

VARIATIONS TELLURIQUES LENTES OBSERVÉES A M'BOUR (SÉNÉGAL)

J. METZGER

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER, PARIS

[Manuscrit présenté le 30 Juin 1977]

Des enregistrements continus de courants telluriques ont été réalisés au Centre Géophysique de l'O.R.S.T.O.M. à M'Bour (Sénégal) à partir de mai 1965. La présente note décrit l'installation et son fonctionnement et analyse les phénomènes de dérive qui ont été constatés. Les variations diurnes moyennes des deux composantes Nord-Sud et Est-Ouest pour chacun des mois des années 1966 à 1968, ainsi que leurs moyennes saisonnières et annuelles, sont présentées sous forme de tableaux horaires et de graphiques; on y ajoute un certain nombre de diagrammes polaires illustrant ces variations et quelques résultats donnés par l'analyse harmonique.

Situation géographique et géologique

L'observatoire où ont été effectués les enregistrements a pour coordonnées $14^{\circ}23'N$ et $16^{\circ}57'W$; il est situé sur la côte occidentale de l'Afrique, à 60 km à vol d'oiseau de la presqu'île du Cap-Vert et de Dakar et à environ 1 km de M'Bour, petite ville ne comportant pas d'installations industrielles gênantes. Le domaine de l'observatoire est en bordure immédiate de la mer; son altitude, de ce fait, est très faible: entre 3 et 4 m et l'électrode ouest, la plus proche du rivage, ne s'en trouve distante que de 80 m. La côte est sensiblement rectiligne et présente une orientation NW-SE.

Du point de vue géologique, cette région fait partie du vaste bassin sédimentaire du Sénégal, dont l'épaisseur, dans les environs de M'Bour, dépasse 4000 m; sur une grande étendue autour de l'observatoire, les terrains superficiels sont constitués de calcaires grossiers du paléocène, recouverts de sables argileux et d'alluvions éoliennes. Les résistivités électriques des couches de surface ont été mesurées par quelques sondages: les 10 ou 15 premiers mètres présentent des valeurs comprises entre 5 et 20 ohm · m; pour les profondeurs plus grandes on dispose d'une carte de résistivités apparentes en lignes de 6000 m, établie par la Compagnie Générale de Géophysique pour tout le Sénégal occidental (1): cette carte indique une résistivité de 10 à 12 ohm · m aux alentours de M'Bour et des valeurs généralement inférieures à 25 ohm · m dans toute la moitié ouest du bassin sédimentaire.

Le climat de la région, bien qu'adouci par la proximité de l'océan, est de type sahélien et se caractérise par une saison absolument sèche (octobre à juin), tempérée, puis chaude, suivie d'un été très pluvieux dont les précipitations, souvent orageuses, atteignent habituellement une hauteur totale de 800 à 1000 mm.

Installation et fonctionnement

Les deux lignes telluriques, d'une longueur de 500 m chacune, sont orientées selon les directions géographiques N-S et E-W; indiquons en passant que la déclinaison magnétique est d'environ 14° W. Les électrodes sont constituées de plaques horizontales de plomb, de 1,50 m sur 1 m, enfouies à 2 m de profondeur et elles sont reliées au dispositif d'enregistrement par un gros câble, de bonne isolation et légèrement enterré.

On a utilisé des galvanomètres SEFRAM, du type 140/1, présentant les caractéristiques suivantes:

période: 2,5 sec.

résistance interne: 30 ohms

résistance externe critique: 450 ohms

sensibilité: $2,7 \cdot 10^{-9}$ A/mm à 1 m.

Chacun des circuits comprenait en outre une résistance en série de 70 000 ohms, destinée à réduire l'effet des fluctuations éventuelles des résistances des électrodes et des lignes, ainsi qu'un dispositif anti-foudre à éclateurs et fusibles, analogue à celui qui est utilisé à l'observatoire de Dourbes (2).

L'enregistrement des variations telluriques, de même que des tops horaires, s'effectuait sur papier photographique grâce à un enregistreur La Cour, assurant un déroulement de 15 mm/h; on obtenait en outre le tracé d'une ligne de base par l'inscription d'un spot fixe. L'ensemble des dispositifs de contrôle et d'enregistrement a été installé à la station sismique de l'observatoire, situé à proximité du croisement des deux lignes telluriques; non loin de là se trouvait enterrée une cinquième électrode, identique aux prises terminales et utilisée pour le contrôle des électrodes de mesure.

Les étalonnages consistaient à introduire dans le circuit une (ou plusieurs) force électromotrice connue, au moyen d'un dispositif potentiométrique. Durant deux ans et demi les valeurs d'échelle, pour les deux lignes, étaient les suivantes:

NS: 1,62 EW: 1,42 mV/km/mm,

valeurs qui se sont révélées stables à 2% près lors d'étalonnages répétés régulièrement. En mai 1968, le montage a été modifié afin d'augmenter les sensibilités; les valeurs d'échelle sont alors devenues:

1,02 et 1,06 mV/km/mm.

Il était également possible, grâce à une dérivation sur les circuits, de mesurer directement les différences de potentiel entre les extrémités des lignes à l'aide d'un potentiomètre de prospection BRGM; ces mesures «absolues», effectuées de temps à autre, permettaient de vérifier les valeurs d'étalonnage et de contrôler les enregistrements.

Dérive des électrodes — Phénomènes parasites

Quelques indications ont été données plus haut sur le climat et le régime pluviométriques, qui peuvent influencer les enregistrements (3). Leur effet a pu être constaté au cours des essais préliminaires effectués en 1965 sur deux électrodes provisoires, constituées de quelques piquets d'acier plantés en surface. Leur différence de potentiel, restée stable en saison sèche, se mit à varier considérablement dès la première averse, puis présenta des fluctuations allant jusqu'à 100 mV durant toute la saison des pluies: c'était la manifestation de divers phénomènes parasites et complexes, tels qu'électrofiltration, modification de gradient thermique et de concentration ionique aux électrodes, ou encore variation importante de la résistance des prises de terre (peut-être insuffisamment amortie par la résistance en série).

Qu'en était-il des électrodes utilisées pour les enregistrements permanents et qui étaient enterrées? Elles aussi montraient chaque année une évolution irrégulière durant les mois de juillet à octobre ou novembre; les phénomènes parasites s'y manifestaient donc avec un retard d'environ un mois sur les pluies, ce qui pourrait être le temps mis par l'eau à atteindre la profondeur de 2 m. L'amplitude des fluctuations constatées demeurait en général inférieure à 25 mV, mais atteignit exceptionnellement 35 mV: elles restaient donc 3 à 4 fois plus faibles que celles qui avaient été observées avec les prises superficielles.

Outre les perturbations décrites ci-dessus, les dérives constatées sur les deux composantes présentèrent les caractères suivants: — la ligne NS accusa une variation importante mais uniforme durant les dix premiers mois de l'année 1966, puis resta stable pendant les deux années suivantes;

— une dérive saisonnière et régulière se manifesta sur la composante EW sous forme d'une ondulation s'étalant sur quelques mois et centrée sur la fin de décembre; la position de l'électrode ouest, proche du rivage, et le caractère bien tranché de la saison des pluies conduisent à penser qu'il peut s'agir de l'effet d'un flux et reflux annuels des infiltrations marines devant les nappes souterraines d'eau douce.

— sur la même composante apparaissaient parfois et en toute saison des oscillations d'amplitude et de période très variables (de 5 à 20 mV, de 4 à 15 jours); ne leur ayant trouvé aucune correspondance sur l'autre composante, ni dans le régime des marées, nous les considérons comme des fluctuations aléatoires, dues à une moindre qualité de l'une ou l'autre électrode de cette ligne.

On peut se demander dans quelle mesure ces phénomènes parasites affectent les résultats, lesquels ne portent dans la présente étude que sur des moyennes mensuelles; sauf exceptions — quelques jours à variation anormale ont été rejetés du calcul des moyennes —, il est justifié de considérer la dérive

comme approximativement linéaire sur une période de 24 h donnée. Elle se trouve donc éliminée, sans erreur résiduelle notable, par une correction linéaire qui sera décrite un peu plus loin.

Déponillement

Les enregistrements sont semblables aux magnétogrammes La Cour, mais comportent une ligne de base commune aux deux composantes. Le déponillement a consisté à lire, à l'aide d'une grille graduée en mV/km, les écarts moyens à la ligne de base par demi-heures successives; un tel intervalle, moitié de celui qui est habituellement utilisé en magnétisme lent, a été choisi en vue d'une analyse plus fine des variations telluriques (bien que les tableaux qui suivent ne donnent que des écarts horaires). Par sommation et division, il est alors aisé d'obtenir la variation diurne moyenne d'un mois ou d'une période donnée.

Un grand nombre de ces courbes moyennes reflétaient de façon plus ou moins prononcée l'effet de la dérive et accusaient une certaine pente moyenne, positive ou négative (par exemple de 3,8 mV/km sur 24 h pour le mois le plus perturbé). On les a donc corrigées linéairement, de manière à rendre égales les valeurs de 0 et 24 h, correction qui a été appliquée systématiquement pour tous les mois.

Résultats numériques et représentations graphiques

a) Tableaux des valeurs horaires; amplitude diurne

C'est en partant des nombres ainsi obtenus qu'ont été calculés, pour chaque mois, les écarts (semi-horaires) par rapport à leur moyenne, finalement

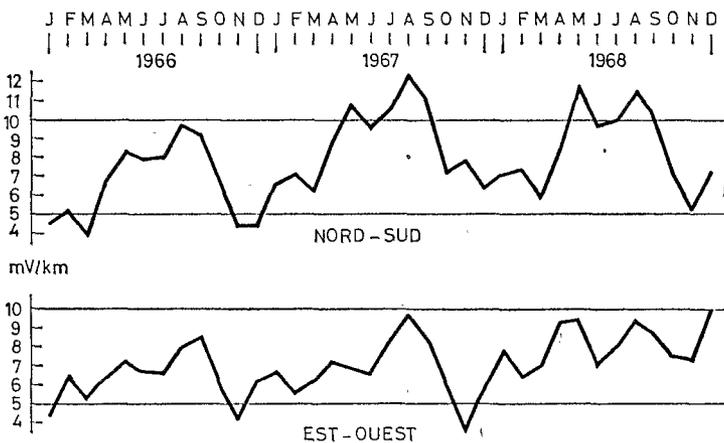
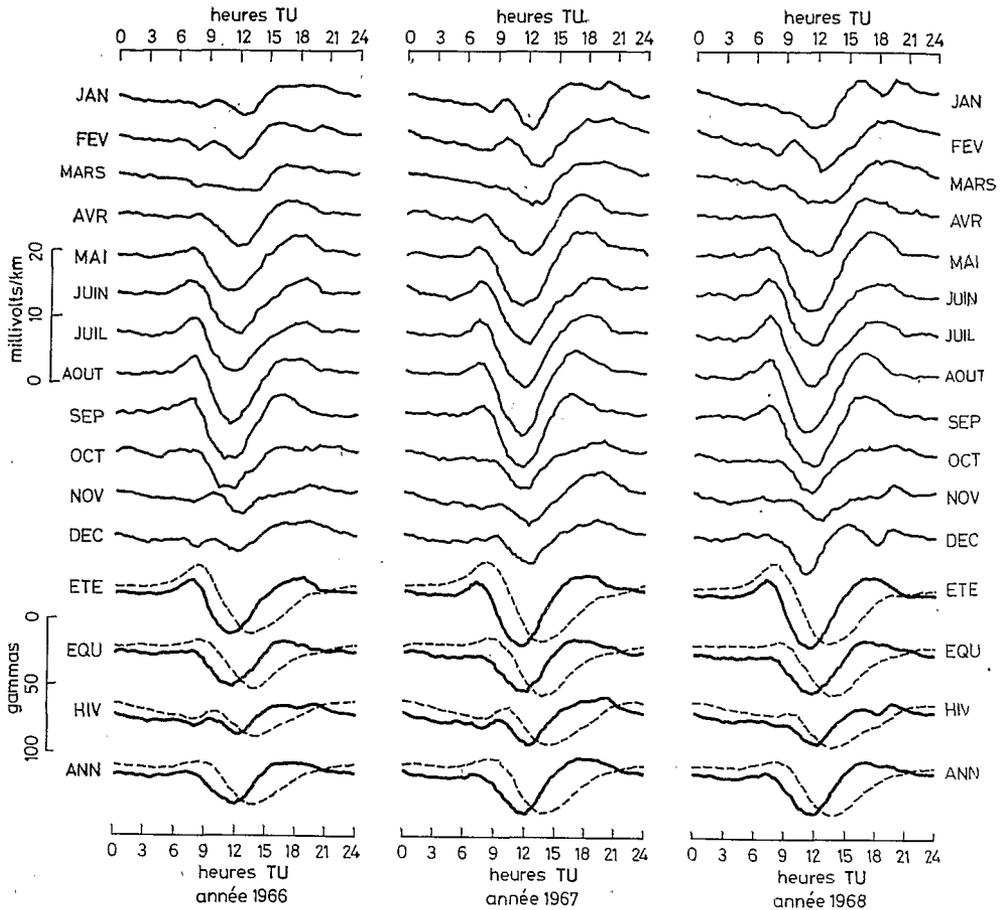


Fig. 1. Évolution annuelle de l'amplitude diurne des composantes telluriques NS et EW



M'Bour.- composante tellurique NS
(et composante magnétique EW)

Fig. 2. Variations diurnes des composantes tellurique NS et magnétique EW

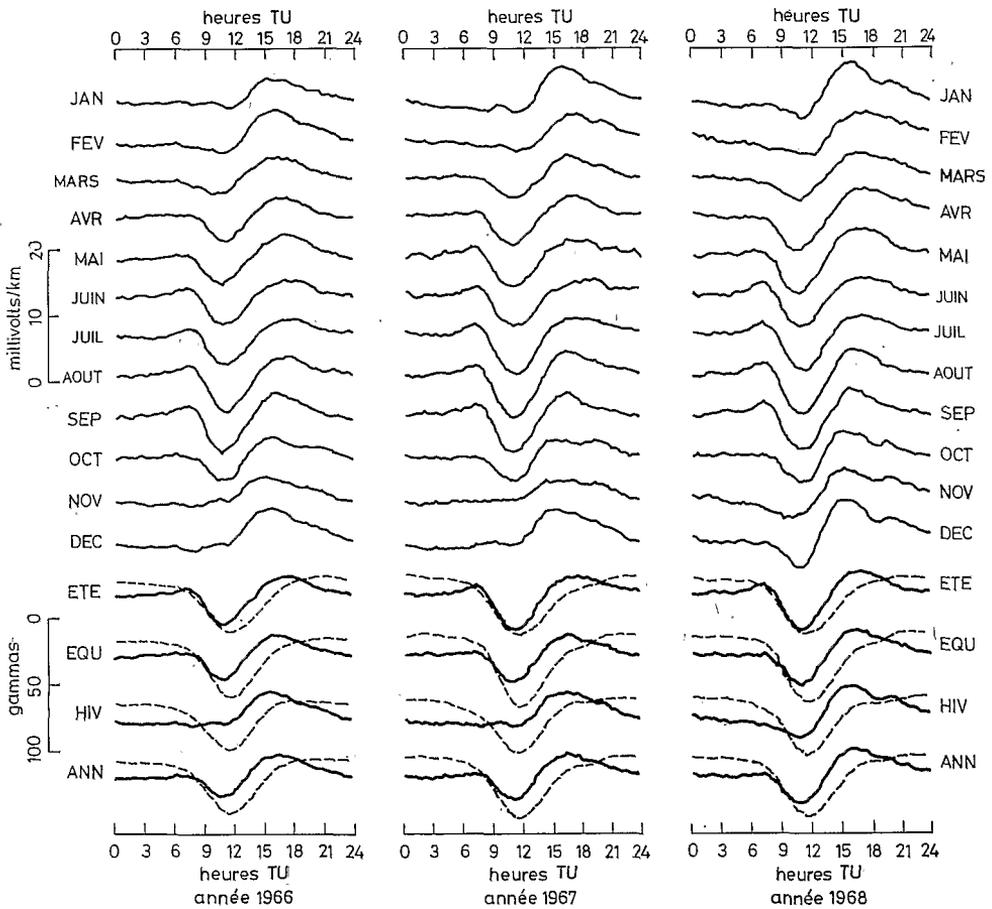
convertis en écarts horaires. Les tableaux I à VI donnent le résultat définitif des calculs, à raison d'un tableau par composante et par année (1966 à 1968); les valeurs y sont exprimées en 1/10 de mV/km et la convention de sens fait correspondre au signe + un courant tellurique dirigé vers le Nord ou vers l'Est. En plus des variations de chaque mois, les tableaux indiquent les variations moyennes saisonnières (été, équinoxe, hiver) et annuelles.

La dernière colonne donne l'amplitude diurne moyenne, dont l'évolution dans le temps est représentée par la figure 1. Malgré l'irrégularité de ces graphiques, on y discerne, pour chacune des composantes, une fluctuation annuelle, avec un minimum en hiver, ainsi qu'une lente croissance, certainement liée à la phase ascendante du cycle solaire consécutive au minimum de 1965.

b) Graphiques diurnes

Les figures 2 et 3 donnent une représentation graphique, avec un pas semi-horaire, des variations diurnes de chacune des moyennes mensuelles des deux composantes. Ce sont les courbes d'été qui illustrent le mieux les caractères essentiels de ces variations, qui peuvent se schématiser, pour les deux composantes, en un minimum très accusé vers midi, compris entre deux maxima, l'un vers 7–8 h, l'autre dans l'après-midi ou la soirée, les valeurs de nuit étant stables ou ne variant que faiblement. Minimum de midi et maximum du soir se produisent toujours sur l'élément E un peu plus tôt que sur l'élément N.

Outre une fluctuation annuelle de leur amplitude, signalée dans un paragraphe précédent, ces courbes subissent à partir de l'automne une évolu-



M'Bour - composante tellurique EW
(et composante magnétique NS)

Fig. 3. Variations diurnes des composantes tellurique EW et magnétique NS

tion pouvant se décrire ainsi: atténuation, puis disparition du maximum matinal et même du minimum de midi, mais persistance du maximum du soir. D'autres déformations concernent surtout la composante N: un minimum secondaire apparaît vers 8 h sur la plupart des courbes d'hiver des trois années; à la même saison, un dernier minimum, moins fréquent, se situe vers 18 h. Ce minimum secondaire du soir est également visible, mais légèrement plus tard, sur quelques courbes d'hiver de la composante E.

Aux valeurs saisonnières et annuelles, figurées par un trait renforcé, on a superposé en pointillé les moyennes magnétiques correspondantes, moyennes tirées des enregistrements La Cour de l'observatoire et rapportées aux axes géographiques. Il convient de noter que ces variations (et leur échelle) sont orientées positivement vers la bas des figures; en effet, les composantes magnétiques, normalement orientées vers le Nord et, pour M'Bour où la déclinaison est occidentale, vers l'Ouest, doivent être inversées toutes les deux pour respecter les lois de l'électromagnétisme et illustrer ainsi un certain parallélisme des deux phénomènes, étant entendu qu'à chaque élément tellurique correspond l'élément magnétique perpendiculaire. Précisons en outre que le rapport d'échelle de ces tracés est de 5 gammas pour 1 mV/km.

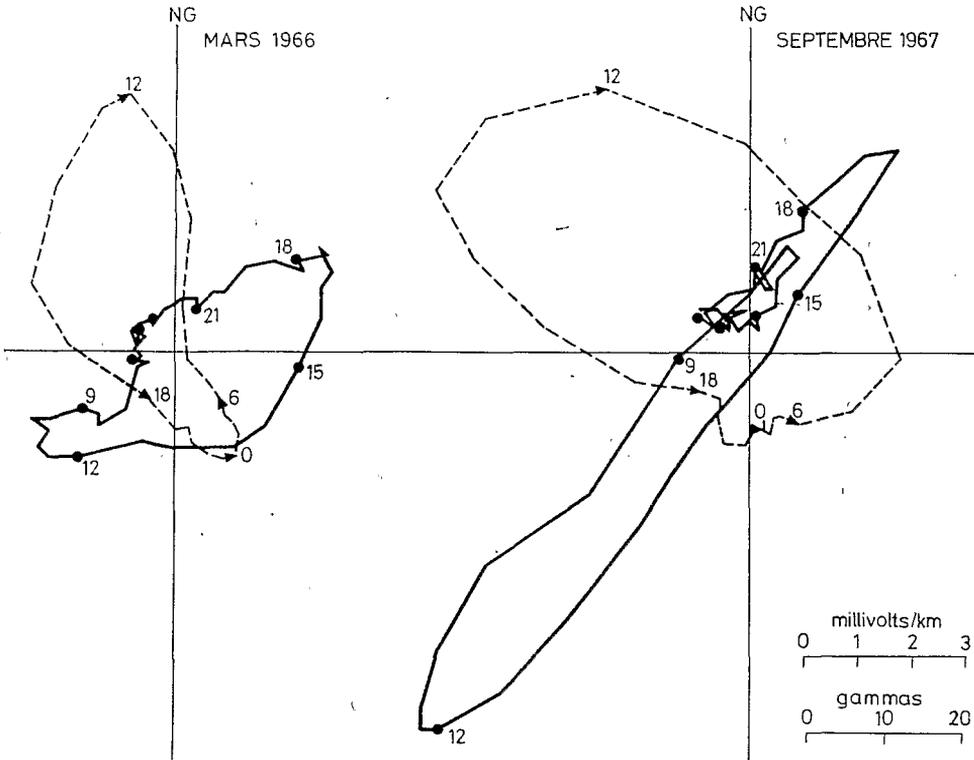


Fig. 4. Exemples de diagrammes polaires telluriques et magnétiques (moyennes mensuelles)

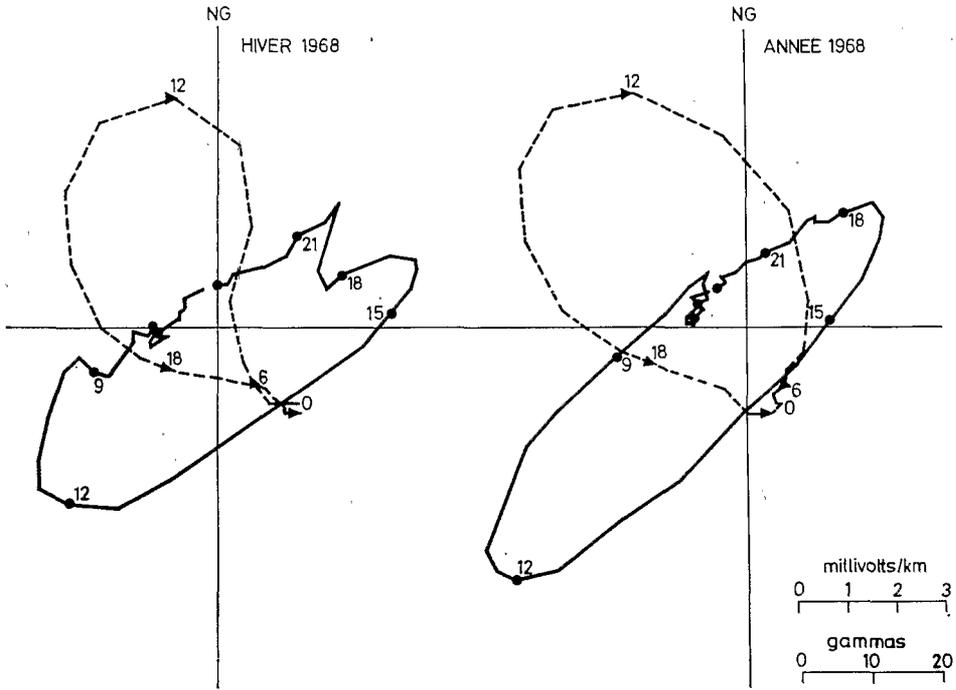


Fig. 5. Exemples de diagrammes polaires telluriques et magnétiques (moyennes saisonnière et annuelle)

c) Diagrammes polaires

Une illustration plus intéressante consiste à combiner les variations des deux composantes de chaque mois ou saison en diagrammes polaires (4); les figures 4 et 5 en montrent quelques exemples. Ces diagrammes sont tracés par intervalles semi-horaires et marqués toutes les 3 heures d'un point et de l'indication de l'heure (entre 9 et 21 h).

Leur forme générale s'apparente à celle d'une ellipse plus ou moins régulière et plus ou moins allongée, dont le grand axe est incliné de 40° en moyenne (avec des écarts de $\pm 10^\circ$) sur l'axe N-S géographique. Ces courbes sont parcourues dans le sens contraire des aiguilles d'une montre et la vitesse de parcours est rien moins qu'uniforme: elle est élevée pendant les heures de jour, entre les maxima du matin et du soir et très réduite durant la nuit. Les variations minimales que montraient les graphiques diurnes, généralement entre 21 et 7 h, rendent parfois le tracé à ces heures-là fort enchevêtré.

L'évolution saisonnière reflète avant tout la variation annuelle d'amplitude, qui entraîne un allongement considérable des courbes en été et à l'équinoxe d'automne (voir fig. 4); l'aplatissement des «ellipses» pourrait également dépendre du décalage horaire des extrema sur les deux composantes, mais ce

décalage est relativement constant en cours d'année. Le minimum de 8 h, signalé précédemment sur la composante N, est généralement peu discernable sur ces diagrammes, vu qu'il se superpose au reste du tracé; par contre, le minimum secondaire du soir, quand il apparaît sur les deux composantes, se traduit par une encoche plus ou moins large à l'extrémité NE de la courbe (voir, par exemple, la courbe d'hiver 1968, figure 5).

Ici encore, on a ajouté en pointillé les courbes correspondantes des variations magnétiques; elles sont dessinées par intervalles horaires, avec indication de l'heure toutes les 6 h, la correspondance d'échelle étant cette fois de 7 gammas pour 1 mV/km. Ces courbes sont nettement plus arrondies que les précédentes et elles sont piriformes pour les mois d'hiver et de printemps; on peut aussi leur appliquer ce qui a été dit plus haut sur le sens et la vitesse de parcours. La différence essentielle entre les deux types de courbes réside dans l'orientation respective de leurs grands axes, qui sont le plus souvent sensiblement orthogonaux: leur écart est d'environ 80° en été, 100° aux mois d'équinoxe et plus élevé ou incertain en hiver.

d) Analyse harmonique

Toutes les moyennes mensuelles et saisonnières ont également été développées en série de Fourier. Nous donnons ci-après les principaux résultats (onde diurne et deux premiers harmoniques) concernant les variations saisonnières et annuelle de l'année 1968; les demi-amplitudes sont exprimées en mV/km, les phases en degrés.

		Demi-amplitudes			Phases		
Comp. N:	Été	2,36	2,82	1,67	109	-83	102
	Équinoxe	2,15	1,81	0,97	120	-88	88
	Hiver	1,70	0,95	0,56	125	-98	98
	ANNÉE	2,06	1,85	1,07	118	-87	97
Comp. E:	Été	1,82	2,29	1,25	134	-67	117
	Équinoxe	2,07	1,88	0,95	150	-60	123
	Hiver	2,66	1,34	0,83	170	-46	136
	ANNÉE	2,11	1,81	1,00	154	-60	123

On notera les comparaisons suivantes, qui se vérifient également les autres années: pour les deux composantes l'onde semi-diurne est presque égale à la diurne pour l'année et l'équinoxe, elle lui est même un peu supérieure en été, mais très inférieure (environ la moitié) en hiver; les phases varient relativement peu d'une saison à l'autre. Les amplitudes des harmoniques suivants décroissent très rapidement, tandis que leurs phases montrent, pour les différents mois, une dispersion de plus en plus grande.

Tableau I

M'BOUR (SÉNÉGAL)		VALEURS HORAIRES										
H.TU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Janvier	2	-2	-4	-6	-6	-5	-6	-11	-12	-5	-8	
Février	2	-1	-2	-4	-5	-3	-5	-15	-14	-7	-16	
Mars	6	5	2	1	0	-1	-3	-12	-12	-13	-17	
Avril	6	7	4	2	1	1	0	3	1	-11	-26	
Mai	4	4	1	1	3	5	9	14	0	-28	-46	
Juin	7	6	6	5	6	11	21	25	12	-24	-42	
Juillet	8	7	4	1	3	6	18	29	15	-23	-45	
Août	5	4	5	7	6	8	18	31	14	-25	-56	
Septembre	7	4	9	8	12	13	20	27	3	-37	-59	
Octobre	11	12	6	1	3	8	10	8	4	-24	-47	
Novembre	6	5	0	-4	-2	-3	-5	-9	-4	4	0	
Décembre	0	-2	-8	-8	-7	-5	-5	-13	-13	-5	-9	
Été	6	5	4	3	4	8	16	25	10	-25	-47	
Équinoxe	8	7	5	3	4	5	7	7	-1	-21	-37	
Hiver	2	0	-4	-5	-5	-4	-5	-12	-11	-3	-8	
Année	5	4	2	0	1	3	6	6	0	-16	-31	

Tableau II

M'Bour (Sénégal)		Valeurs horaires en 1/10										
H. TU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Janvier	-8	-9	-10	-9	-8	-7	-6	-9	-10	-8	-10	
Février	-11	-13	-13	-13	-11	-11	-10	-16	-18	-19	-25	
Mars	-5	-7	-7	-7	-7	-7	-6	-12	-15	-24	-24	
Avril	-2	0	-1	1	1	1	2	3	-5	-25	-36	
Mai	-6	-3	-3	-3	-1	-1	3	1	-13	-32	-41	
Juin	0	-1	1	2	3	4	10	11	-4	-28	-41	
Juillet	0	-1	-3	-4	-1	1	7	11	1	-27	-41	
Août	1	0	2	3	4	6	11	15	1	-29	-50	
Septembre	-1	-3	2	2	5	6	12	15	-2	-36	-51	
Octobre	-3	-2	-2	-2	-1	1	2	-1	-7	-24	-35	
Novembre	-10	-10	-12	-15	-14	-13	-13	-15	-14	-9	-5	
Décembre	-14	-17	-19	-18	-19	-18	-18	-23	-22	-16	-12	
Été	-1	-1	-1	-1	1	3	8	10	-4	-29	-43	
Équinoxe	-3	-3	-2	-1	-1	0	3	1	-7	-27	-37	
Hiver	-11	-12	-13	-14	-13	-12	-12	-16	-16	-13	-13	
Année	-5	-6	-5	-5	-4	-3	-1	-2	-9	-23	-31	

en 1/10 mV/Km													Composante N—1966	
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Amp	
-20	-25	-18	1	13	17	18	19	19	17	12	8	4	44	
-30	-26	-7	12	21	21	17	9	13	18	12	6	4	51	
-20	-17	-18	-9	9	17	18	16	13	10	10	8	6	38	
-41	-42	-26	-5	12	24	26	22	14	7	8	7	5	68	
-49	-41	-26	-4	9	22	32	33	24	11	10	9	5	82	
-50	-48	-29	-14	-2	12	22	28	22	8	6	7	7	78	
-50	-45	-27	-10	1	10	18	23	17	9	10	12	10	79	
-66	-54	-33	-6	14	24	25	27	16	11	11	8	7	97	
-59	-51	-25	2	27	33	28	16	9	5	3	2	2	92	
-49	-32	-21	-5	10	15	12	12	12	18	14	15	8	67	
-20	-26	-13	-3	1	3	6	12	17	13	10	7	5	43	
-19	-21	-12	0	12	19	19	18	22	17	11	7	3	43	
-54	-47	-29	-8	6	17	24	28	20	10	9	9	7	82	
-42	-36	-23	-4	15	22	21	17	12	10	9	8	5	64	
-22	-25	-12	2	12	15	15	14	18	16	11	7	4	43	
-40	-36	-21	-3	11	18	20	20	17	12	10	8	5	60	

mV/Km													Composante E—1966	
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Amp	
-16	-8	5	22	27	25	22	14	8	6	0	-2	-5	43	
-22	-9	12	31	39	39	31	19	16	11	3	-4	-6	64	
-20	-3	8	20	27	28	25	21	11	5	3	-1	-4	52	
-35	-20	-3	10	22	28	27	22	11	2	1	-1	-2	64	
-34	-20	-3	13	22	30	31	27	20	9	5	2	-3	72	
-39	-29	-10	6	15	21	23	25	18	8	4	1	1	66	
-41	-32	-12	4	16	22	24	24	18	11	8	7	6	65	
-51	-37	-18	6	20	26	29	23	14	8	8	5	4	80	
-46	-30	-8	14	29	34	28	19	12	5	-1	-1	-5	85	
-35	-19	1	18	25	22	15	12	14	13	7	4	-2	60	
-8	4	19	27	27	23	19	14	12	7	0	-6	-8	42	
-11	2	21	35	39	37	30	20	17	12	4	-2	-9	62	
-41	-29	-11	7	18	25	27	25	17	9	6	4	2	70	
-34	-18	0	16	26	28	24	18	12	6	3	0	-3	65	
-14	-3	14	29	33	31	25	17	13	9	2	-3	-7	49	
-30	-17	1	17	26	28	25	20	14	8	4	0	-3	59	

Tableau III

M'Bour (Sénégal)		Valeurs horaires en 1/10									
H. TU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Janvier	6	1	-1	-3	-5	-6	-6	-14	-15	-1	-16
Février	7	1	-3	-6	-6	-8	-12	-16	-13	0	-6
Mars	7	6	3	1	-1	-2	-5	-10	-10	-14	-22
Avril	9	11	5	1	1	-1	-1	7	-4	-25	-37
Mai	6	8	3	3	4	6	12	16	-5	-43	-64
Juin	14	8	6	2	1	6	17	26	9	-28	-50
Juillet	9	5	4	5	3	7	18	26	4	-34	-60
Août	9	7	7	6	5	8	18	24	2	-42	-72
Septembre	8	7	7	6	5	5	12	19	5	-33	-61
Octobre	10	8	3	-2	-2	1	1	-2	-3	-13	-33
Novembre	6	0	-3	-8	-9	-8	-11	-16	-11	-8	-19
Décembre	4	0	-4	-5	-5	-5	-5	-4	0	-1	-21
Été	10	7	5	4	3	7	16	23	2	-37	-61
Équinoxe	8	8	4	1	1	1	2	3	-3	-21	-38
Hiver	6	1	-3	-5	-6	-7	-8	-12	-10	-3	-15
Année	8	5	2	0	-1	0	3	5	-3	-20	-38

Tableau IV

M'Bour (Sénégal)		Valeurs horaires en 1/10									
H. TU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Janvier	-7	-10	-13	-16	-16	-17	-17	-22	-21	-13	-20
Février	-6	-9	-10	-11	-8	-10	-11	-16	-16	-13	-17
Mars	-3	-2	-3	-2	-1	1	-1	-4	-9	-23	-31
Avril	0	3	0	0	2	5	4	4	-11	-31	-42
Mai	-1	3	-3	1	6	6	11	10	-8	-33	-45
Juin	4	-3	1	0	2	4	10	11	-3	-30	-42
Juillet	5	2	2	2	1	6	13	14	-3	-34	-54
Août	-1	-1	0	3	3	6	12	13	-4	-41	-62
Septembre	0	2	4	3	6	8	12	15	0	-33	-52
Octobre	0	-3	-3	-5	-4	-2	-1	-2	-11	-27	-36
Novembre	-11	-14	-14	-13	-12	-9	-10	-11	-10	-8	-8
Décembre	-15	-18	-21	-20	-21	-20	-20	-15	-12	-11	-15
Été	2	0	0	1	3	6	12	12	-5	-34	-51
Équinoxe	-1	0	0	-1	1	3	3	3	-8	-29	-40
Hiver	-10	-13	-14	-15	-14	-14	-14	-16	-14	-11	-15
Année	-3	-4	-5	-5	-4	-2	0	0	-9	-25	-35

mV/Km													Composante N — 1967	
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Amp	
-38	-43	-16	8	19	22	22	13	22	23	14	6	5	66	
-24	-40	-37	-17	-1	15	28	26	31	29	23	18	11	71	
-33	-36	-34	-11	8	20	24	26	26	22	16	11	6	62	
-49	-51	-35	-8	17	33	37	32	20	11	10	9	8	88	
-67	-61	-38	-6	18	37	39	40	27	21	17	14	13	107	
-63	-62	-36	-12	-1	11	23	32	31	20	16	16	17	95	
-69	-62	-33	-4	13	26	33	35	29	14	10	11	9	104	
-83	-66	-29	3	25	40	38	29	21	14	12	13	10	123	
-71	-59	-25	5	27	38	30	22	14	14	11	8	6	109	
-45	-37	-18	-1	7	11	16	21	27	22	14	8	8	72	
-33	-38	-29	-10	1	17	29	33	40	33	21	13	10	78	
-33	-37	-21	-6	7	12	19	24	27	22	14	10	7	64	
-71	-63	-34	-5	14	29	33	34	27	17	14	13	12	105	
-49	-46	-28	-4	15	25	27	25	21	17	13	9	7	76	
-32	-40	-26	-6	6	17	25	24	30	27	18	12	8	70	
-51	-49	-29	-5	12	24	28	28	26	20	15	11	9	79	

mV/Km													Composante E — 1967	
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Amp	
-23	-14	13	33	43	41	33	21	17	12	4	-3	-6	66	
-22	-18	-7	9	22	31	33	22	21	20	10	4	0	55	
-31	-19	-6	13	25	31	25	18	16	11	3	-3	-3	62	
-39	-26	-7	10	22	30	29	22	14	7	2	0	0	72	
-42	-31	-11	8	16	24	22	24	14	12	8	5	4	69	
-43	-34	-15	3	9	17	21	23	23	13	10	9	11	66	
-57	-43	-17	6	19	25	26	25	20	14	11	10	8	83	
-61	-42	-12	14	30	35	30	23	18	12	10	9	4	97	
-53	-34	-8	13	27	31	21	14	10	9	5	0	-1	84	
-36	-19	6	22	22	19	16	19	22	15	6	1	1	58	
-8	0	12	21	22	22	20	14	17	11	3	-5	-8	36	
-13	2	24	38	38	33	29	21	18	11	4	-7	-11	59	
-51	-38	-14	8	19	25	25	24	19	13	10	8	7	76	
-40	-25	-4	14	24	28	23	18	15	11	4	0	-1	68	
-16	-7	10	25	31	32	29	20	18	13	5	-3	-6	48	
-35	-23	-2	16	25	28	25	21	18	12	6	2	0	63	

Tableau V

M'Bour (Sénégal)		Valeurs horaires en 1/10									
H. TU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Janvier	10	6	1	-3	-6	-5	-7	-9	-19	-18	-29
Février	11	5	4	-3	-6	-5	-9	-17	-17	0	-10
Mars	6	6	4	1	-2	-1	-9	-12	-7	-13	-27
Avril	7	5	4	3	3	6	5	9	-8	-27	-41
Mai	6	7	6	9	6	11	18	19	-3	-42	-68
Juin	6	9	9	4	8	11	24	32	10	-28	-57
Juillet	5	3	3	1	4	8	23	34	10	-26	-55
Août	6	5	4	3	5	14	23	30	5	-43	-71
Septembre	4	6	5	6	3	6	15	22	6	-31	-55
Octobre	8	4	0	-1	-1	0	1	0	0	-15	-36
Novembre	5	3	-2	-7	-2	1	5	0	0	1	-7
Décembre	2	0	-1	1	6	8	5	7	-1	-14	-43
Été	6	6	6	4	6	11	22	29	5	-35	-63
Équinoxe	7	5	3	2	1	2	3	5	-2	-22	-40
Hiver	7	4	0	-3	-2	0	-2	-5	-9	-8	-22
Année	6	5	3	1	2	4	8	10	-2	-21	-42

Tableau VI

M'Bour (Sénégal)		Valeurs horaires en 1/10									
H. TU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Janvier	-11	-11	-15	-15	-17	-15	-14	-14	-20	-24	-31
Février	0	-4	-7	-11	-12	-11	-14	-22	-22	-23	-27
Mars	-3	-3	-3	-4	-6	-6	-10	-13	-18	-31	-37
Avril	1	0	-2	-5	-5	-3	-5	-7	-25	-46	-55
Mai	-3	-1	0	2	1	4	7	0	-18	-49	-57
Juin	-1	2	1	0	3	7	16	15	-2	-31	-46
Juillet	2	0	2	1	3	6	14	16	-2	-32	-50
Août	-2	0	2	1	2	8	13	16	-4	-41	-57
Septembre	-4	-1	2	3	2	5	11	16	-4	-35	-51
Octobre	-1	-2	-2	0	0	-1	-3	-2	-10	-30	-41
Novembre	-5	-3	-7	-11	-14	-13	-17	-22	-29	-36	-33
Décembre	-6	-11	-12	-13	-12	-11	-16	-15	-21	-36	-51
Été	-1	0	1	1	2	6	12	12	-7	-38	-52
Équinoxe	-2	-2	-1	-1	-2	-1	-2	-1	-14	-35	-46
Hiver	-5	-7	-10	-12	-14	-13	-16	-18	-23	-30	-35
Année	-3	-3	-3	-4	-5	-3	-2	-3	-15	-34	-45

mV/Km													Composante N — 1968	
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Amp	
-42	-37	-21	5	24	29	17	9	27	26	18	13	10	71	
-27	-45	-31	-16	-6	11	25	28	29	25	21	17	15	74	
-31	-30	-32	-21	-2	16	27	28	28	24	21	17	9	60	
-48	-50	-37	-7	18	34	30	29	18	12	15	11	8	84	
-75	-64	-35	-1	20	38	43	39	25	11	10	11	9	118	
-65	-56	-26	-8	9	17	24	26	23	10	9	6	6	97	
-66	-56	-31	-11	7	23	28	26	23	11	11	13	11	100	
-75	-59	-30	2	27	40	37	25	14	11	8	9	9	115	
-65	-61	-30	-1	29	37	34	25	13	10	10	7	6	102	
-47	-35	-15	-1	11	15	18	16	24	22	17	10	8	71	
-22	-30	-18	-9	0	3	5	7	22	19	9	9	9	52	
-49	-23	-1	19	24	15	2	-5	16	12	9	6	2	73	
-70	-59	-31	-5	16	29	33	29	21	11	9	10	8	103	
-48	-44	-28	-8	14	25	27	24	21	17	16	11	7	75	
-35	-34	-17	0	10	15	12	10	23	21	14	11	9	58	
-51	-45	-25	-4	13	23	24	21	22	16	13	11	8	75	

mV/Km													Composante E — 1968	
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Amp	
-31	-12	15	37	47	45	29	19	21	16	7	-1	-6	78	
-29	-27	-6	16	26	33	35	29	26	20	14	7	8	64	
-32	-16	-2	13	28	33	31	26	22	18	12	3	0	70	
-45	-30	-10	11	30	38	38	35	26	21	18	11	7	93	
-51	-33	-6	19	32	38	38	33	20	10	6	3	4	95	
-46	-32	-11	5	18	24	25	21	19	8	5	1	0	71	
-54	-39	-12	6	21	27	27	23	17	9	5	6	6	81	
-55	-38	-12	17	35	37	31	19	12	7	4	2	2	94	
-51	-36	-7	14	36	35	26	17	11	6	3	1	-1	87	
-43	-23	6	29	32	29	21	13	17	9	4	-1	-2	75	
-28	-9	16	32	37	30	22	19	25	21	14	8	4	73	
-44	-11	19	43	49	43	29	18	23	19	13	5	-1	100	
-52	-35	-10	12	26	32	30	24	17	8	5	3	3	84	
-43	-26	-3	17	31	34	29	23	19	14	9	4	1	80	
-33	-15	11	32	40	38	29	21	24	19	12	5	1	75	
-42	-25	-1	20	32	34	29	23	20	14	9	4	2	79	

Remerciements

Je tiens à remercier MM. Taher Maiga et Ousseynon Sow, qui ont effectué avec un soin minutieux la plus grande partie du dépouillement des enregistrements.

RÉFÉRENCES

1. Direction Fédérale des Mines et de la Géologie de l'A.-O.F. Reconnaissances hydrologiques et structurales par sondages électriques au Sénégal et en Mauritanie, 1956—1957.
2. Communication personnelle.
3. CAGNIARD, L.: Electricité tellurique. Handbuch der Physik, Vol. XLVII (Geophysik I). Springer-Verlag, Berlin, 1956.
4. ROUGERIE, P.: Contribution à l'étude des courants telluriques. Ann. Inst. Phys. Globe Paris, 20, 1942.

SLOW TELLURIC VARIATIONS OBSERVED AT M'BOUR (SENEGAL)

SUMMARY

Continuous registrations of telluric currents have been effected at M'Bour from beginning of May 1965. The present article describes the installation and its functioning and analyses the phenomena of trend which have been noticed. The average daily variations of the North-South and East-West components for each month of the years 1966—68, as well as their seasonal and annual averages, are presented in the form of hourly tables and graphs. A certain number of polar diagrams are added, illustrating these variations, and some results given by the harmonic analysis.

МЕДЛЕННЫЕ ТЕЛЛУРИЧЕСКИЕ ВАРИАЦИИ НА ОСНОВЕ НАБЛЮДЕНИЙ В М'БУРЕ (СЕНЕГАЛ)

Ж. МЕЦГЕР

РЕЗЮМЕ

В М'Буре с мая 1965-го года непрерывно регистрируются теллурические токи. В настоящей статье излагается оборудование и его действие, а также наблюдаемые тренды. Для каждого месяца 1966—68 гг. задается средний суточный ход Северо-Южной и Восточно-Западной компонент. Задаются также и сезонные и годовые средние, в виде часовых таблиц и графиков. Вариации иллюстрируются на полярных диаграммах. Сообщается об отдельных результатах гармонического анализа.