ETUDE

D'EFFET DE BORD DE MER

ET

SONDAGES GEOMAGNETIQUES

AU SENEGAL

2° AVANT-PROJET

JUIN 1969

CENTRE ORSTOM M'BOUR

A V A N T -

P R O J E T

++++++++++

ETUDE D'EFFET DE BORD DE MER ET SONDAGES GEOMAGNETIQUES AU SENEGAL

1. INTERET ET BUT

L'opération de recherche envisagée dans ce qui suit permettra, par l'emploi des méthodes du sondage géomagnétique et de la magnétotellurique, d'étudier les principales anomalies magnétiques du Sénégal connues jusqu'à présent :

- Anomalie de la région de M'Bour : s'agit-t-il d'un simple effet de bord de mer ou de l'effet d'un canal conducteur profond ?
- Anomalie de l'Est du Sénégal : Quelles sont l'extension et la nature de cette anomalie, quels peuvent être les paramètres du corps perturbateur ?

Cette étude apportera non seulement une meilleure connaissance de l'écorce terrestre et du manteau supérieur dans cette région, mais aussi la mise au point, au sein de la section géophysique de l'ORSTOM, d'une méthode d'investigation qui pourrait être utilisée ultérieurement dans d'autres régions d'Afrique.

Cette étude, concernant essentiellement la géophysique "interne", pourra néanmoins apporter une contribution à une meilleure connaissance du spectre de variations du champ géomagnétique, de quelques secondes ou minutes jusqu'à la variation diurne. Elle pourra donc, bien qu'à degré moindre, intéresser la géophysique "externe" par ses résultats "secondaires".

2. DEPOUILLEMENTS ET METHODES D'ANALYSE.

Les premiers résultats obtenus à M'BOUR quant à la flèche d'induction montrent bien la nécessité d'une analyse fine des phénomènes, dans toutes les gammes de périodes. Le dépouillement par machine s'impose donc absolument.

D'autre part du fait de la mobilité d'un réseau de stations Askania, il est nécessaire d'obtenir un maximum de rapidité dans les différentes étapes : enregistrement, digitalisation, dépouillement; les premiers résultats devant aussitôt que possible, être utilisés pour orienter ou réorienter les recherches : nouvelles localisations des stations, modifications d'azimuth des profils, etc... Pratiquement l'exploitation des 15 premiers jours d'enregistrement sur un profil donné ne devrait pas excéder deux mois.

Il s'agit donc, dans un premier temps, de déterminer les méthodes d'analyse à utiliser. Les programmes dont nous pouvons disposer actuellement sont les suivants :

BMD01T
(Godivier, sondages M.T. - filtres mathématiques, amplitude et phases pour chaque période).

BMD02T
(Spectres de puissance, fonctions d'autocorrélation, fonctions de transfert).

Programme RUEGG
(Spectres de puissance, transformées de Fourier, phases).

Programme BUREAU
(amplitude, phases et fonction de transfert, possibilité d'obtenir $A = Z / X \sin\alpha + Y \cos\alpha$ en faisant varier α de 10 en 10°).

Il existe certainement à l'I.P.G. d'autres programmes susceptibles de nous intéresser. Quoiqu'il en soit, des essais comparatifs devront être effectués afin de déterminer le meilleur mode de traitement, c'est-à-dire celui qui nous donnera les résultats sous la forme la plus directement utilisable au sortir de la machine. Les essais devront être entièrement terminés avant le lancement de l'opération sur le terrain. Nous proposons donc que l'un d'entre nous (H.G. Barsczus) s'occupe tout particulièrement, en liaison avec R. Godivier de cette question. Pour ce faire, il devrait pouvoir passer plusieurs mois à PARIS dès cet été et y exploiter les différents enregistrements qui sont déjà disponibles, enregistrements analogiques d'Askania, (Sénégal, Tchad, Dahomey), enregistrements sur bande magnétique (H, D, Z de M'BOUR) sondages M.T...

D'autre part la rapidité imposée pour l'obtention des résultats nécessite des règles strictes quant à la digitalisation des enregistrements. En effet, pour l'étude des seules variations de longue période, nous disposerons de :

1°) station de M'BOUR: D,H,Z, EW, NS: (5 enregistrements)

2°) 5 stations Askania: D,H,Z (15 enregistrements)

3°) 1 station tellurique mobile : EW, NS (2 enregistrements)

Soit au total: 22 enregistrements journaliers.

L'intervalle "classique" de digitalisation est égal à 2,5 minutes; l'application de cet intervalle à nos enregistrements nous conduirait à la digitalisation de plus de 20.000 points par jour. En fait, il faudra se limiter à utiliser cet intervalle pour 1 ou 2 jours par mois seulement (jours d'orage), pour les autres jours on devra se contenter d'un intervalle beaucoup plus grand, 15 minutes par exemple : la bande magnétique des valeurs H,D,Z de M'BOUR nous permettra de faire des essais comparatifs : intervalles de 2,5, 10, 15 minutes etc... et de déterminer les critères de sélection des enregistrements.

En tenant compte également de la digitalisation des enregistrements "courtes périodes", il faut estimer à 100.000 le nombre de points minimum par mois d'enregistrements. Ce travail sera-t-il réalisable au laboratoire de BONDY dans le même laps de temps ? Encore une question à laquelle on devra répondre rapidement.

3. PROBLEMES D'INTERPRETATION.

Une fois le calcul des flèches d'induction effectué par la machine, il reste à résoudre les problèmes d'interprétation proprement dite. Le premier pas consiste à imaginer un modèle de distribution des résistivités en accord avec tous les renseignements disponibles : flèches d'induction, sondages M.T., mais aussi anomalies gravimétriques, vitesses des ondes séismiques, géologie régionale. Ce modèle est alors utilisé pour le calcul de l'anomalie. Après avoir obtenu un premier résultat, approché, l'on fait varier les différents paramètres qui caractérisent la zone responsable de l'anomalie : dimensions, profondeur, conductivité, jusqu'à ce que : anomalie calculée = anomalie observée. Cette fois encore un travail de documentation sur les programmes de calcul existants est nécessaire sans être toutefois aussi urgent que le problème des premiers dépouillements.

4. APPAREILLAGE.

Nous avons déjà mentionné (premier avant-projet) l'intérêt d'effectuer des enregistrements telluriques associés aux enregistrements magnétiques. Il s'agit non seulement d'étudier les effets de canalisation des courants induits, mais aussi de déterminer, par la M.T., une distribution vraisemblable des résistivités au voisinage de l'anomalie. Il faut donc prévoir, autant que possible, un appareillage tellurique pour chaque gamme de périodes.

Longues périodes

D'après ce qui précède, une station tellurique devra doubler la station Askania située au voisinage de l'anomalie. L'enregistrement devant durer deux ou trois mois, on peut envisager l'utilisation d'un enregistreur de type Lacour.

Courtes périodes

Nous n'avons pas les caractéristiques exactes du système barre à contre-réaction de flux - suiveur de spot, mais il est certainement possible d'obtenir les variations de périodes comprises entre 1 et 100 secondes. L'adjonction d'un appareillage tellurique pose un problème d'amplification et de filtrage : il faut que les courbes de réponses des deux types d'enregistrements, magnétique et telluriques, soient, autant que possible semblables. Ce problème est évoquée en annexe.

Dans cette gamme de périodes, les variations de Z sont très difficiles à enregistrer, les amplitudes étant très faibles. Il ne semble pas nécessaire d'envisager leur enregistrement.

Moyennes Périodes (100 - 1800 secondes).

Les enregistrements Askania n'offrent pas, en général, une sensibilité suffisante dans cette gamme. Nous pourrons utiliser notre appareillage M.T. actuel, avec magnétomètres Jolivet et ampli-filtres. Le capteur de Z est une balance Askania à cellules photo-électriques, pour laquelle nous essayons un système de contre-réaction filtrée. L'enregistreur potentiométrique que nous venons de recevoir va être mis en oeuvre pour remplacer l'enregistreur photographique.

Appareillage Complémentaire :

Les compléments de matériel à prévoir seraient les suivants :

2 suiveurs de spot (graphispot Sefram)
(telluriques courtes périodes)

1 enregistreur type Lacour
(tellurique longues périodes).

1 enregistreur potentiomètre
(6 pistes, Chauvin-Arnoux)
(M.T. moyennes périodes).

Ce matériel pourrait être emprunté (ou loué) pour la durée du projet. Par contre, il serait bon qu'après le projet, le Centre de M'BOUR puisse disposer d'un système de barres à contre-réaction de flux afin de pouvoir mettre en place un enregistrement de "perles" comparables à ceux des autres observatoires, ainsi que le demande Mademoiselle Roquet, si un tel dispositif n'est pas déjà installé à M'Bour indépendamment de ce projet.

5. MODES OPERATOIRES ET PROFILS PROPOSES.

Comme nous l'avons déjà indiqué (avant-projet du 28/2) les stations mobiles Askania sont alignées le long d'un profil perpendiculaire à la zone d'anomalie. A cet ensemble s'ajoutent les stations courtes et moyennes périodes, dont l'une est fixe et l'autre mobile; celle-ci sera placée successivement au voisinage de chaque station Askania.

Profils effets de bord de mer (ou canal conducteur).

1/ Un premier profil, dirigé suivant la flèche moyenne de M'BOUR ne dépassera probablement pas 100 km de longueur. Les stations pourraient être situées à 2, 6, 15, 40 et 100 km de M'BOUR. Dans le cas d'une anomalie de surface, la station la plus lointaine ne devrait pas présenter d'effet appréciable.

2/ Un deuxième profil devra vraisemblablement prolonger le premier si l'on n'a pas affaire à une anomalie de surface mais à un canal conducteur situé dans le manteau supérieur. Dans ce cas il faudrait envisager également l'effet possible de la faille, affectant le socle, située à environ 200 km de M'BOUR (voir carte du socle, en annexe).

Il devient difficile, à ce stade de prévoir les profils suivants : ce n'est qu'après avoir effectué ces deux profils que l'on pourra juger si le problème posé mérite ou non un supplément de recherches : si oui, ce pourrait être un nouveau profil plus au Nord, avec 3 stations à terre et 2 sur les îles du Cap Vert (pour se mettre de part et d'autre du canal conducteur hypothétique), si non l'on devrait prolonger les deux premiers profils vers le Sénégal Oriental.

Profils du Sénégal Oriental.

Il faut remarquer que cette région présente de fortes anomalies gravimétriques : un axe "lourd" grossièrement Nord-Sud est suivi à l'Est d'un axe "léger", mais l'interprétation gravimétrique ne permet pas de conclure entre

l'hypothèse de structures superficielles et l'hypothèse de structures profondes : bombement et creux de l'écorce. Les premiers résultats que nous avons obtenus quant aux flèches d'induction (voir carte et tableau des flèches d'induction) montrent bien que nous sommes en présence d'une importante anomalie, mais posent beaucoup plus de questionsqu'ils n'apportent de réponses : pourquoi, à supposer qu'anomalie de conductivité et anomalie gravimétrique soient liées, une flèche à fort module à Tambacounda, pourquoi une flèche tournante à Kédougou? Les sondages M.T. effectués dans la région (M'BOUT, KAYES, BAKEL) vont peut être apporter quelques précisions. Quoiqu'il en soit, nous ne sommes pas encore en mesure de préciser le nombre de profils nécessaires à l'étude de cette région.

Il faut cependant faire une estimation de la durée minimum du projet. En tablant sur 6 profils de 3 mois et en estimant à 6 mois la durée pendant laquelle les enregistrements sont impossibles (saison des pluies), on arrive à deux ans.

6. CONCLUSIONS.

Nous nous sommes attachés en ces quelques pages à définir ce que devrait être ce projet : il est ambitieux à plus d'un titre : association d'appareillages complémentaires aux stations Askania, exploitation rapide du maximum de données par ordinateur, étude ultérieure de modèles de conductivité ..., il est en fait à la mesure des problèmes posés.

Ces problèmes, comme il l'a été dit, ne peuvent être résolus qu'en faisant appel aux hypothèses émises en gravimétrie, séismique, géologie etc... Une coopération effective devra donc être instaurée entre les représentants des diverses activités de la géophysique et de la géologie. Il est superflu d'insister sur l'aspect bénéfique d'une telle coopération.

Enfin nous pouvons envisager, à long terme, les "retombées" scientifiques de ce projet : une fois le programme terminé, nous aurons acquis une méthode nous permettant d'étudier sous un angle nouveau les enregistrements du Dahomey et du Tchad et d'orienter de façon rationnelle les recherches du type M.T. Ce projet déboucherait donc sur de nouveaux programmes d'importance scientifique comparable.

On n'oubliera pas de citer, parmi ces résultats "secondaires", les contributions apportées à la Géophysique "externe" par l'étude des variations de jour à jour de la composition du spectre géomagnétique de M'BOUR, ainsi que par l'étude des corrélations de ce spectre aux spectres correspondants des stations proches (études qui devront être réalisées au cours des essais de dépouillement de la bande magnétique H, D, Z de M'BOUR).

Liste des documents annexes

1) Organigrammes (2)

2) Caractéristiques des filtres "Tellurique courte période"

3) Carte du socle

4) Profil

5) Carte des flèches d'induction

6) Copie avant-projet du 28.2.1969
(avec tableau des flèches d'induction obtenues)

7) Copie d'une note de Y.ALBOUY et H.G.BARSCZUS
"Sur l'orientation du vecteur de Parkinson à l'observatoire de M'Bour"

8) Bibliographie consultée.

ORGANIGRAMME

Etudes préliminaires (à partir du 2° sémestre 1969)

DIRECTION SCIENTIFIQUE

Préparation définitive du projet

Financement

Organisation

FRANCE

Choix des programmes de calcul

Digitalisation

Essais sur enregistrements existants

Documentation

Appareillage (amplis - filtres)

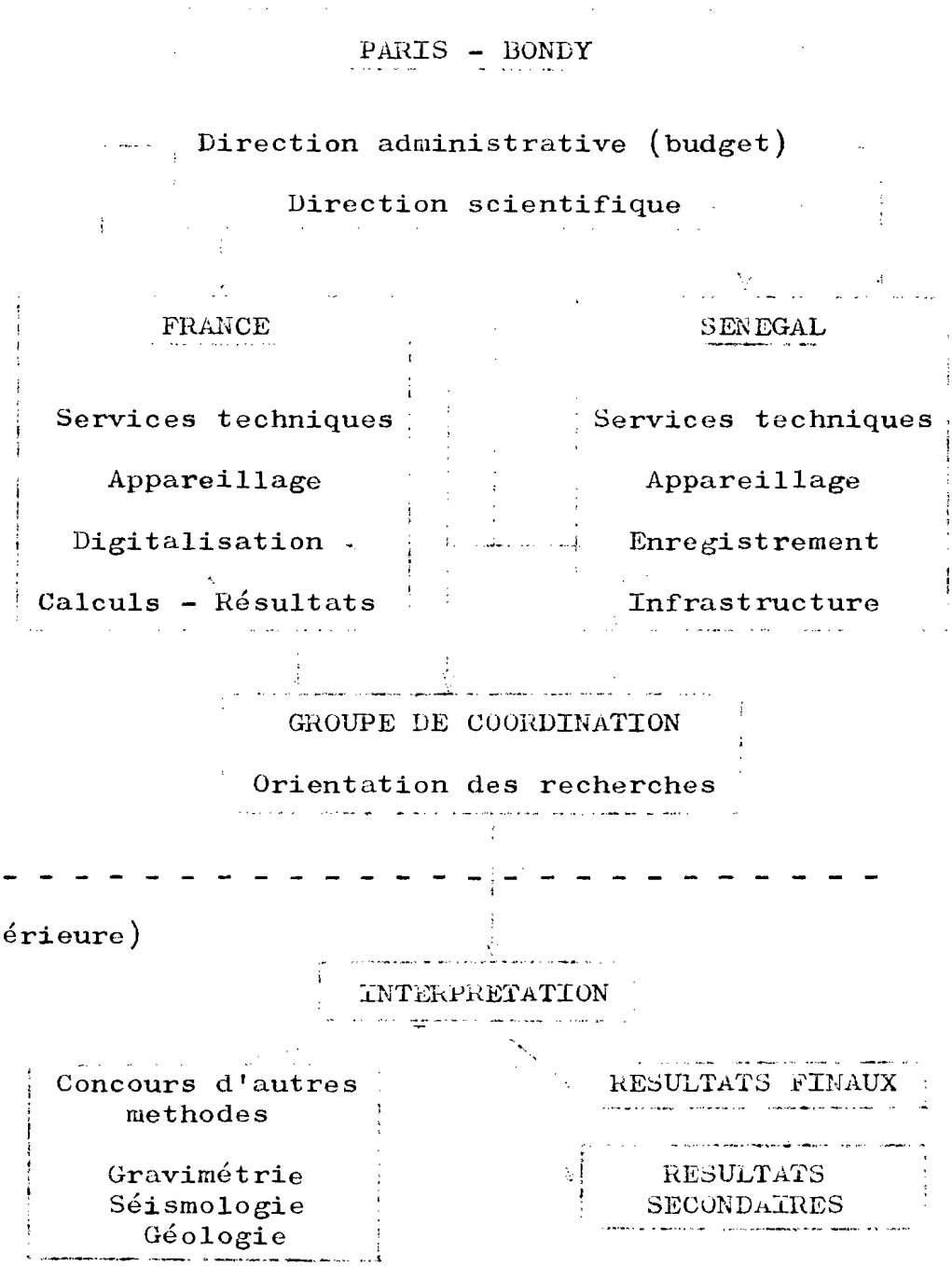
SENEGAL

Essais d'appareillage

Exploitation M.T.

Préparation infrastructure

(organigramme pendant l'opération)



Annexe.

Caractéristiques des amplis-filtres (Telluriques courtes périodes).

Le niveau des telluriques dans la gamme 1 à 100s est très faible dans la région du bassin sédimentaire : de l'ordre de 0,01 mV/km.

D'autre part un filtrage énergique des longues périodes est nécessaire : dans le cas des barres à induction, ce rôle est principalement joué par l'induction elle-même qui a une courbe de réponse de - 6 db/octave, pour f décroissant. Un filtre passe-haut à 2 cellules est nécessaire sur nos telluriques.

Quant à la compensation de la composante continue, elle est très difficile, et à prescrire si nous devons utiliser les électrodes Meunier : le système de filtrage doit donc en principe précéder l'amplification pour éliminer cette composante continue.

Le niveau de bruit doit être très faible, puisque le signal, compte tenu de l'affaiblissement dû aux filtres et à la longueur des lignes inférieures au km, sera de l'ordre de 0,001 mV.

On peut résumer les caractéristiques de la façon suivante :

- Source 0,003 mV - Résistance source $<$ 50 ohm (électrodes plomb)
  $\simeq$ 1000 ohm (électrodes Meunier)

- Filtre : 2 cellules
  exemple : C_1 = 1000 microF., C_2 = 100 microF.
  R_1 = 300 ohm, R_2 = 5 k·ohm
  exemple donné pour un galva AV 17 (T=0,45 s), filtre à ajuster d'après les bandes passantes des barres du Tchad.

- Niveau après le filtre : 0,001 mV.

- Sorties

		T	S	Re (min.)
(1) galva	AV17	0,45s	10^{-8}A/mm	2200 ohm
(2)	AV15	8s	$0,2.10^{-9}$A/mm	30.000 ohm.

- Amplificateur

  Impédance d'entrée 100.000 ohm

  Bruit ≤ 0,1 % 0,001 mV

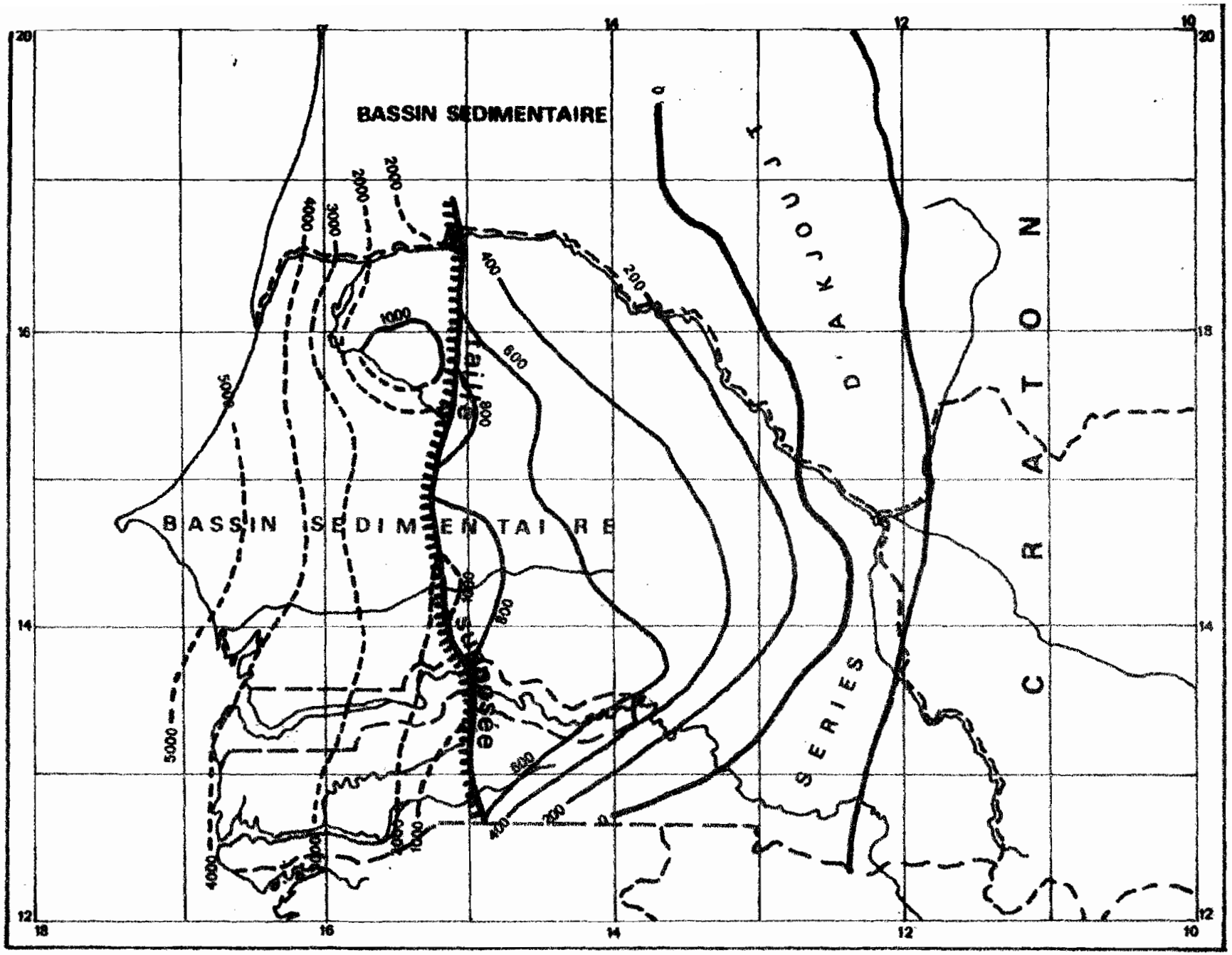
- Gain

  Sortie (1) G_1 = 220
  Sortie (2) G_2 = 60
  } pour déviation 10 mm.

- Commutateur de gain

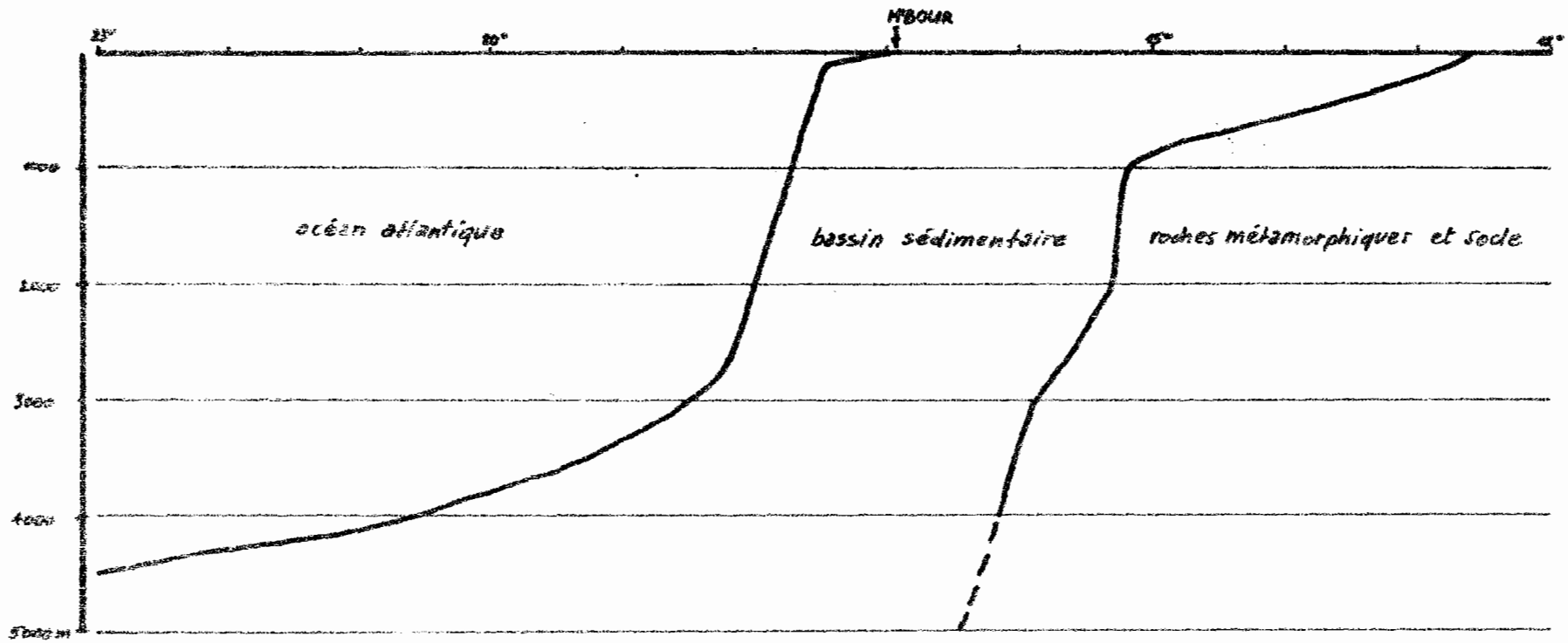
  (G_1) ou (G_2) x 10
  x 0,1
  x 0,01

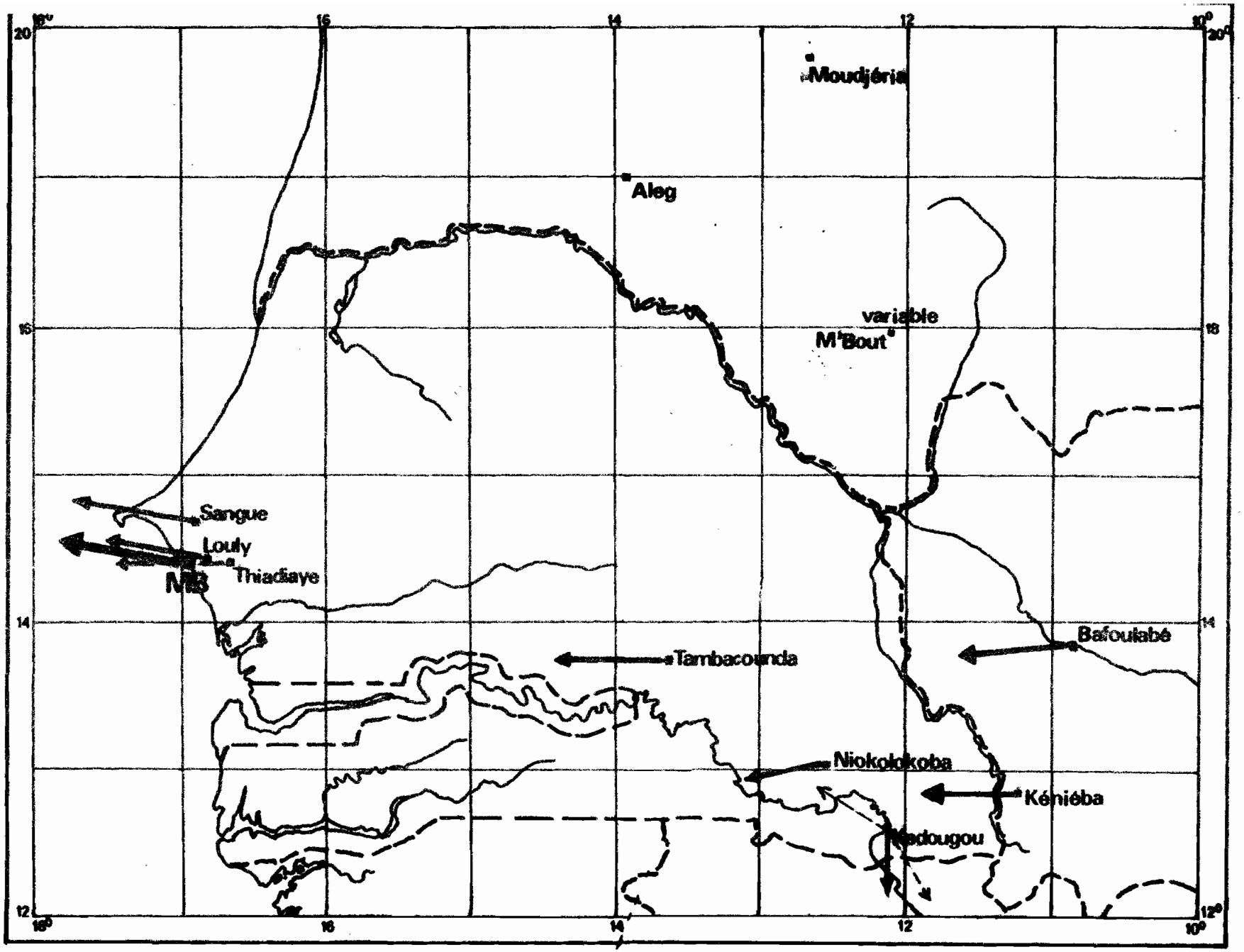
(avec possibilités intermédiaires) s'il n'existe pas de commutateur de gain sur l'enregistreur).



Bassin sédimentaire du Sénégal : Carte provisoire des isobathes du socle

ORSTOM M'BOUR - J. Guillon


M'BOUR
océan atlantique
bassin sédimentaire
roches métamorphiques et socle



Flèches d'induction selon PARKINSON (orientation sur N/m) dans le bassin sédimentaire du Sénégal

Mai 1969

longueur flèche unité

ORSTOM M'Bour YA&HGB

Avant - projet

„Effet de bord de mer"

But.

La méthode du sondage géomagnétique permet de déceler et d'étudier des zônes d'anomalies de la conductivité, profondes ou superficielles (dont un cas particulier est l'effet de bord de mer") produites par des contrastes de résistivité. De telles études sont possibles au moyen de variographes Askania GV3 qui permettent d'enregistrer les 3 composantes magnétiques H, D et Z avec une sensibilité de 3 γ/mm environ et une vitesse de déroulement de 20 mm/h. La gamme de périodes étudiées peut s'étendre de quelques minutes à 24h.

Méthode.

L'effet de bord de mer, ou d'anomalie profonde, peut se caractériser graphiquement par des „flèches d'induction", déterminées pour chaque période en grandeur (a ou b) et en direction, à partir des rapports entre les variations de Z et celles des composantes horizontales.

Deux méthodes sont utilisées le plus couramment :

- celle de WIESE (vecteur a),
- celle de PARKINSON (vecteur b);

ces méthodes ont été développées ultérieurement par UNTIEDT, SCHMUCKER, WHITHAM, etc.

Le procédé opératoire sur le terrain est relativement simple : il s'agit d'enregistrer les composantes des variations magnétiques et de les comparer entre elles. A partir d'une station de référence, au bord de mer par exemple, on établit suivant un profil perpendiculaire à la côte un certain nombre de stations mobiles à quelques km les unes des autres, la dernière étant située à grande distance, en dehors de l'anomalie. Les distances entre stations sont de l'ordre de 1 à 20 km suivant la grandeur de l'effet. La durée d'enregistrement nécessaire à chaque station pourrait être d'environ 2 mois.

Résultats préliminaires déjà obtenus

Ces méthodes ont déjà été appliquées à des enregistrements, de qualité moyenne (température mal compensée), effectués en 1960-61 au cours des missions gravimétriques, à l'aide du variographe Askania dont disposait alors le Centre.

...

Les résultats obtenus, résumés en un tableau, peuvent être analysés comme suit :

- M'BOUR. La valeur de b est variable entre 10 et 20 min., elle est très faible pour les sse. Dans la gamme de 10 à 60 min, ainsi que pour les si, la direction est invariablement de 280° (en accord avec PARKINSON, qui donne WNW comme direction de la flèche à M'Bour); elle est par contre de 190° pour les sse, on sait déjà que les variations rapides en Z ($\lesssim$15 min) sont pratiquement inexistants à M'Bour; des enregistrements effectués dans les environs devraient apporter des éclaircissements à ce sujet.

- SENEGAL ORIENTAL. La longueur de la flèche (a ou b) diminue de Tambacounda à Kédougou (en même temps que croît l'amplitude en Z), pour augmenter de nouveau plus à l'est. La direction du vecteur est pratiquement invariable : 90° pour a, respectivement 270° pour b, sauf à Kédougou où les orientations sont très dispersées.

L'ensemble des résultats semble devoir s'interpréter par la présence d'une zône conductrice profonde orientée N-S. La même hypothèse pourrait peut-être expliquer les valeurs anormalement faibles de la résistivité constatées pour les courtes périodes lors du sondage MT de Kaédi.

- MAURITANIE. Les dépouillements ne permettent pour l'instant aucune conclusion. Il semblerait que les conditions à M'Bout ressemblent à celles de Kédougou.

PROJET ACTUEL

Deux sortes d'anomalies peuvent donc être étudiées :

- l'effet du bord de mer, au voisinage plus ou moins immédiat de la côte,

- une anomalie profonde, celle liée à l'axe gravimétrique de l'est du Sénégal.

D'autre part, dans une telle étude, les sondages géomagnétiques et magnéto-telluriques doivent être considérés comme complémentaires. Il conviendrait donc d'ajouter, au moins à certaines stations, un enregistreur tellurique, qui permettrait, outre la réalisation de sondages MT, d'étudier l'importance de l'effet du bord de mer ou des anomalies profondes sur les courants telluriques.

Profils. On peut en envisager plusieurs; leur choix est prématuré actuellement et leur extension sera à décider en cours de Campagne, au fur et à mesure des résultats :

1) de M'Bour par Kaolack, Tambacounda à Kayes et éventuellement au-delà,

...

2) ou bien, de l'embouchure de la Casamance par Kolda et Kédougou vers Bamako,

3) de Linguère, par Matam ou Kaédi, à Kiffa,

4) éventuellement un profil plus au nord, pour étudier l'extension de cette anomalie.

Appareillage.

- les variographes Askania et ensembles barre-fluxmètres de la mission du Tchad,
- 2 enregistreurs La Cour pour les enregistrements telluriques, ou bien des enregistreurs donnant des vitesses supérieures.

Dépouillements et méthodes d'analyse.

Evoqués pour mémoire; à prévoir cependant en temps utile, car leur choix impose certaines normes d'enregistrement.

28.2.69

Station	Enregistrement	Périodes	Méthodes	Résultats préliminaires
M'BOUR et environs				
M'Bour	La Cour	10à60 min,ssc,si	PARKINSON	10 min: b = 0,34 direction: 280° 20 min: b = 0,50 " : 280° 30 min: b = 0,50 " : 280° 40 min: b = 0,50 " : 280° 60 min: b = 0,57 " : 280° ssc : b = 0,09 " : 190° ? si : b = 0,26 " : 280°
Fouly	Askania GV3	id.	id.	en cours
Thiadiaye	"	id.	id.	
Sangué	"	id.	id.	
SENEGAL ORIENTAL				
Tambacounda	Askania GV3	10à40 min,ssc,si baies etc.	PARKINSON UNTIEDT	moyenne: b = 0,42 direction: 270° " a = 0,37 " 90±10°
Niokolo-Koba	"	baie	UNTIEDT	a = 0,31 " 80°
Kédougou	"	10à60 min baies etc.	WIESE UNTIEDT	moyenne a = 0,27 " 0° T=12 min a = 0,35 " 0° T=15 min a = 0,27 " 0° T=25 min a = 0,30 " 330° T=40 min a = 0,40 " 120°
Kéniéba	Askania GV3	10à40 min,ssc,si 10à60 min baies etc.	PARKINSON WIESE UNTIEDT	moyenne: b = 0,36 direction: 280° " a = 0,33 " 260 " a = 0,38 " 90° "T=1h a = 0,46 " 90°
Bafoulabé	"	10à40 min,ssc,si baies	PARKINSON UNTIEDT	moyenne: b = 0,42 direction: 265° " a = 0,30 " 90°
MAURITANIE				
M'Bout	Askania GV3	10à40 min,ssc,si	PARKINSON	moyenne: très variable, ressemble à Kédougou ?
Mondjeria	"	enregistrements difficilement exploitables.		
Aleg	"			

Sur l'orientation du vecteur de Parkinson à l'observatoire de M'Bour (côte sud du bassin sédimentaire du Sénégal)

Par Yves ALBOUY et Hans G. BARSCZUS

Résumé. Le comportement du vecteur de Parkinson a été étudié à l'observatoire de M'Bour, situé sur la côte sud du bassin sédimentaire du Sénégal, pour les variations du champ géomagnétique de 10, 20, 30, 40 et 60 min de durée, ainsi que pour les débuts d'orages ssc. L'orientation du vecteur varie entre 280° (pour les ssc) et 265° (pour les variations de 60 min de durée), le module du vecteur entre 0,17 (ssc) et 0,37 (60 min). Dans 3 stations temporaires peu distantes de M'Bour, l'orientation et le module de chaque vecteur sont en moyenne comparables à celui obtenu à M'Bour. On met le comportement des vecteurs en relation avec un canal conducteur situé dans le manteau supérieur.

Les enregistrements des variations géomagnétiques obtenus à l'aide de variomètres La Cour à l'observatoire géomagnétique de l'O.R.S.T.O.M. à M'Bour (Sénégal) et d'un variographe Askania en 3 stations temporaires distantes de quelques dizaines de km de cet observatoire, ont été analysés suivant la méthode décrite par PARKINSON (1) pour la détermination et étude d'une "flèche d'induction" (UNTIEDT, 2).

Le tableau 1 résume les coordonnées de ces points d'observation, les époques d'enregistrement et les caractéristiques des systèmes d'enregistrement employés.

Station	Coord. géogr. lat. N	long. W	Instr.	Période enreg.	Sensibilité (γ/mm) H	D	Z
M'Bour	14°23'	16°57'	La Cour 1	1958-59	6,6	8,3	6,3
			"	1960,1-3	6,6	8,3	6,3
			La Cour 2	1967	4,4	8,3	6,3
Louly	14 26	16 50	Askania	28.6. au 27.7.60	3,40	4,71	3,03
Thiadiaye	14 25	16 42	Askania	1.8. au 20.8.60	3,38	4,51	3,24
Sangué	14 43	16 53	Askania	23.8. au 12.9.60	3,27	4,53	3,13

Tableau 1

Le tableau 2 indique le nombre de mesures (ou de "phénomènes") qui a été utilisé pour chaque intervalle de durée des variations (sec, 10 à 60 min).

Station	Nombre de lectures							Total
	si	sec	10	20	30	40	60	
M'Bour	-	54	56	84	83	65	55	399
Louly	2	-	8	16	13	6	-	45
Thiadiaye	2	1	17	10	7	-	-	37
Sangué	-	1	10	13	16	-	-	40

Tableau 2

La figure 1 donne un exemple de diagramme polaire suivant Parkinson, pour les variations de 40 min de durée. On voit qu'ici le vecteur n'est pas exactement orienté dans le sens E-W magnétique. - L'ensemble des résultats, obtenus graphiquement à l'aide de diagrammes identiques pour les différents groupes de durées, est représenté dans le tableau 3, donnant la direction et le module du vecteur de Parkinson.

Station		Phénomènes						Moyenne
		sec	10	20	30	40	60	
M'Bour	D	280°	275°	275°	270°	265°	265°	270°
	M	0,17	0,34	0,42	0,42	0,50	0,57	0,42
Louly	D							270°
	M							0,42
Thiadiaye	D							255°
	M							0,42
Sangué	D							265°
	M							0,46

D = azimuth géographique du vecteur, M = module du vecteur

Tableau 3

Les résultats concernant M'Bour ont été portés sur une carte (figure 2) représentant la région comprise entre le fleuve Sénégal et les Iles du Cap Vert. La flèche 1 sur la figure 2 représente le vecteur de Parkinson pour les sec, les flèches 2, 3 et 4 correspondent à ceux des "variations" de 10 et 20, 30, et 40 et 60 mn de durée.

On peut constater que la direction et la grandeur du vecteur dépendent nettement de la durée ou "période" des variations utilisées. Le vecteur obtenu d'après les variations de durée plus courte pointe directement sur la région des Iles du Cap Vert, on peut y voir l'effet du canal séparant ces îles du continent africain et signalé par LE BORGNE et SIBUET (3). Au fur et à mesure que les variations sont plus lentes, le vecteur de Parkinson tourne vers des profondeurs océaniques plus grandes suivant la théorie de PARKINSON (1). LE BORGNE et SIBUET (3) constatent cependant que la direction et le module du vecteur sont pratiquement indépendantes de la durée des variations aux observatoires d'Almeria et de Tenerife, tandis qu'à l'observatoire marocain d'Averroës son module tend à augmenter lorsque la durée augmente. Cette dernière observation est très nettement confirmée par le comportement des vecteurs à M'Bour.

Le comportement des vecteurs moyens des stations temporaires est comparable à celui de M'Bour, bien que la direction de la flèche d'induction semble tourner davantage vers le SW, tandis que le module des vecteurs aux stations de Louly et de Thiadiaye est égal au module du vecteur moyen de M'Bour. Cela indiquerait que l'effet observé dans la région de M'Bour ne puisse être imputé aux seuls courants induits circulant dans la mer: la station de Thiadiaye est suffisamment éloignée de la côte (25 km) pour que l'effet de ces courants doive être considérablement affaibli. D'autre part le site de M'Bour, comparable à celui de Barrow étudié par WESCOTT (4), n'offre qu'un très faible contraste de résistivité terre-mer - les sédiments épais de plus de 4000 mètres présentent une résistivité moyenne de 3 ohm-m - face à une mer peu profonde: la pente du fond marin est de l'ordre de 3 %. Dans ce cas là, suivant les conclusions de WESCOTT (4), les courants induits dans la mer sont trop faibles pour donner lieu à un effet de bord de mer. Pour expliquer l'effet observé dans la région de M'Bour, il faudrait donc supposer, d'accord avec LE BORGNE et SIBUET (3), que le canal conducteur se trouve à l'intérieur du manteau supérieur.

(5)

L'effet d'un tel canal pourrait s'étendre bien au-delà de la station de Thiadiaye. Il convient cependant de se garder d'une conclusion trop hative vu le peu de données provenant des stations temporaires. De nouvelles études devront préciser ce premier résultat.

(1) W.D.PARKINSON, Geoph.J., 6, 1962, p. 441-449

(2) J.UNTIEDT, Nachr.Akad.Wiss.Göttingen, Math.-phys. Kl., 1964, p. 1-24

(3) R. LE BORGNE et C.SIBUET, C.R.Acad.Sci.Paris, 267, 1968, p. 1113-1116

(4) E.WESCOTT, J.Geoph.Res., 72, 1967, p. 1959-1969

(Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Centre de Géophysique de M'Bour, Sénégal)

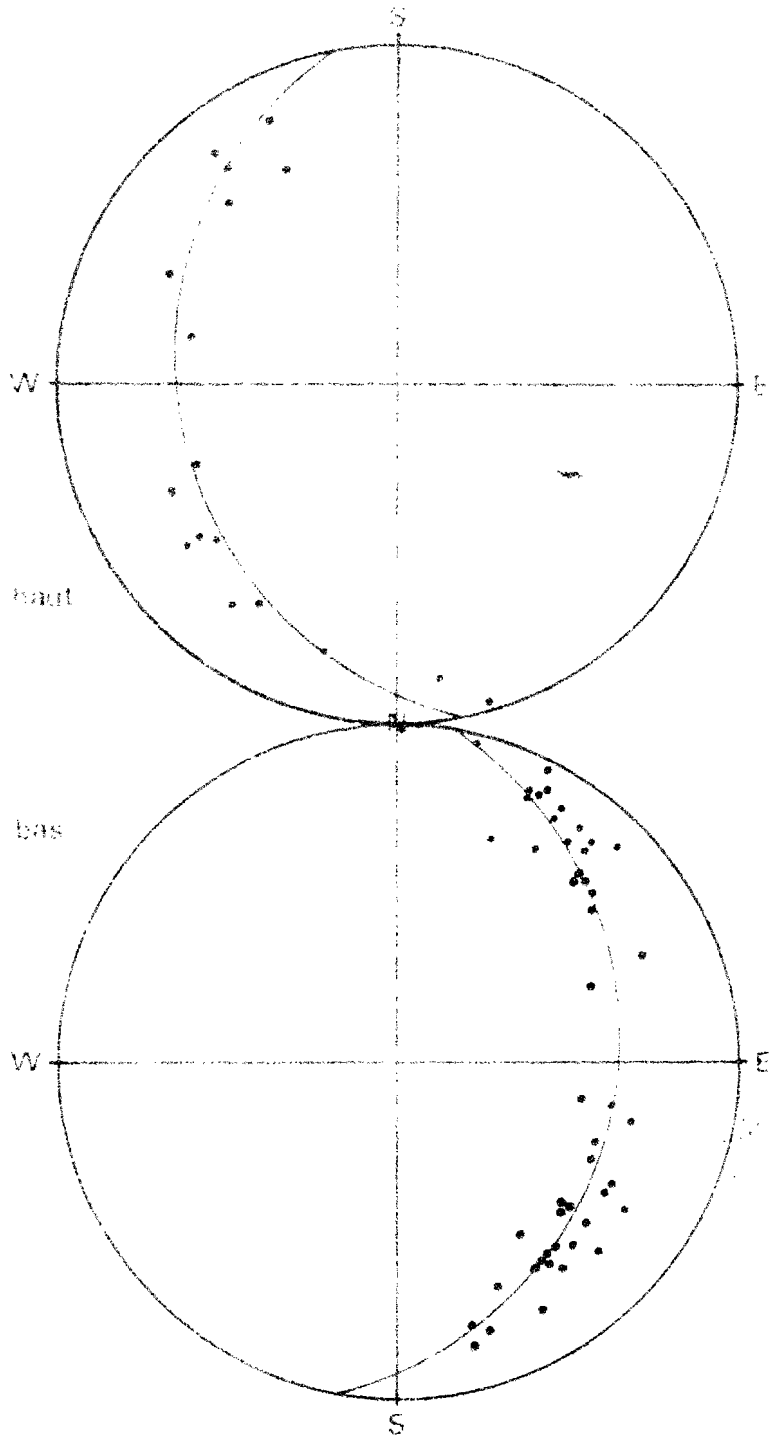
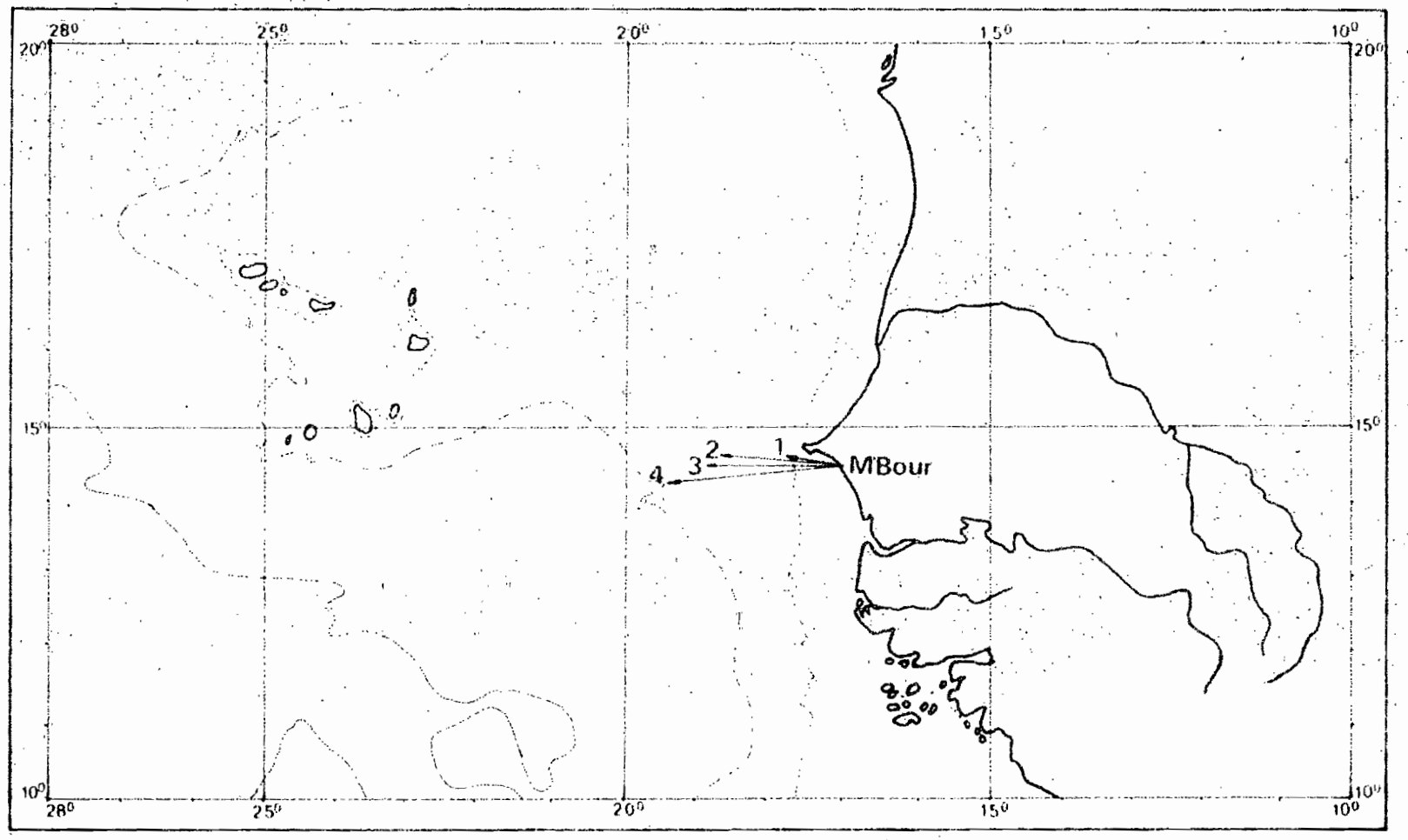


Figure 1



Longueur du vecteur unité

5000 m 4000 m 1000 m

Courbes bathymetriques

Figure 2

Bibliographe limitée (en grande partie déjà consultée)

ASHOUR,A.A.- The coast-line effect on rapid geomagnetic variations. Geoph. J. roy. astr. Soc., 10. 2. (1965) 147-161.

BODEN,R.B.- The effect of an ocean on magnetic diurnal variations.

CANER,B., et W.H.CANNON - Geomagnetic depth-sounding and correlation with other geophysical data in western north America. Nature, 207. 5000. (1965) 927-929.

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

DE MIGUEL,L. - Estudio de anomalias magneticas profondas en la peninsula iberica. Instituto Geogr. Catastr., Madrid, 1969, 16p.

EVERETT,J.E., et R.D.HYNDMAN - Geomagnetic variations and electrical conductivity structure in South-Western Australia. Phys. Earth Planet. Interion, 1.1. (1967) 24-34.

FANSELAU,G. - The use of range differences for the interpretation of conductivity anomalies. Phys. Earth Planet. Int., 1. (1968) 177-180.

FONTAINE,H., E.LE BORGNE, J.LE MOUEL et J.C.ROSSIGNOL - Les variations transitoires de l'intensité du champ magnétique terrestre sur le territoire de la France continentale. C.R. Acad.Sci. Fr., 260. (1965) 261-264.

FONTAINE,H., E.LE BORGNE, J.LE MOUEL et J.C.ROSSIGNOL - Sur les variations d'agitation du champ magnétique terrestre en Bretagne. C.R. Acad.Sci.Fr., 261.8.(1965), 1887-1890.

GIORGI,M., et I.YOKOYAMA - Anomalies of geomagnetic variations observed at Maddalena Island, Sardinia, and their arobable causes.Quaderni de "La Ricerca Scientifica", 44, (1968) 25p.

HERMANCE,J.F. - Model studies of the coast effect on geomagnetic variations. Can. J. Earth Sci., 5. 3.pt.1 (1968) 515-522.

KERTZ,W. - The conductivity anomaly in the upper mantle found in Europe. J. Geomagn. Geoelectr. Japan, 15.4. (1964) 185-192.

KNÖDEL,K. - Richtungsbestimmungen aus geomagnetischen Sq-variationen mit induktionspfeilen nach WIESE. Gerl. Beitr. Geoph., 76.1. (1967) 29-33. (Trad.franç.ORSTOM M'Bour).

KNÖDEL,K. - A comprehensive investigation into the Central European conductivity anomaly. Phys. Earth Planet.Inst., 1 (1968) 309-316.

LAMBERT,A., et B.CANER. - Geomagnetic "depth-sounding" and the coast effect in Western Canada. Can. J.Earth Sci., 2. 5. (1965) 485-509.

LAWRIE,J.A. - Directions of geomagnetic fluctuations near coastlines. New Zeal. J. Geol. Geoph., 8. 5. (1965) 869-884.

LE BORGNE,E., et C.SIBUET - Sur l'orientation du vecteur de PARKINSON dans les observatoires situés au Nord-Ouest de l'Afrique et au Sud de l'Espagne. C.R.Acad.Sci.Fr., 267B. (1968) 1113-1116.

MEYER,J. - Über die Richtungsveränderlichkeit des geomagnetischen Induktionspfeiles bei endlicher Leitfähigkeit.- Zeitschr. Geoph., 34. (1968) 195-221.

OSEMEIKHIAN,J.E.A., et J.E.EVERETT. - Anomalous magnetic variations in Southwestern Scotland. Geoph. J.roy.astr. Soc., 15. (1968) 361-366.

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.

PARKINSON,W.D. - Magnetic variations over the oceans. Geomagnetica, Lisboa, 1962, 97-108.

PARKINSON,W.D. - Conductivity anomalies in Australia and the ocean effect. J. Geomagn. Geoelectr. Japan, 15. 4. (1964) 222-226.

PRICE,A.T. - The theory of magnetotelluric methods when the source field is considered. J.Geoph. Res., 67. 5. (1962) 1907-1918.

PRICE,A.T. - A note on the interpretation of magnetic variations and magnetotelluric data. J. Geomagn. Geoelectr. Japan, 15. 4. (1964) 241-248.

RIKITAKE,T., et K.WHITHAM. - Interpretation of the Alert anomaly in Geomagnetic variations. Can. J. Earth Sci., 1. 1. (1964) 35-62.

RIKITAKE,T. - Electromagnetism and the earth's interior. Elsevier Publ. Co., 1966, 308 p.

RIKITAKE,T. - Theoretical magnetograms for SSC when the ocean effect is considered. Geoph. J.roy. astr.Soc., 15. (1968) 79-

RITTER,E., et H.WIESE. - Elektrische Leitfähigkeitsverhältmisse des Untergrundes in Mittel-und Sudosteuropa, erschlossen aus magnetischen-und tellurischen Variationen. Freiberger Forsch:H. C174, (1965) 73-82.

SCHEUBE,H.G. - An evaluation method for geomagnetic deep sounding, its derivation and practical use. Geoph.Prospc., 14. 2. (1966) 149-167.

SCHMUCKER,U. - Anomalies of geomagnetic variations in the Southwestern United States. J. Geomagn. Geoelectr. Japan, 15. 4. (1964) 193-221.

SIMEON,G., et A.SPOSITO. - Anomalies in geomagnetic variations in Italy. J. Geomagn. geoelectr., Japan, 15. 4. (1964) 249-267.

TREUMANN,R. - Begründung für eine vereinfachte Methode zur Bestimmung des geomagnetischen Induktions-Pfeiles aus einer einzelnen Bai-Störung. Jahurbuch Niemegk, 1968, p.175 (trad.franç.ORSTOM M'Bour).

UNTIEDT,J. - Uber den linearen Zusammenhang zwischen den Komposanten erdmagnetischer Variationen und seine Bedeutung für die erdmagnetische Tiefensondierung. Nachr.Akad. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl., n°1 (1964) 24 p. (trad.franç. ORSTOM M'Bour).

VOPPEL,D. - Erdmagnetische Variationen auf ozeanischen Insseln. Deutsche Hydrogr. Zeitschr., 17. 4. (1964) 179-182.

WESCOTT,E. - Coastal effects in magnetic and telluric variations near a complex land, shelving seawater boundary. J. Geoph. Res., 72. 7. (1967) 1959-1969

WIESE,H. - Geomagnetische Tiefentellurik. Geomagn. Inst. Potsdam, Abhandlung n°36 (1965) 146 p. (trad.franç. ORSTOM M'Bour).

WIESE,H. - Geomagnetische Induktionspfeile und tektonische Grosstrukturen. Geoph. Geol. Deutschl., n°10 (1967) 3-13.

WILHJELM,J. - Non-random influence of external sources on a geomagnetic induction anomaly in the northern part of Greenland. Geoph. J.roy.astr.Soc., 16. (1968) 259-273.

WHITHAM,K., et F.ANDERSEN - The anomaly in geomagnetic variations at Alert in the Artic Archpelago of Canada, Geoph. J.roy.astr.Soc., 7. 2. (1962) 220-243.

WHITHAM,K. - An anomaly in geomagnetic variations at Mould Bay in the Arctic Archipelago of Canada. Geoph. J.roy. astr.Soc., 8. (1963) 26'43.

WHITHAM,K. - Anomalies in geomagnetic variations in the Arctic Archipelago of Canada. J. Geomagn. Geoelectr. Japan, 15. 4. (1964) 227-240.

WHITHAM,K. - Geomagnetic variation anomalies in Canada. J. Geomagn. Geoelectr. Japan, 17. 3.-4. (1965) 481-498.

On trouvera des renseignements bibliographiques très complètes dans les documents suivants :

RIKITAKE,T. - Electromagnetism and the earth's interior. Elsevier Publ. Co., 1966, 308 p.

FOURNIER,H. - Essai d'un historique des connaissances magnétotelluriques. Notes IPG N°17, 1966, 272 p.

BARSCZUS,H.G. - Bibliographie des variations rapides du champ géomagnétique 4 vol., 4500 références.