies ont été digitalisées à Victoria sur un digitaliseur sémi-automatique (WICKENS et KOLLAR, 1967), avec un pas de digitalisation de 0,25 mm (45 secondes) et une résolution de 0,1 mm (environ 0,3 gamma). Les figures 3 - 7 montrent les enregistrements digitalisés restitués à la même échelle de sensibilité; on remarquera l'échelle plus grande utilisée pour la composante Z dans ces figures.

Dans le cas de l'une des stations, Nickolo-Koba (NIO sur la figure 1), parmi les quelques enregistrements disponibles, aucun contenait une période agitée de longueur suffisante pour une telle étude. A 5 de ces stations, des tranches de longueur suffisante ont pu être trouvées dans les enregistrements, elles sont reproduites dans les figures 3 (Aleg), 4 (Tambacounda), 5 (Bafoulabé) et 6 (Kéniéba). Un exemple pour Kédougou a été déjà donné dans la figure 2. A Kéniéba, (figure 6), une variation du type baie d'une durée environ de 2 heures dans la composante Z est très vraisemblablement due à des fluctuations de température, on n'en tiendra pas compte dans cette étude. A Moudjeria (MOU) et à M'Bout (MBT), seulement des tranches très courtes de 7 et 5 heures de durée ont pu être choisies, elles sont reproduites dans la figure 7. Si elles permettent une comparaison visuelle, leur longueur est insuffisante pour une analyse quantitative valable.

Quelques faits particuliers ressortent d'une comparaison visuelle de ces enregistrements avec ceux, simultanés, de M'Bour :

1) Les composantes horizontales (D et H) sont généralement uniformes entre les stations temporaires et M'Bour, avec les exceptions suivantes :

a) A Moudjeria et ^à M'Bout (figure 7) on remarque une faible réduction des amplitudes sur la composante H, peut-être aussi à Aleg (fig. 3), c'est-à-dire apparemment à toutes les stations vers le nord. Aucune explication plausible peut être trouvée; le fait que cet aspect soit géographiquement stable pourrait suggérer un effet de source, sous forme d'un changement des amplitudes ^{(des variations de} sur la composante H en fonction du changement de la latitude géomagnétique.

Ceci paraît cependant improbable à cause de deux raisons : d'une part, à ces faibles latitudes le champ H devrait être beaucoup plus uniforme sur de telles distances, et d'autre part, on devrait observer une augmentation ^{de l'amplitude} des variations de la composante H avec celle des latitudes. Une alternative possible est de chercher l'origine de cet effet dans un accroissement anormal des variations de la composante H à M'Bour; mais ceci paraît également improbable à cause des deux raisons suivantes : si cet effet était un "effet de bord" anormal, son maximum apparaîtrait sur la composante D (à cause de la direction des flèches d'induction de Parkinson) et non sur la composante H, et s'il s'agissait d'un effet d'induction dû à une stratification horizontale, il apparaîtrait sur les deux composantes H et D. Dans l'un ou l'autre cas, une atténuation similaire de la composante H par rapport à M'Bour devrait être observé aux autres stations temporaires, ce qui ne se vérifie pas.

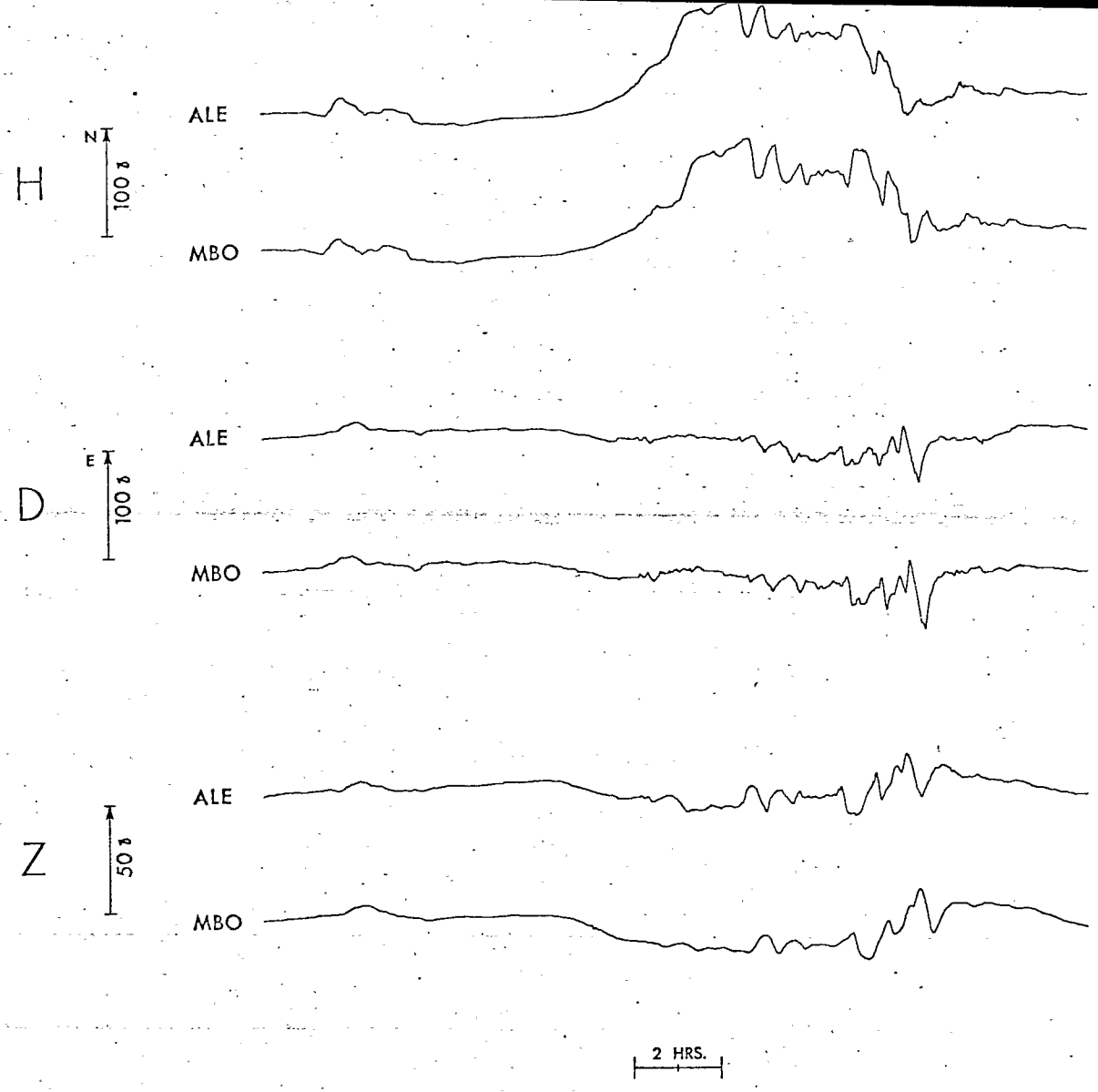


Figure 3

b) On observe une réduction des amplitudes de la composante D à Aleg (fig. 3) et à Tambacounda (fig. 4), par contre une augmentation à Kóniéba (fig. 6). L'explication possible d'un tel effet pourrait être fournie par une imprécision expérimentale aux stations temporaires : le calcul des valeurs d'échelle pour la composante D (γ/mm) dépend de la connaissance de la composante H locale absolue ^{et} laquelle est généralement imprécise dans le cas des stations temporaires, et en particulier aux faibles latitudes géomagnétiques. Cette explication paraît être valable au moins pour Kóniéba : on obtient une valeur d'échelle de 5,43 γ/mm , valeur beaucoup plus élevée que la moyenne des autres stations. Par conséquence, on ne tiendra pas compte de l'accroissement apparent des amplitudes des variations de la composante D à Kóniéba. - Cependant, à Aleg et à Tambacounda, les valeurs d'échelle (4,78 et 4,43 γ/mm) sont du même ordre que celles obtenues aux autres stations, conduisant à maintenir la possibilité d'une réduction faible, mais réelle, des amplitudes des variations de la composante D à ces deux stations (qui sont les plus proches du profond bassin sédimentaire).

Les résultats de l'analyse spectrale présentés dans la figure 9 fournissent une preuve supplémentaire pour cette variation des amplitudes sur la composante D. A Tambacounda et à Aleg, on observe aucune réduction des amplitudes de la composante D par rapport à M'Bour pour les données concernant les périodes les plus longues; ceci signifie que les valeurs d'échelle sont correctes. Pour l'autre partie du spectre cependant, la réduction de l'amplitude des variations de la composante D est pratiquement constante (30-40% de l'amplitude à Tambacounda, 15-20% à Aleg).

H

N
100

TAB

MBO

D

E
100

TAB

MBO

Z

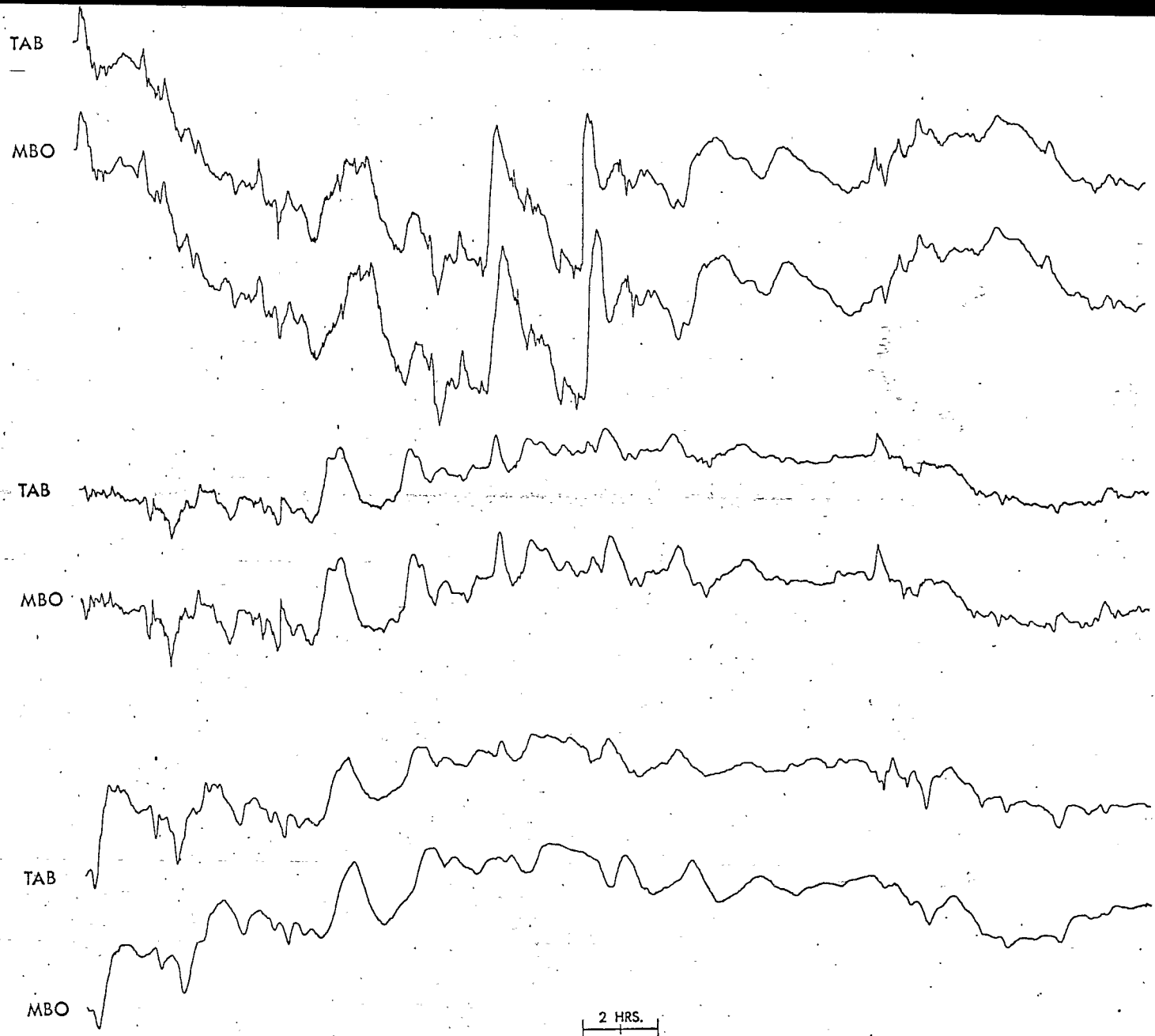
50

TAB

MBO

2 HRS.

Figure 4



La possibilité que ces effets soient produits par une induction anormale (bassin conducteur à l'ouest?) sera vérifiée par l'étude des données pour trouver une dépendance éventuelle de l'atténuation observée de l'azimut. A Kéniéba (fig 8c), l'augmentation des amplitudes sur la composante D par rapport à M'Bour s'observe même pour les données concernant les périodes les plus longues, confirmant ainsi la supposition que la valeur d'échelle pour cette station est incorrecte. Cette augmentation de 20% en amplitude aux trois points correspondant aux fréquences les plus basses, est justement de l'ordre de l'erreur supposée sur la valeur d'échelle (5.43 gammas/mm par rapport à environ 4,5, soit une différence de 17%). Aux périodes plus courtes, l'augmentation est pratiquement constante et de l'ordre de 35%. Cependant à cause de l'incertitude sur la valeur d'échelle il est improbable que l'on puisse obtenir des renseignements utiles à l'aide de la faible augmentation résiduelle apparente (de l'ordre de 15%).

2) En ce qui concerne les amplitudes de la composante Z, on observe les faits suivants :

a) Aux deux stations situées le plus au sud, Kédougou (fig.2c) et Kéniéba (fig.6), les amplitudes des variations de la composante Z sont d'une façon significative plus élevées par rapport à M'Bour en ce qui concerne les périodes plus courtes, ^{elles sont} mais les mêmes, ou plus faibles, pour les périodes plus longues (> 1 heure). La même observation peut être faite à Dafoulabé (fig. 5), bien que moins nettement, et à Tambacounda (fig.4), où ce fait est à peine marquée.

...

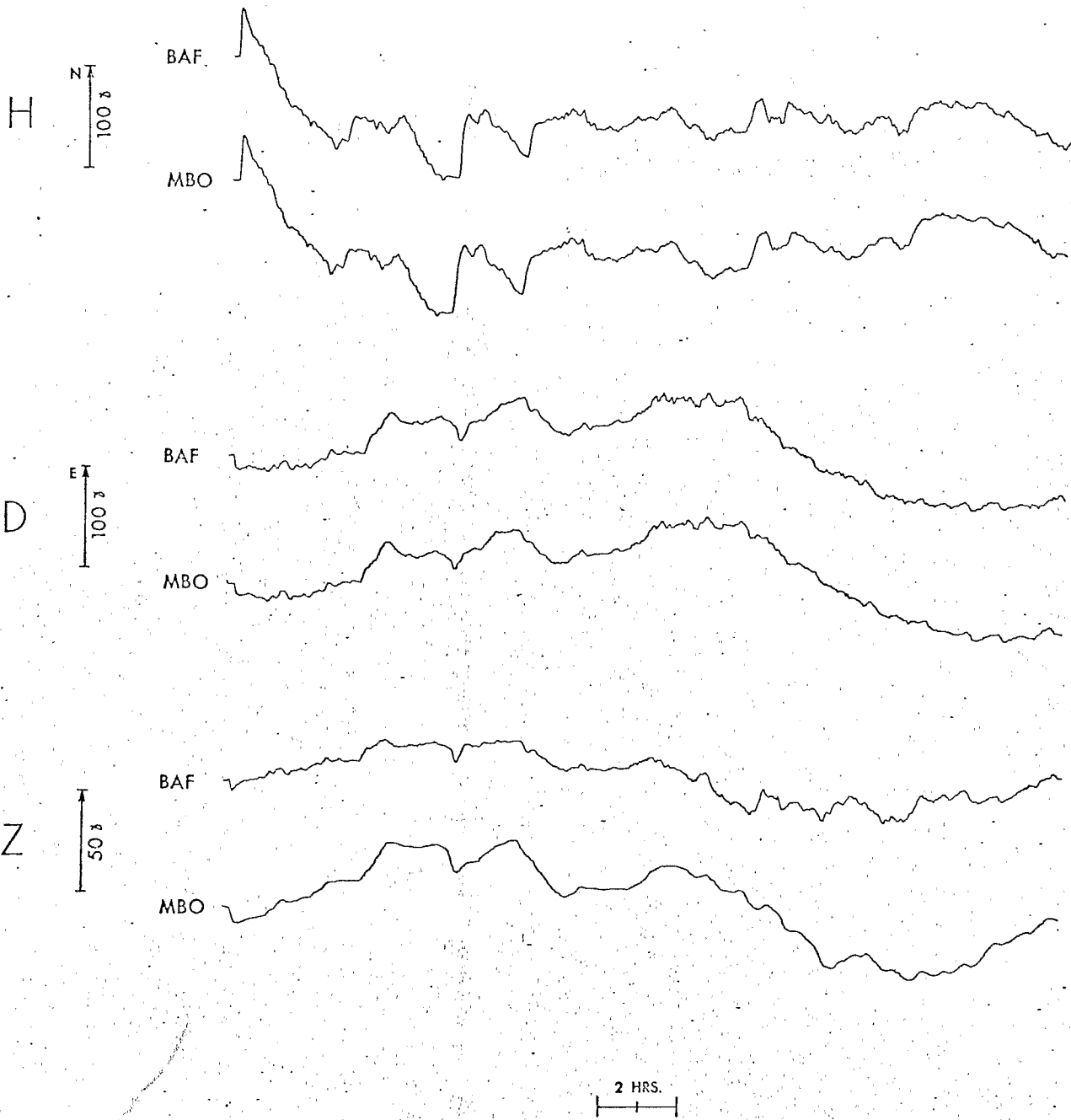


Figure 5

L'ensemble des stations situées au sud-est semble ^{se caractériser} être caracté-
 risé par une augmentation des amplitudes des variations de courte
 période de la composante Z : on peut supposer que l'on atteint
 un milieu moins conducteur lorsque l'on se déplace vers l'est
 ou le sud-est. Il est presque inutile d'ajouter que la densité
 des stations ne permet pas de définir le parcours de ces forma-
 tions, ^{responsables)} mais cet aspect ^{hypothèse} est ^{(compatible} au moins d'une façon générale compa-
 tible avec la transition postulée entre la zone située à l'ouest
 et plus jeune, et la région plus ancienne et tectoniquement sta-
 ble à l'est. On devrait rappeler que ces stations situées au sud-
 est sont probablement représentatives de la "norme" continentale :
 l'observation la plus caractéristique est l'atténuation specta-
 culaire de l'amplitude des variations de courte période de la
 composante verticale observée à M'Bour. Puisque M'Bour est l'ob-
 servatoire fixe et le point de départ de ce genre d'études, on a
 tendance à adopter un point de vue inverse et à attribuer une
 caractère "particulier" aux observations faites aux stations
 temporaires (fortes amplitudes des variations de la composante Z,
 etc.). Il faut donc garder en esprit que c'est le contraire qui
 est hautement probable.

On observe le comportement inverse dans le cas des périodes plus
 longues : les amplitudes des variations de la composante Z dimi-
 nuent aux stations temporaires. Cette constatation est compatible
 avec l'augmentation de la distance à la côte : la composante anor-
 male (effet de bord de mer?) est plus prononcée à M'Bour qu'aux
 stations de l'intérieur. Ce point sera étudié plus en détail dans
 le chapitre suivant, mais déjà par comparaison visuelle on peut

...

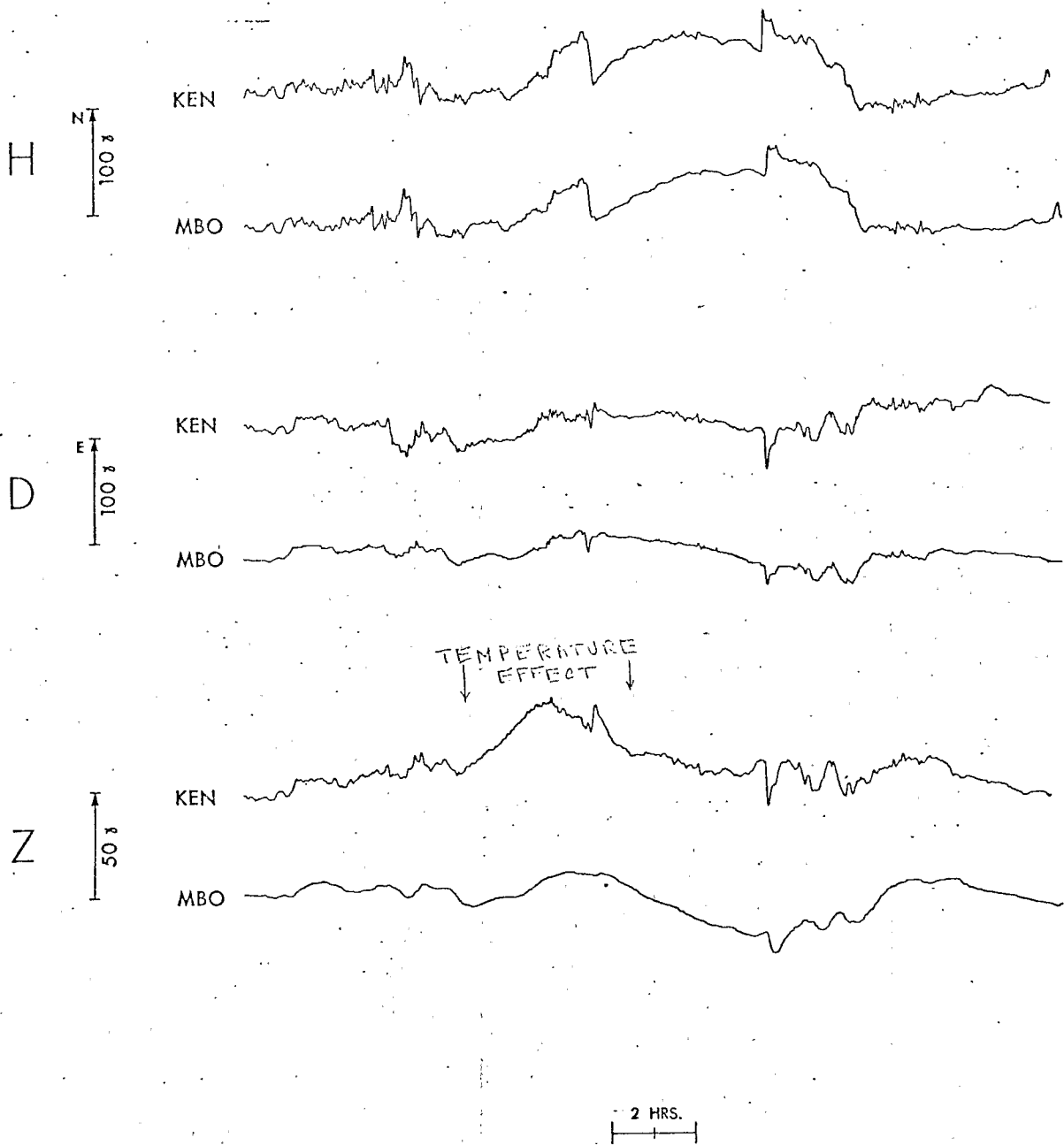


Figure 6

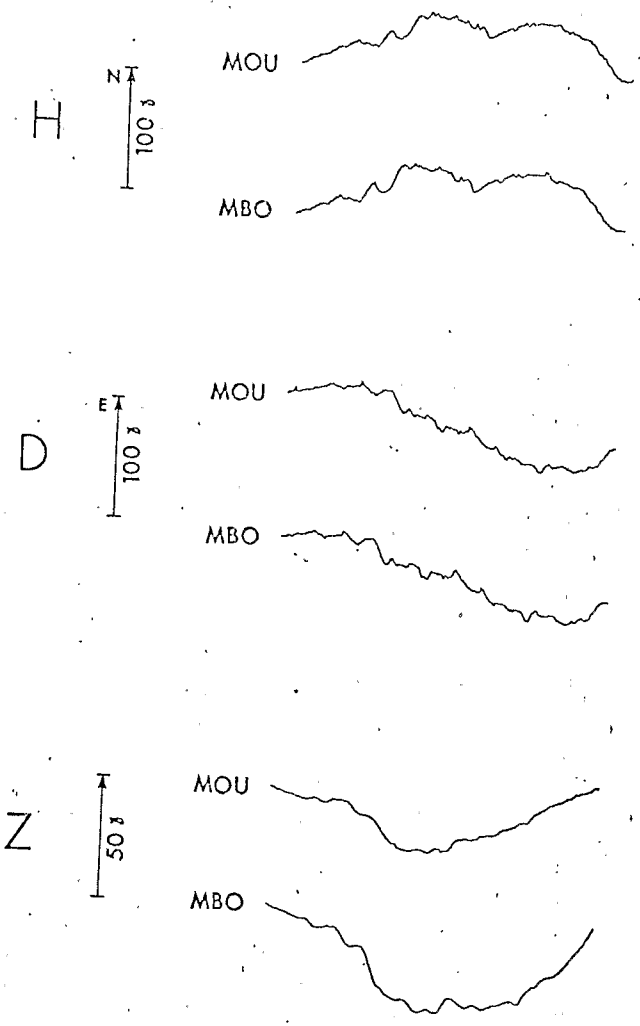
dire que les fluctuations de grande période de la composante Z (> 1 heure) ~~est~~ qui paraissent amplifiées à M'Bour par rapport aux stations de l'intérieur, sont dans la plupart des cas corrélées avec celles de la composante D_n (ex.: fig 5 et fig. 7b) : ceci correspond à la direction de la composante anormale maximale.

Pour le groupe nord des stations temporaires, les données pour la composante Z sont très limitées. Aux périodes plus longues, il semble que l'on puisse faire la même observation que pour le groupe sud : une diminution de l'amplitude par rapport à M'Bour est nettement visible à Moudjeria et à M'Bout (fig. 7); à Aleg (fig. 3) elle ne s'observe pas, mais cette partie de l'enregistrement ne contient que peu ou pas de variations de longue période, ni sur la composante D ni sur la composante Z. Les variations de courte période de la composante Z contiennent trop peu d'énergie dans le cas des quelques enregistrements disponibles pour ces 3 stations pour mettre clairement en évidence une éventuelle augmentation de leur amplitude, telle qu'elle a été observée pour les stations du groupe sud. Cependant, quelques indices conduisent à penser qu'elle existe au moins à M'Bout (fig. 7b) et à Aleg (fig. 3).

Il est permis de conclure que

- 1) Il n'existent pas de différences de premier ordre en ce qui concerne les composantes horizontales, tout en gardant en esprit que l'on observe
 - a) une décroissance des amplitudes des variations de la composante H dans le groupe nord des stations (Aleg, Moudjeria, M'Bour) - due peut-être à un effet de latitude;

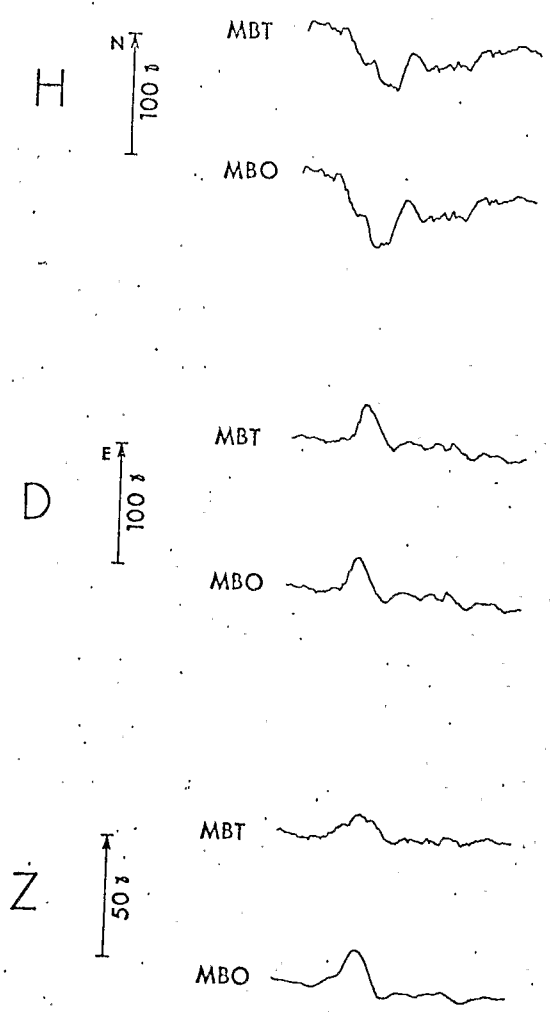
(a)



2 HRS.

(a)

(b)



2 HRS.

(b)

Fig. 7

b) une décroissance des variations de la composante D aux deux stations intérieures situées dans le bassin sédimentaire (Aleg, Tambacounda) - due peut-être à un effet d'induction, mais plus probablement à l'imprécision expérimentale.

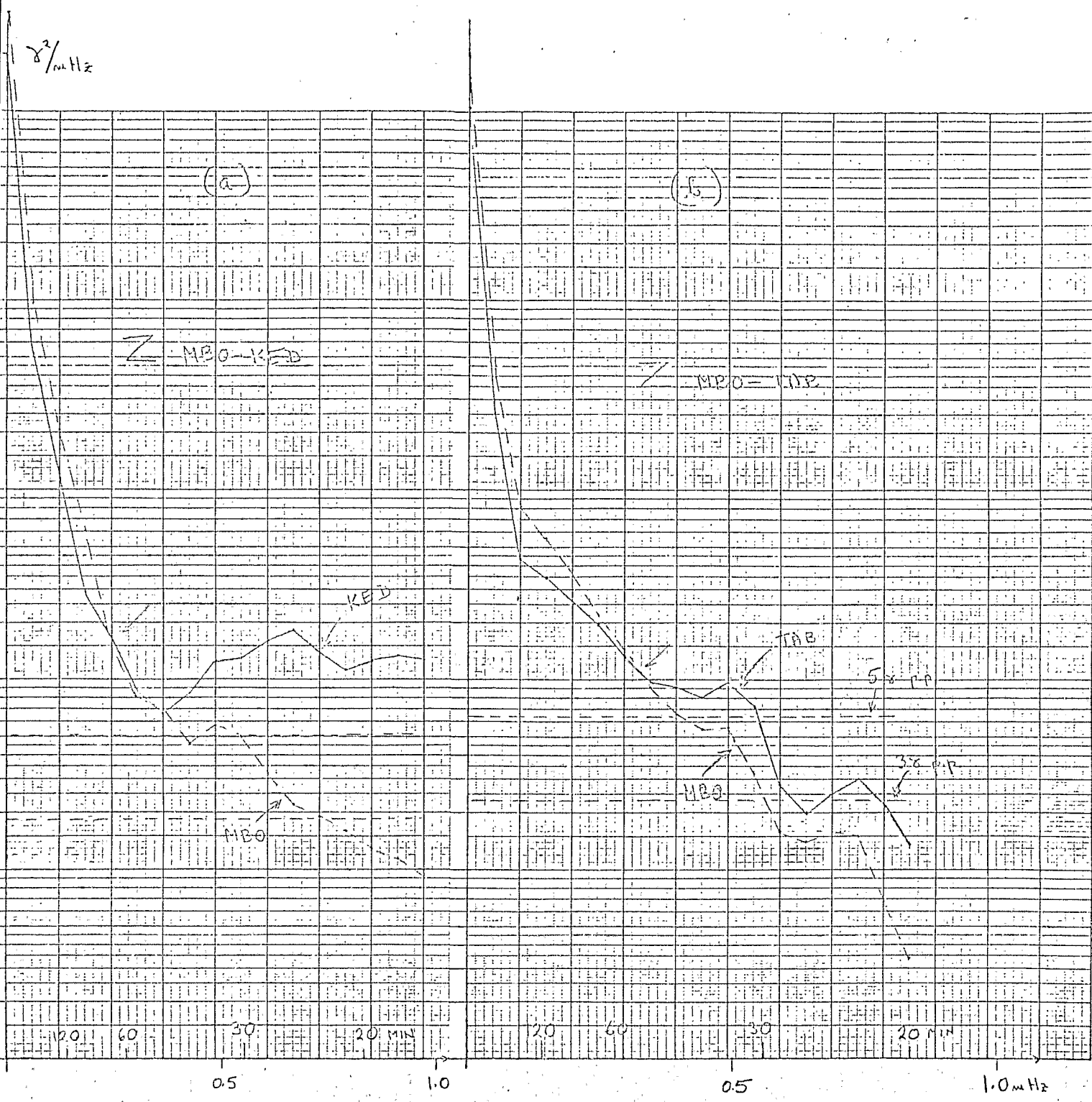
Ni l'un ni l'autre de ces effets nous paraît significatif et utilisable dans notre étude préliminaire; pour obtenir une esquisse des structures de la conductivité, les efforts ont portés sur l'étude des rapports $Z_{M'Bour} / Z_{station}$ plutôt que sur celle des rapports M habituels : $(Z/B)_{M'Bour} (Z/B)_{station}$.

- 2) Il résulte de l'étude visuelle des échantillons d'enregistrements que l'on observe une augmentation des amplitudes des variations de courte période de la composante Z et une diminution de celles de longue période, par rapport à M'Bour, lorsque l'on pénètre à l'intérieur du continent. Cette observation sera étudiée quantitativement dans le chapitre suivant, mais il apparaît déjà probable que les deux effets correspondent
- a) à une variation de la structure de la conductivité de la croûte, conduisant à supposer un milieu moins conducteur vers l'est et le sud-est, et
 - b) à l'augmentation de la distance à "l'anomalie du bord de mer", laquelle semble être plus prononcée aux périodes plus longues.

5. ANALYSE SPECTRALE DE LA COMPOSANTE VERTICALE.

Les tranches d'enregistrements étudiées dans les chapitres précédents ont été traitées à l'aide des techniques habituelles de l'analyse de puissance spectrale. Pour 5 de ces stations (Kédougou, Kéniéba, Bafoulabé, Aleg, Tambacounda), elles ont été généralement de longueur convenable : on en a obtenu 1 600 à 2 400 points donnés espacés de $\Delta t = 45$ secondes. Ils ont été traités avec une résolution normale, en utilisant les techniques du "pre-whitening" pour compenser la forte décroissance ^{de la} puissance du côté des fréquences élevées du spectre. Pour les deux autres stations (Moudjéria et M'Bour), les tranches d'enregistrements disponibles étaient de longueur insuffisante pour une analyse correcte, elles ont été néanmoins traitées avec une résolution moins grande, dans le but de montrer au moins qualitativement que les variations enregistrées dans ces stations suivent la même ligne générale que celles observées aux autres stations.

Les densités du spectre de puissance de la composante verticale sont représentées dans les figures 8a - 8g pour chaque paire simultanée (M'Bour - station temporaire). Sur chaque dessin, les lignes horizontales en trait discontinu représentent des niveaux d'amplitude de 3 et 5 gammas crête-à-crête (1.06 et 1.7 γ d'amplitude effective); 3 gammas représentant environ 1 mm sur les enregistrements originaux correspondent approximativement à ce que l'on peut considérer comme limite inférieure pour une résolution significative pendant la digitalisation (bien que la résolution de l'appareillage utilisé pour la digitalisation soit de 0,1 mm, d'autres



(a)

(b)

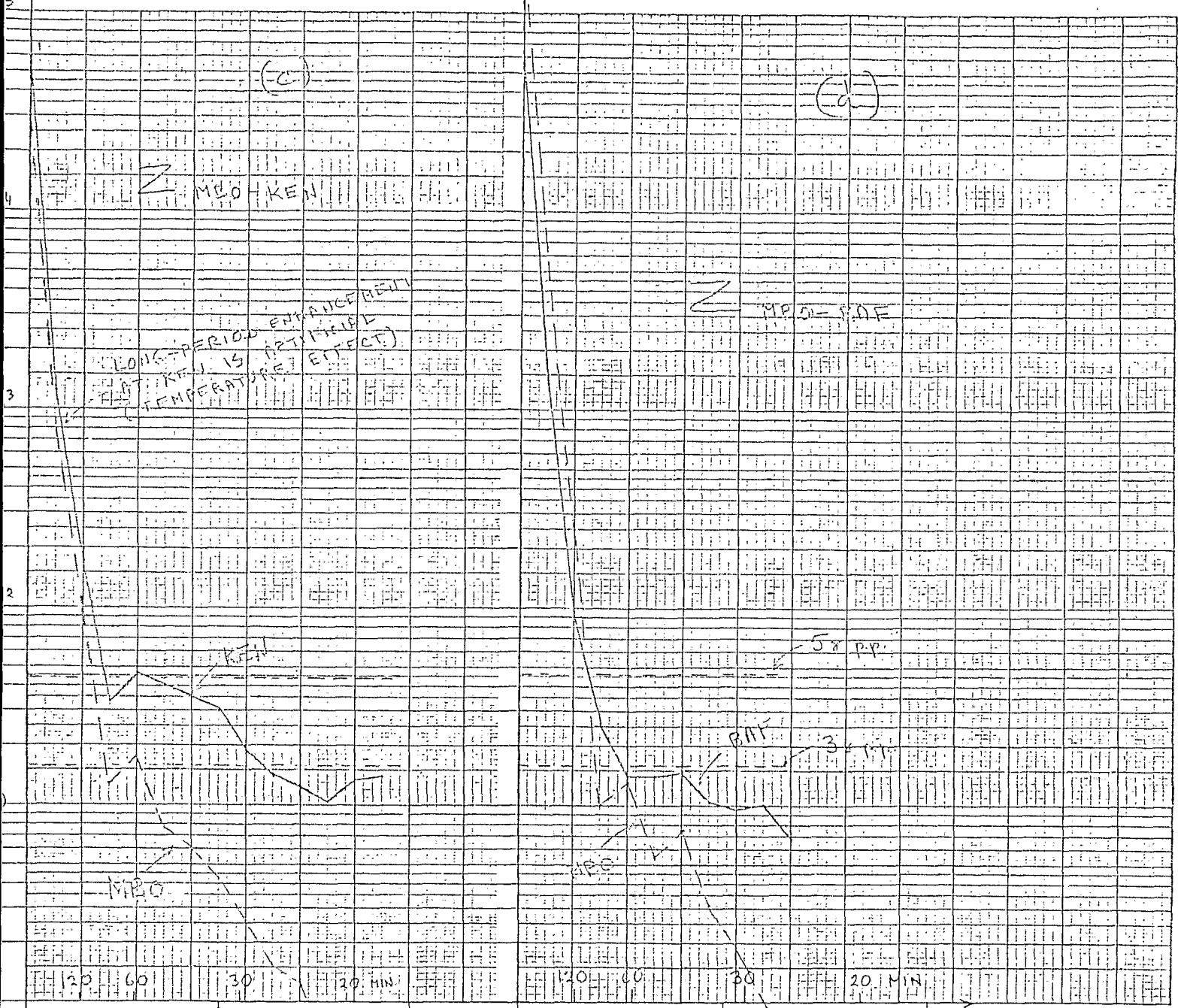
Figure 8

limites restrictives d'un point de vue de pratique sont introduites par la précision de ^{la} poursuite des courbes, de la largeur des traces, et du diamètre du spot lumineux du digitalisateur). Il est important de garder en esprit l'idée d'une telle échelle linéaire en ce qui concerne l'amplitude dans l'étude de données spectrales; l'utilisation de densités du spectre de puissance (pour lesquelles la magnitude absolue dépend de la largeur de bande choisie) empêche souvent d'apprécier le niveau vrai des amplitudes. En particulier, dans le cas de la composante Z à M'Bour, on n'obtient des renseignements valables (> 3 gammas crête-à-crête) que pour les périodes supérieures à 25 - 60 minutes, malgré le fait que deux des événements étudiés ont atteint un niveau de perturbation correspondant à un indice Kp de 8-9. Seulement dans ces deux cas vraiment à part (fig. 8a et 8b) le niveau des spectres dans la bande des périodes courtes sur la composante Z est suffisant aux deux paires de stations (Kédougou/M'Bour et Tambacounda/M'Bour) pour permettre des déterminations précises de leur contenu énergétique jusqu'à une période de 30 minutes. Aux autres stations, les données disponibles ne permettent que des estimations semi-quantitatives en ce qui concerne l'atténuation des courtes périodes, de nature parfois guère plus valables que celles obtenues à l'aide des comparaisons visuelles. Néanmoins, dans tous les cas il était possible d'obtenir des renseignements valables concernant les périodes longues, permettant de formuler quantitativement les conclusions obtenues à l'aide des comparaisons visuelles.

On peut résumer les résultats de l'étude spectrale de la composante Z comme suit :

a) A toutes les stations temporaires, le niveau d'énergie aux

γ^2/mHz



0.5 1.0 MHz

(C)

(C)

MEO - KE N

MPO - RNF

LONG-PERIOD ENHANCEMENT EFFECT
 KE N IS PRINCIPAL EFFECT
 TEMPERATURE EFFECT

5 p.p.

3 p.p.

MEO

MPO

0.5

1.0

0.5

1.0 MHz

120

60

30

20

MIN

120

60

30

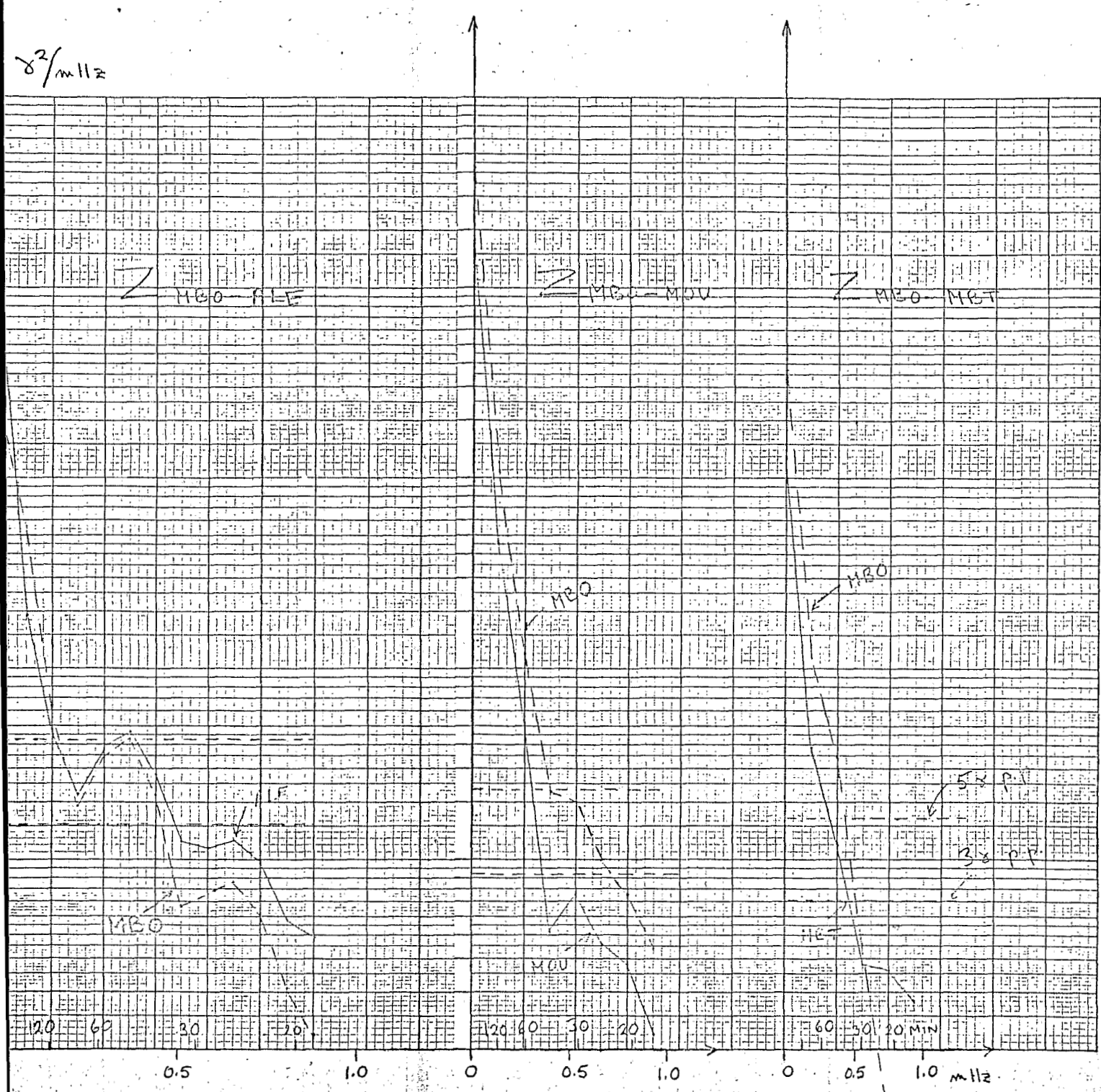
20

MIN

périodes longues (> 60 minutes) est plus élevé à M'Bour qu'aux stations temporaires (ceci ne peut pas être prouvé dans le cas de Kéniéba à cause de l'effet perturbateur des fluctuations de la température). Cette constatation est en plein accord avec les résultats des comparaisons visuelles effectuées dans le chapitre précédent.

b) A toutes les stations temporaires, le niveau d'énergie aux périodes courtes semble être plus élevé qu'à M'Bour. Malheureusement, il n'est pas possible d'exprimer quantitativement cet accroissement à la plupart des stations à cause de l'absence des variations de courte période à M'Bour. Seulement deux des séries de données (Kédougou/M'Bour et Tambacounda/M'Bour) contiennent des variations d'amplitude suffisante dans la gamme des périodes de 25 à 60 minutes, permettant d'effectuer une analyse quantitative valable décrite dans le chapitre suivant.

c) La séparation des bandes de fréquence est nettement détectable et située à une période d'environ 60 minutes dans le cas des deux séries ^{de} données mentionnées ci-dessus; il est de même visible vers des périodes de 60 à 100 minutes dans le cas des deux autres séries significatives (Aleg/M'Bour et Bafoulabé/M'Bour), bien que moins nettement à cause de leur niveau énergétique plus faible.



(e)

(f)

(g)

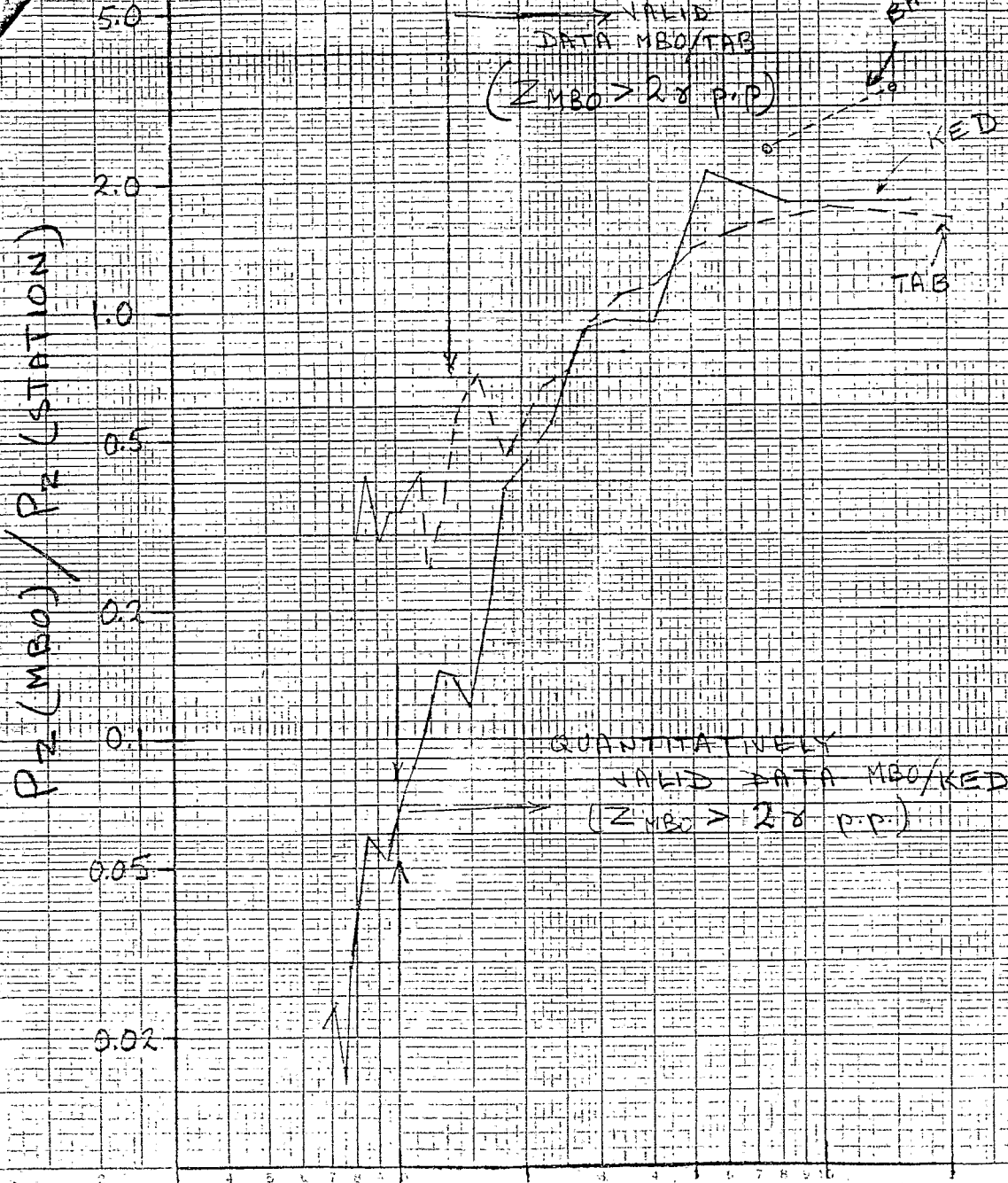
Figure 8

6. DISCUSSION

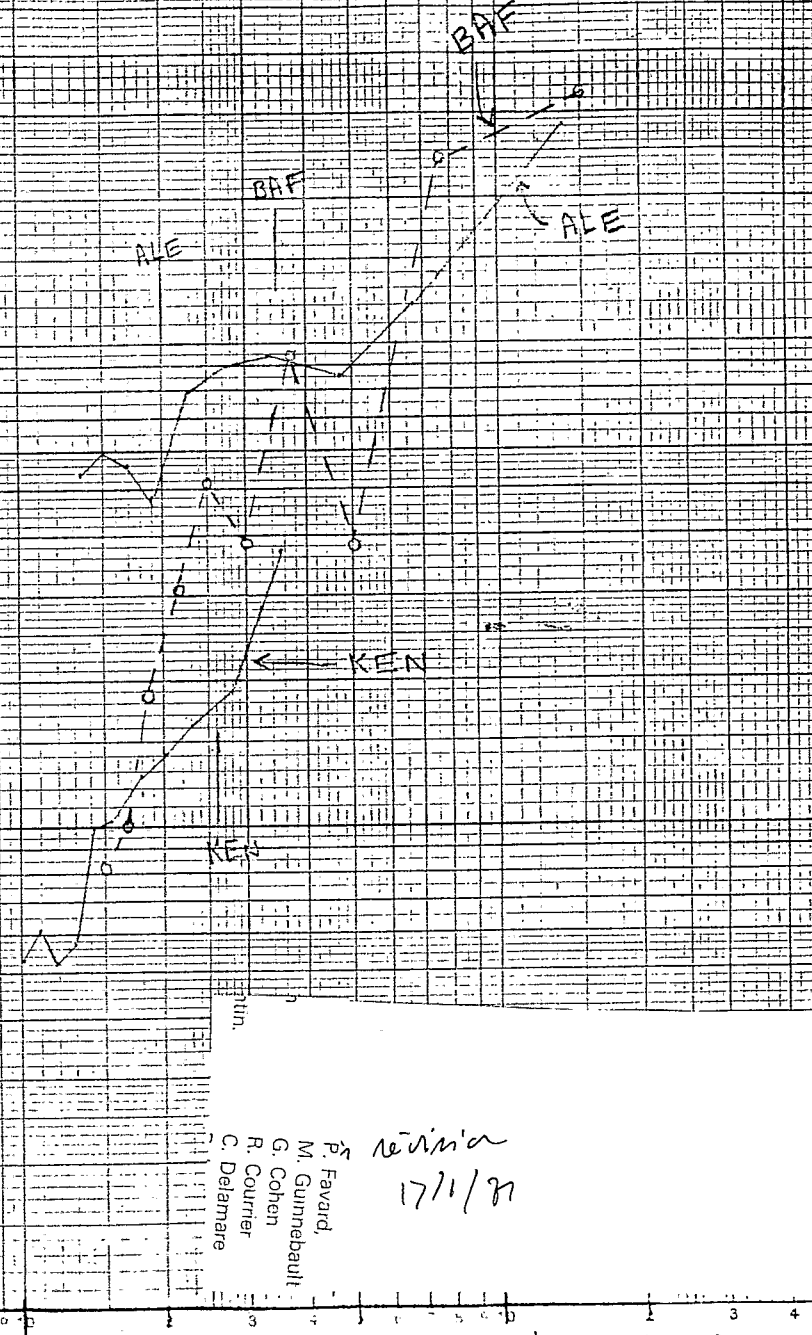
Les rapports $Z_{M'Bour}/Z_{station}$ pour plusieurs stations sont représentés dans la figure 9; ces rapports sont portés en fonction de la période et non comme précédemment dans le cas des spectres sur une échelle linéaire en fréquence. Ce procédé fournit une échelle en quelque sorte compatible intuitivement avec la représentation traditionnelle des données magnéto-telluriques; le rapport Z/Z dans les sondages géomagnétiques est analogue à la résistivité apparente en magnéto-tellurique, bien que cette analogie soit naturellement seulement superficielle. Il s'agit de même d'une échelle utilisée déjà par l'un des auteurs (B.C.) dans la recherche de modèles structuraux à l'occasion de nombreux travaux similaires dans l'ouest du Canada, et le "catalogue" des courbes modèle constitué à l'occasion de ces travaux pourra servir directement à l'interprétation au moins préliminaire de ces observations faites dans l'Afrique de l'Ouest.

La figure 9a montre les rapports Z/Z pour les deux séries de données "quantitativement valables" (M'Bour/Kédougou et M'Bour/Tambacounda). Tous les points - même pour les très courtes périodes - ont été représentés, mais rappelons que seules les données jusqu'à une période de 25-30 minutes (environ 1700 secondes) peuvent être considérées comme quantitativement valables. Pour des périodes inférieures à 1700 secondes, ces points ne peuvent donner qu'une indication qualitative de l'extraordinaire atténuation des variations de courte période sur la composante Z à M'Bour. La figure 9b représente les rapports Z/Z pour les autres stations; pour Kéniéba, les données pour les longues périodes ont été omises pour des raisons déjà évoquées.

(a)



(b)



P. Favard
 M. Guinebaull
 G. Cohen
 R. Courrier
 C. Delamare

reunion
17/1/71

(a)

10⁴

(b)

10³

10⁴ T (SEC)

Bien que l'on ait fait figurer des points pour les courtes périodes (< 60 minutes) pour M'Bour/Bafoulabé et M'Bour/Aleg, il faut se souvenir que ces points ont été obtenus à l'aide de variations dont l'amplitude était bien au-dessous d'un niveau minimum nécessaire à des études quantitatives, ils ne pourront donc servir que comme indication qualitative.

On essaiera de dériver des modèles pour la structure de la conductivité compatibles avec les données de la figure 9a dès qu'il sera possible de déterminer la correction valable quantitativement et nécessaire à l'élimination de la composante anormale (effet de bord de mer). L'étude des figures 9a et 9b permet néanmoins de conclure que

a) L'atténuation observée aux périodes longues est au moins conforme avec une réduction progressive de "l'effet de bord de mer" anormal lorsque l'on pénètre vers l'intérieur du continent (fig. 9a) : elle est maximale à la station située le plus à l'intérieur (Bafoulabé), et progressivement plus faible à Kédougou et à Tambacounda (bien que la différence entre ces deux dernières ne soit guère significative). Ce point nécessite des études supplémentaires afin de déterminer si ce changement a lieu dans la composante anormale ou dans le niveau total de l'énergie des variations. Ce problème devrait être connu quantitativement avant que l'on puisse essayer d'appliquer des modèles aux données observées.

b) En ce qui concerne les données valables obtenues pour les périodes plus courtes (30-60 minutes), il ne semble pas exister de différence significative entre les stations temporaires - l'accroissement observé par rapport à M'Bour est approximativement partout le même. Cette observation est définitivement valable en ce qui concerne Kédougou et Tambacounda, dans le cas des autres stations, l'atténuation a pu être constatée, mais non déterminée quantitativement à cause du faible nombre et de la faible qualité des enregistrements disponibles.

c) Aux périodes encore plus courtes (< 30 minutes), on trouve des indications pour supposer qu'une différence significative entre quelques unes des stations puisse exister. En particulier, l'augmentation des amplitudes des variations de la composante Z est maximale à Kédougou, Kéniéba et Bafoulabé, mais moins prononcée à Tambacounda et Aleg (fig. 9a et 9b). Ceci est compatible avec le fait que ces deux stations sont des stations de transition entre M'Bour et les autres stations tant que des structures de conductivité en faible profondeur sont concernées (bassin sédimentaire, température de la croûte ou sa composition?). Il n'est pas possible de faire des estimations quantitatives dans ce cas, voire de chercher un modèle structural : les amplitudes enregistrées sont trop faibles.

Références

ALBOUY, Y., et H.G. BARSCZUS, 1969 : Etude d'effet de bord de mer et Sondages géomagnétiques au Sénégal, 2° Avant-projet, juin 1969, Centre ORSTOM M'Bour

BLACK, R. - ?

CANER, B., W.H.CANNON et C.E.LIVINGSTONE, 1967 : Geomagnetic depth sounding and upper mantle structure in the Cordillera region of western North America, J. Geoph. Res., 72. 24. 6335-6351

WICKENS et COLLAR, 1967 :

?

PARKINSON, W.D., 1959 : Directions of rapide geomagnetic fluctuations, Geoph. J. Roy. astr. Soc., 2. 1. 1-14

PARKINSON, W.D., 1962 : The influence continents and oceans on geomagnetic variations, Geoph. J. Roy. astr. Soc., 6. 4. 441-449

- Fig. 1 - Carte géologique du bassin sédimentaire sénégalomaunite et de la bordure occidentale du craton ouest-africain.
- Fig. 2a - Enregistrements simultanés (composante D) à Kédougou (KED), M'Bour (MBO) ainsi qu'à trois autres observatoires de basses latitudes : Paramaribo (PAR), Honolulu (HON) et Kakioka (KAK).
- Fig. 2b - identique sauf: (composante H)
- Fig. 2c - identique sauf: (composante Z)
- Fig. 2d - Données spectrales pour l'évènement représenté sur les figures 2a, 2b, 2c
- Fig. 3 - Enregistrements simultanés à M'Bour (MBO) et Aleg (ALE), à même échelle (double pour la composante Z).
- Fig. 4 - identique sauf : et Tambacounda (TAB)
- Fig. 5 - identique sauf : et Bafoulabé (BAF)
- Fig. 6 - identique sauf : et Kéniéba (KEN).
- Fig. 7 - Enregistrements simultanés pour M'Bour (MBO) et Moudjeria (MOU) et pour M'Bour (MBO) et M'Bout (MBT), à même échelle (double pour la composante Z)
- Fig. 8a,b - Densités spectrales (γ^2/mHz) pour la composante Z à M'Bour - Kédougou et M'Bour - Tambacounda.
- Fig. 8c,d - Densités spectrales (γ^2/mHz) pour la composante Z à M'Bour-Kéniéba et M'Bour-Bafoulabé.
- Fig. 8e,f,g - Densités spectrales (γ^2/mHz) pour la composante Z à M'Bour-Aleg, M'Bour-Moudjeria et M'Bour-M'Bout.
- Fig. 9 - Rapports d'énergie $Z(\text{M'Bour})/Z(\text{station})$, en fonction de la période en secondes.