

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sondage magnétotellurique directionnel à la station magnétique de M'Bour (Sénégal)*. Note (*) de MM. **Hugo Gustave Fournier** et **Joseph Metzger**, présentée par M. Jean Coulomb.

Le sondage magnétotellurique réalisé à la station de M'Bour révèle la présence d'une couche conductrice dans le manteau supérieur, comprise entre 100 et 140 km environ de profondeur et s'épaississant vers l'Ouest.

Les observations analysées dans la présente Note ont été effectuées au Centre Géophysique de l'O. R. S. T. O. M. à M'Bour (Sénégal). La figure 1 indique la position géographique de M'Bour (14°23' Nord, 16°57' Ouest), situé sur la côte occidentale de l'Afrique, à proximité de la presqu'île du Cap-Vert ; la côte, au Sud de celle-ci, est orientée sensiblement Nord-Ouest - Sud-Est et se trouve, à la hauteur de M'Bour, à environ 60 km du talus continental.

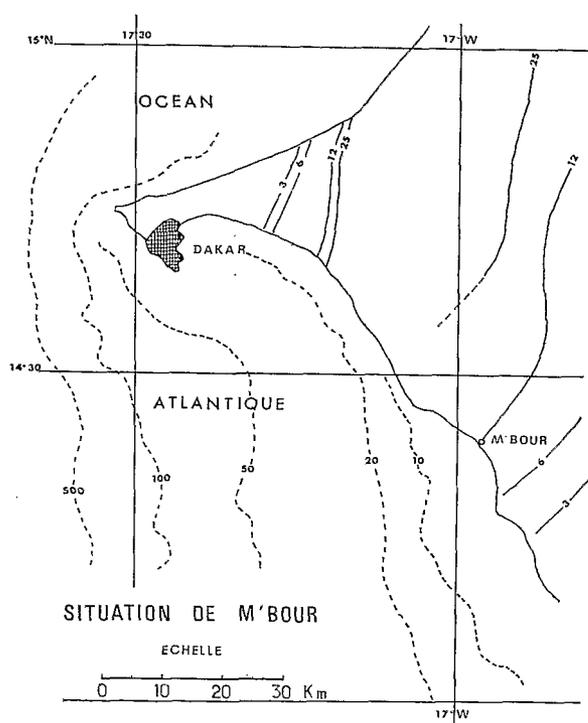


Fig. 1. — Situation de M'Bour

- En pointillé : courbes bathymétriques, profondeurs en mètres.
- En traits pleins : courbes d'équirésistivité apparente en ligne AB = 6 000 m et leur valeur en ohm.m obtenues par la C. G. G.

Cette région fait partie du vaste et profond bassin sédimentaire du Sénégal qui a été l'objet, principalement dans sa partie occidentale, de nombreuses recherches pétrolières et hydrogéologiques par divers procédés géophysiques ainsi que par forages. Nous reproduisons sur notre carte les courbes d'égale résistivité apparente, en ligne de 6 000 m, obtenues par la Compagnie Générale de Géophysique à partir

21 JUL 1969

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 13572 *copie*

de nombreux sondages électriques (¹). La profondeur du socle y serait d'environ 6 000 m en moyenne.

Les enregistrements magnétiques utilisés dans cette étude sont du type La Cour classique. L'équipement tellurique comprend essentiellement deux lignes perpendiculaires de 500 m, avec des électrodes en plomb enterrées à 2 m de profondeur. Les valeurs d'échelle sont les suivantes : 1,61 et 1,42 mV/km/mm pour les composantes telluriques Nord-Sud et Est-Ouest ; 4,4 et 8,3 γ /mm pour les composantes H et D. Les deux enregistreurs ont une vitesse de déroulement identique de 15 mm/h.

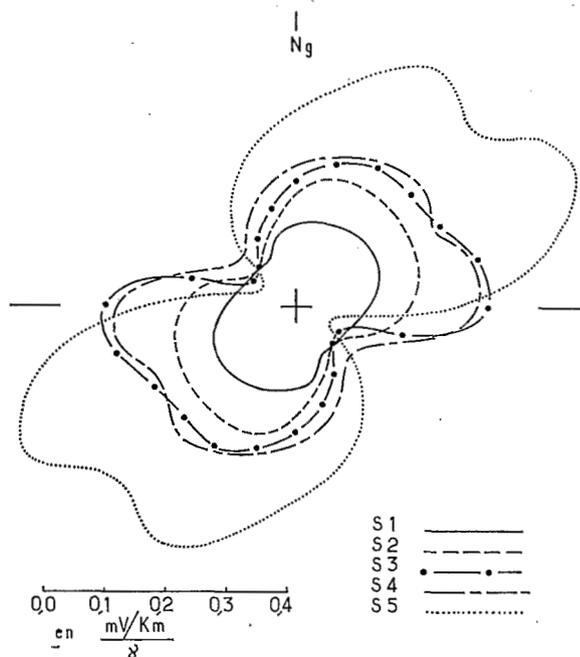


Fig. 2. — Diagramme des valeurs de E/H, en mV/km/ γ

Le premier stade du dépouillement a consisté à déterminer les moyennes horaires des diverses composantes ; nous avons ainsi exploité 4 périodes de 10 jours consécutifs, choisies dans des mois différents de l'année 1966 ; en outre, 2 périodes de 24 h, assez agitées, ont été dépouillées plus finement grâce à un lecteur de courbe, avec un pas de 2 mn environ. L'une d'elles comprenait également un enregistrement de la composante magnétique verticale Z, avec une valeur d'échelle de 1,5 γ /mm.

Les données ainsi obtenues pour chaque composante se rapportent aux axes d'enregistrement, en l'occurrence aux axes cardinaux. Par combinaison des composantes orthogonales, puis par projection, nous les avons rapportées à des axes de directions variables, espacées de 15 en 15 degrés. Chacune des séries de valeurs a ensuite été traitée par analyse de Fourier, selon un programme d'ordinateur mis au point par G. Jobert et J. C. Ruegg ; les suites de 10 jours ont donné l'onde diurne et les 3 premiers harmoniques, parfois davantage ; pour les 2 jours isolés, la gamme obtenue à l'analyse s'étend de 24 h à 10 mn.

Les résultats de l'analyse magnétotellurique peuvent être présentés sous deux

formes différentes, selon qu'on veut mettre en évidence un effet directionnel ou procéder à un sondage en profondeur.

Géométriquement, une oscillation de période donnée peut être figurée par une ellipse ; l'amplitude, E ou H, d'une telle oscillation, électrique ou magnétique, dans une direction quelconque est alors égale à la largeur de l'ellipse selon cette direction et peut donc être représentée par le rayon vecteur de la podaire de l'ellipse par rapport à son centre. La figure 2 montre la variation moyenne, pour les 4 décades saisonnières, du rapport E/H en fonction de la période (diurne et 4 premiers harmoniques) et de la direction.

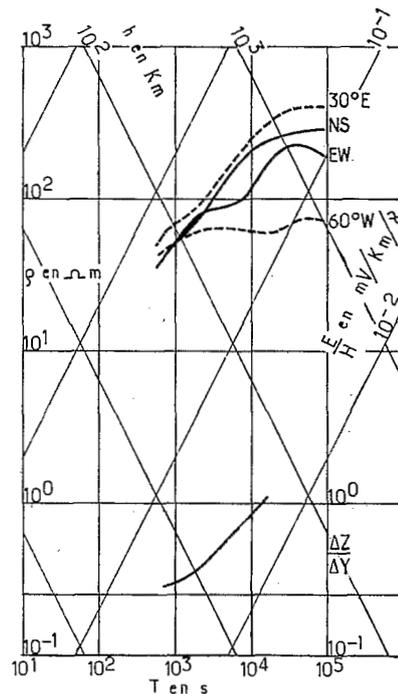


Fig. 3. — Courbes de sondage MT

- En traits pleins : courbes de sondage selon les directions cardinales.
- En traits pointillés : courbes de sondage extrémales.

La représentation plus classique des résultats, sous forme de sondages MT selon les directions cardinales, est indiquée en traits pleins sur la figure 3. Leur examen, au moyen des modèles calculés par Fournier (*fig. 6 dans 2*) permet de retenir les éléments d'interprétation suivants :

On constate que le phénomène magnétotellurique est relativement peu polarisé, contrairement à ce que l'on pouvait attendre *a priori* de la situation de M'Bour en bordure immédiate de l'océan. En fait cela s'accorde bien avec l'existence d'un grand bassin sédimentaire très conducteur de 6 000 m de puissance, de direction tectonique grossièrement perpendiculaire à la côte et se prolongeant sous une mer peu profonde, atténuant ainsi l'effet de la conductibilité relative de l'eau de mer.

- La courbe Nord-Sud indique, sous une zone résistante, une couche conduc-

trice intercalaire, située dans le manteau supérieur à une profondeur de 125 à 175 km environ et présentant une résistivité de l'ordre de 50 ohm.m ;

— La couche conductrice profonde débute vers 800 à 1 000 km, si l'on néglige l'effet des marées marines ; l'influence perturbatrice de celles-ci a été signalée par B. Caner et D. R. Auld ⁽³⁾, qui ont analysé les données d'une station côtière au Canada. Une telle profondeur d'investigation peut paraître exagérée ; à cet égard E. R. Niblett ⁽⁴⁾ conclut que les résultats des sondages MT demeurent compatibles, même pour les longues périodes, avec ceux des sondages géomagnétiques.

Nous avons ensuite recherché les courbes de sondage extrémales, c'est-à-dire celles des plus fortes valeurs de ρ et celles des plus faibles valeurs ; elles ont été obtenues pour les directions telluriques 30° Est et 60° Ouest et sont représentées en pointillé sur la figure 3. L'analyse de ces courbes conduit à considérer celle de direction 30° Est, qui présente la pente la plus forte, comme la meilleure pour définir la coupe du manteau supérieur ; celle-ci peut être caractérisée approximativement comme suit :

- 100 km avec une résistivité d'au moins 600 ohm.m,
- une épaisseur de 40 km à 50 ohm.m,
- puis 700 à 900 km d'au moins 1 000 ohm.m,
- enfin 50 ohm.m ou moins au-delà.

L'interprétation des courbes Est-Ouest et 60° Ouest suggère l'hypothèse suivante : alors que la couche conductrice intercalaire est relativement peu épaisse sous la station de sondage, elle s'épaissit vers l'océan comme le cas a déjà été signalé, entre autres par U. Schmucker ⁽⁵⁾ pour la côte de la Californie, et comme le suggère la direction de la flèche de Parkinson calculée pour la station de M'Bour ⁽⁶⁾. En vertu de cette hypothèse, les variations ΔZ de la composante magnétique verticale doivent être en corrélation avec les variations horizontales dans la direction ouest, par effet différentiel du champ magnétique créé par les courants induits dans cette couche conductrice intercalaire. Nous avons donc étudié $\Delta Z/\Delta Y$ en fonction de la période dans l'intervalle 500 s à 8 h ; effectivement l'amplification de ΔZ devient très marquée à partir de la période 500-1 000 s, correspondant à celle où se séparent les courbes MT 30° Est et 60° Ouest (fig. 3).

Cette interprétation s'accorde avec l'hypothèse émise par E. Le Borgne et J. C. Sibuet ⁽⁷⁾ d'un canal conducteur longeant la côte nord-ouest de l'Afrique.

(*) Séance du 7 juillet 1969.

(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) H. G. FOURNIER, *Acta Geophysica Polonica*, 16, nr 3/1968, p. 215-248.

(3) B. CANER and D. R. AULD, *Canad. Journ. Sc.*, 5, 5, october 1968, p. 1209-1220.

(4) E. R. NIBLETT, *International Dictionary of Geophysics*, Pergamon Press, 1967, p. 899-904.

(5) U. SCHMUCKER, *J. Geomagnet. Geoelec.*, Kyoto, 15, 1964, p. 193-221.

(6) W. D. PARKINSON, *Geophys. J.*, 6, 1962, p. 441-449.

(7) E. LE BORGNE et J. C. SIBUET, *Comptes rendus*, 267, Série B, 1968, p. 1113-1116.

(H. G. F., *Institut de Physique du Globe*,
9, quai Saint-Bernard, 75-Paris, 5^e ;
J. M., *Centre ORSTOM de Géophysique de M'Bour, Sénégal.*)