

DEPLACEMENT DE L'EQUATEUR MAGNETIQUE EN AFRIQUE DE
L'OUEST: 1913-1985.

Jacques VASSAL
ORSTOM B.P.1386 DAKAR (SENEGAL)

1. INTRODUCTION.

Bien que l'on possède des mesures d'éléments magnétiques effectuées en Afrique dès le XVIII^{ème} siècle, ce n'est qu'en 1913 que la Carnegie Institution entrepris une campagne de mesure systématique des éléments magnétiques le long des côtes et du fleuve Niger. Depuis, d'autres campagnes de mesures ont été faites en 1926, 1939 et 1945. Puis entre 1953 et 1958, l'ORSTOM a entrepris la cartographie magnétique de l'Afrique de l'ouest en mesurant le champ en plus de 400 points (Rechenmann et Remiot, 1962). D'autres campagnes de réoccupation ont ensuite été faites en 1963, 1968, 1974, et 1983-85. Il existe aussi un certain nombre de profils maritimes ou aéroportés.

Le but de cette étude est d'exploiter toutes ces données pour suivre les variations de position de l'équateur magnétique (ou équateur d'inclinaison) depuis le début du siècle. On définit l'équateur magnétique par le lieu des points sur la surface de la terre où la composante verticale Z du champ a une valeur nulle. Nous ne traiterons ici que les mesures de Z proches de l'équateur, c'est à dire dont la valeur est comprise entre -4000 et +4000 nano-Tesla (nT).

2. TRAITEMENT DES MESURES

2.1. VARIATION SECLAIRE

Les mesures ont été réduites de la variation séculaire à la plus proche des époques de regroupement choisies, soit 1913-1926-1945-1953-1958-1973 et 1985. Ces dates correspondent à l'époque des principales campagnes et la correction de temps reste dans l'intervalle de plus ou moins 2.5 ans. La réduction s'effectue en déterminant la variation séculaire VS au niveau du point de mesure déduite de la variation séculaire d'un certain nombre de bases régulièrement réoccupées et bien réparties dans la région. La figure 1 montre l'effet de cette variation sur la valeur du champ Z de ces bases. On obtient ainsi un terme correctif: $\Delta Z_t = VS \cdot \Delta t$.

2.2 REDUCTION EN LONGITUDE

Chaque mesure est ensuite rapportée, à latitude constante, au demi méridien le plus proche de longitude l_1 , en la corrigeant de la valeur du gradient en longitude. Cette valeur de gradient en longitude, g_1 , est relevée sur la carte magnétique de 1956. On obtient ainsi un deuxième terme correctif: $\Delta Z_l = g_1 \cdot \Delta l$.

2.3. DETERMINATION DE L'EQUATEUR

Chaque valeur de Z , au point de coordonnées L, l et à l'époque t est ainsi ramenée au méridien l_i et à l'époque de regroupement t_j . On obtient ainsi de nouvelles valeurs:

$$Z'(L, l_i, t_j) = Z(L, l, t) + \Delta Z_l + \Delta Z_t.$$

On ajuste ensuite une droite des moindres carrés aux données concernant chaque époque et chaque méridien. On obtient ainsi pour chaque époque et pour chaque méridien une position de l'équateur. La figure 2 résume les résultats obtenus en montrant la trace de l'équateur aux différentes époques traitées.

La principale cause d'incertitude dans la détermination de la position de l'équateur est la présence de l'électrojet équatorial dont la variation journalière importante amène une incertitude de plusieurs dizaines de nano-Tesla sur les valeurs mesurées. Mais compte tenu du très fort gradient du champ en latitude (entre 1200 et 1400 nT par degré) on a pu chiffrer l'erreur sur la position en latitude de l'équateur. Elle est de l'ordre de plus ou moins 0.10° soit 11 km.

3. CORRELATION AVEC L'OBSERVATOIRE DE MBOUR

On a porté sur la figure 3 les positions successives en latitude de l'équateur en fonction de la valeur de Z à l'observatoire de Mbour, pour quelques longitudes. On peut ainsi déterminer à chaque instant la position de l'équateur en fonction de la valeur du champ à Mbour Z_{MBO} par la formule paramétrée suivante:

$$L_o(l, t) = h(l) + k(l) \cdot Z_{MBO}$$

Les coefficients $h(l)$ et $k(l)$ ont été calculés numériquement.

4. COMPARAISONS AVEC LES MODELES GLOBAUX

Régulièrement sont calculés par développement en harmonique sphérique des données des observatoires, des modèles globaux de champ. Les plus connus sont les modèles IGRF (International Geomagnetic Reference Field) récemment recalculés par N. Peddie (1982) pour 1965-1970-1975-1980 et prochainement 1985. Il y a eu aussi un modèle calculé pour 1945 (Vestine et al., 1948) et un autre déterminé par des mesures satellite (Cain 1969). On a porté sur la figure 2 la position des équateurs définis par quelques uns de ces modèles.

Les écarts calculés entre notre détermination de la position de l'équateur et celle donnée par les modèles globaux sont pratiquement constants. On trouve une position des équateurs globaux systématiquement plus au nord d'environ 0.12° par rapport à notre détermination. Ceci s'explique par la faible densité en Afrique des données utilisées pour ces modèles.

On constate que les équateurs définis à partir des mesures ponctuelles présentent des ondulations qui reflètent l'influence des anomalies internes locales. Il semble ainsi que l'équateur soit sensiblement déformé au passage du massif

Guinée du Fouta-Djalon, zone possible d'anomalies locales sensibles. En dehors de cette région mal cartographiée, l'Afrique de l'Ouest ne présente pas d'anomalies magnétiques importantes, et il semble difficile de chiffrer la part des perturbations internes sur les résidus observés.

5. CONCLUSION

Depuis le début du siècle, l'équateur magnétique a dérivé vers le nord de manière importante. La vitesse de cette dérive est fonction de la longitude et de l'époque (variation séculaire). L'équateur s'est déplacé de plus de 700 km le long du méridien 12° ouest. Cette dérive apparente est liée au mouvement général vers le Nord-Ouest de l'intense foyer de variation séculaire de l'Atlantique. Cet "ouragan magnétique" dont aucun modèle de courant ne permet de rendre compte actuellement, entraîne avec lui les lignes iso-Z et l'équateur magnétique.

Le suivi des déplacements de l'équateur devrait apporter une aide à la compréhension des phénomènes responsables de la variation séculaire. Il permet en outre d'affiner l'exploitation des mesures magnétiques dans la région.

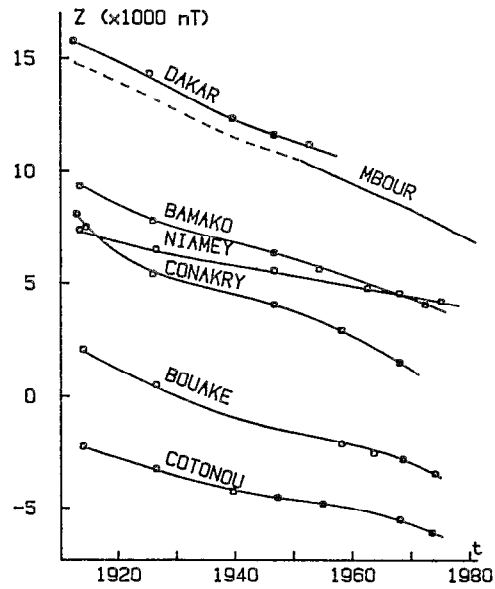
BIBLIOGRAPHIE

- CAIN J.C., The location of the dip-equator at E-layer altitude, Radio Science, 4, 781-784, 1969.

- PEDDIE N.W., International Geomagnetic Reference Field: The third generation, J. Geomag. Geoelectr., 34, 309-326, 1982

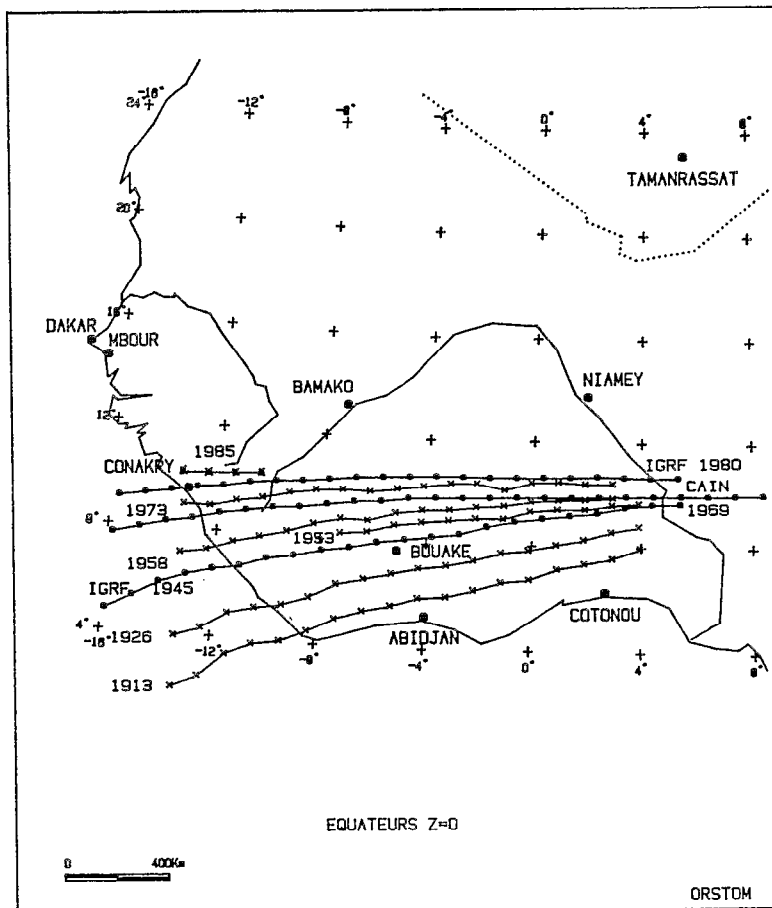
- RECHENMANN J. et REMIOT R., Réseau général de bases magnétiques en Afrique Occidentale, Cahiers ORSTOM, série Géophysique N° 2, PARIS, 1962.

- VESTINE E.H., L.LAPORTE, C.COOPER, I.LANGE and W.C.HENDRIX, Description of the earth's main magnetic field and its secular change: 1905-1945, Carnegie Institution of Washington. Publication 578, Washington, D.C., 1948.



- Figure 1:

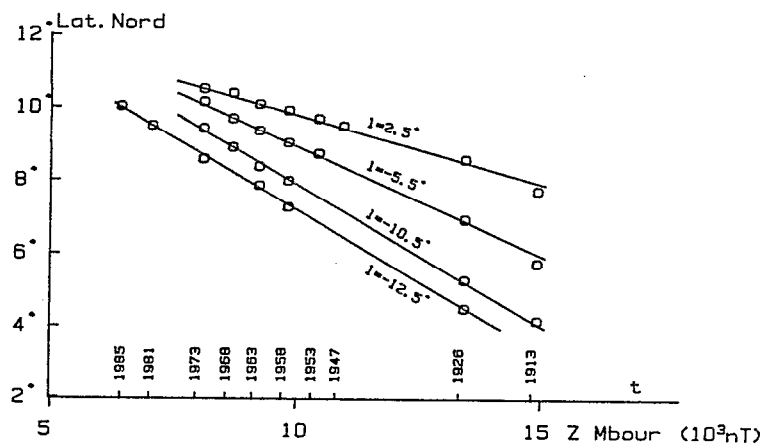
La variation temporelle du champ en quelques stations de réoccupation.



- Figure 2:

Positions successives de l'équateur magnétique en Afrique de l'Ouest depuis 1913:

- x----- déterminées par les mesures au sol
- o----- définies par les modèles globaux.



- Figure 3:

Corrélation entre les positions successives en latitude de l'équateur magnétique et les valeurs moyennes de Z à Mbour, à différentes longitudes l.