

marque p. 6 (N)
(pas à Baingui, l'auteur n'a plus ce rapport)

region centrale: Bokalei les l'illes

ANOMALIE MAGNETIQUE EN CENTRAFRIQUE :
UN MODELE GEOPHYSIQUE.

R. GODIVIER et J.-A. VASSAZ

1980

RESUME :

Ayant à notre disposition les cartes de l'anomalie magnétique en Centrafrique mesurée au sol et à 525 km 9000 d'altitude par le satellite OGO nous proposons un modèle géophysique qui soit compatible avec ces deux types d'observation.

Nous mettons ainsi en évidence la présence d'un corps très magnétique de grande étendue qui intéresse une grande profondeur de la croûte terrestre.

I - GENERALITES.

En l'absence de toute roche possédant des propriétés magnétiques, le champ magnétique d'une région donnée (champ régional) peut se déduire du développement en harmoniques sphériques de la distribution du champ magnétique planétaire.

Une formation géologique contenant des éléments à forte perméabilité magnétique se comportera alors comme un aimant perturbant le champ théorique.

Si M est le moment magnétique de cet "aimant géologique" ($M = \iiint_V \mathcal{J} dv$ ou \mathcal{J} est l'intensité d'aimantation par unité de volume), le champ perturbateur B s'exprimera, en fonction de la distance à l'aimant, par :

$$B(r) = f\left(\frac{M}{r^3}\right)$$

Fonds Documentaire ORSTOM
010016582

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: BX16582 Ex: unique

L'anomalie magnétique est ainsi définie par la différence du champ réel mesuré et du champ théorique :

$$\Delta F = F_{\text{mesuré}} - F_{\text{théorique}} \quad (\text{JAKOSKY})$$

Il apparait que, quand on mesure le champ, les effets relatifs de masses magnétiques profondes ou proches de la surface seront comme le rapport des cubes des distances.

Ainsi des mesures par satellite à haute altitude favorisent l'effet des masses magnétiques profondes alors que les mesures proches de la surface du sol donnent plus de poids aux formations superficielles qui peuvent parfois masquer des formations plus profondes. Ces mêmes considérations sont aussi valables dans le domaine des variations latérales.

POINT DE CURIE:

Il faut noter que les formations susceptibles d'être magnétiques ne peuvent se trouver à des profondeurs supérieures à celles du point de Curie où les effets magnétiques disparaissent. Cette profondeur qui dépend du gradient géothermique peut être estimée en utilisant le flux thermique à la surface si on connaît aussi la composition et la conductivité des roches traversées par le flux. Ces différentes données étant inconnues dans cette région, il est difficile de préciser la profondeur de ce point de Curie. En admettant un flux thermique de 40 mW/m^2 prédit par CHAPMAN et POLLACK (1975), et une température de Curie de 300° (cas de roches hautement métamorphisées présentes dans la région (GERARD et GERARD)), on peut dépasser, suivant le gradient géothermique, des profondeurs de 25 km. Cette hypothèse semble raisonnable pour des terrains très anciens où le gradient géothermique doit être relativement faible.

II - DONNEES MAGNETIQUES

1 - MESURES PAR SATELLITE.

Les mesures de la distribution du champ magnétique terrestre par le satellite POGO ont permis de mettre en évidence au-dessus de l'Afrique Centrale une anomalie magnétique très remarquable par sa grande étendue et son individualité bien marquée. Après analyse et réduction des données REGAN et autres (1975) ont pu tracer une carte d'anomalie (figure 1) ramenée à une altitude moyenne de 525 km.

Cette anomalie centrée légèrement au N.O. de Bangui présente une forme ellipsoïdale dont le grand axe est orienté sensiblement NE-SO avec une amplitude maximale de -12γ . Une telle perturbation de grande longueur d'onde suggère la présence d'une importante masse magnétique intéressant un grand volume de l'écorce terrestre. Une détection par satellite ne peut donner qu'une "vue" d'ensemble moyenne de cette perturbation.

2 - MESURES AU SOL.

Une autre preuve de l'anomalie est fournie par l'analyse des mesures magnétiques au sol. En 1956 Le Donche et Godivier ont mesuré les différentes composantes du champ magnétique dans un certain nombre de bases du réseau ORSTOM en Afrique Centrale. Malgré la faible densité des points de mesure, environ 2 points par degré carré, il est apparu une anomalie très marquée dans la région de GRIMARI et qui s'étend en s'atténuant vers l'ouest du pays.

La zone s'étendant à l'ouest du méridien 23°E et dans laquelle se situe la plus grande partie de l'anomalie observée en 1956, a fait l'objet d'une nouvelle campagne de mesures de champ total F. Ces mesures, échelonnées de 1976 à 1978 ont été faites le long de tous les axes routiers accessibles, à raison d'un point tous les 10 km environ.

Pour le calcul de l'anomalie, nous avons utilisé le champ régional défini par Le DONCHE et GODIVIER: on applique la méthode des moindres carrés à un certain nombre de stations de bases réparties en Afrique Occidentale. Les valeurs du champ régional obtenu ont été corrigées de la variation séculaire qui, en première approximation, peut être considérée comme identique dans toute notre zone. Le champ régional ainsi défini ne diffère que très peu du champ déduit par REGAN à partir d'un développement en harmoniques sphériques du 13^e ordre du champ planétaire.

Les mesures de terrain, ainsi que les anciennes mesures, réduites et corrigées de la variation séculaire et ramenées au 1er Janvier 1977, ont permis de tracer la carte de la figure 2. Cette carte qui complète et précise celle dressée en 1956, confirme clairement la présence de l'anomalie atteignant - 1500 γ dans la partie centrale et qui s'étend vers l'ouest sur plus de 400 km.

III - INTERPRETATIONS

1. - CONSIDERATIONS GENERALES.

L'étude des cartes 1 et 2 permet quelques considérations générales sur la forme de la structure responsable de cette anomalie. Comme nous l'avons vu précédemment, les cartes étalées au sol donnent un poids prépondérant aux formations

plus proches de la surface, alors que les mesures satellites favorisent les formations profondes.

En considérant la morphologie des 2 cartes, il semble que l'on soit en présence d'un corps magnétique allongé, sensiblement orienté NE.SO, relativement étroit et proche de la surface dans la région de Grimari (maximum de l'anomalie au sol), et qui s'enfonce progressivement vers le S.O. en s'élargissant (maximum de l'anomalie satellite).

2 - PROFILS ET MODELES

Ces considérations nous ont amenés à étudier deux profils principaux dans notre recherche de modèle.

- le premier profil (AA' fig. 1 et 2) orienté N.S. à 17°E, proche du maximum de l'anomalie satellite, intéresse la partie Ouest de l'anomalie au sol. Sa longueur est d'environ 400 km

- le deuxième profil BB' orienté NO.SE à 45°, coupe le maximum de l'anomalie au sol.

On utilise la méthode de Talwani et Heirtzler. Cette méthode directe calcule l'anomalie créée par un corps prismatique de longueur infinie dont la section polygonale est perpendiculaire au profil étudié.

On suppose une susceptibilité magnétique constante dans toute la masse perturbatrice, et on l'on admet que seule joue la magnétisation induite, à l'exclusion de toute aimantation rémanente. Ces hypothèses simplificatrices (qui n'ont pas une influence fondamentale sur le modèle), ont été prises en l'absence d'informations précises concernant la géologie profonde du sous-sol centrafricain.

76. Etude du profil AA'
de grandeur du maximum est le même à la verticale du centre de notre modèle (9 à 10γ).

Etude du profil BB'

Nous avons étudié de la même manière le profil BB' qui traverse le maximum de l'anomalie au sol (figure 4); nous mettons ainsi en évidence un corps dont la base est environ à 25 km. et le sommet à 4 km. de profondeur. Sa susceptibilité apparente, plus importante que celle déterminée pour le profil AA', est de l'ordre de 0,03 cgs.

IV - MODELE

Les résultats obtenus par l'étude des différents profils permettent de proposer, pour décrire le corps responsable de l'anomalie, le modèle suivant :

Masse ^{de} intercrustale dont la base est située vers 25 km de profondeur. Cette masse qui culmine à 4 km. de profondeur dans la région de Grimari, s'enfonce progressivement vers l'ouest en se scindant en deux branches, ouest et sud-ouest.

Le volume concerné est de l'ordre de $2 \cdot 10^6 \text{ km}^3$

Le contraste de susceptibilité apparente est en moyenne de $2 \cdot 10^2$ (cgs).

Cette valeur de susceptibilité est très élevée et ne correspond à aucun minerai connu en surface.

On remarquera que l'anomalie gravimétrique dans la région (figure 5) est bien corrélée avec l'anomalie magnétique. Notre corps perturbateur (ou du moins, une formation ayant la même extension géographique) possède donc aussi un contraste de densité important.

On pourrait expliquer cette formation par une intrusion dans la croûte d'un corps léger, volumineux, de susceptibilité magnétique élevée.

Divers indices peuvent appuyer cette hypothèse:

L'étude de photo satellite a montré la présence d'un certain nombre de failles et d'accidents géologiques qui sont situés principalement sur les flancs de l'anomalie. Elles pourraient s'expliquer par l'apparition de tensions dans la croûte peut être due, à une poussée de bas en haut. Les quelques séismes connus dans la région sont situés dans ces zones de fractures à des profondeurs de l'ordre de 15 km. (Boali, Yaloké, Zaïre).

Un certain nombre de faits permettent d'avancer l'hypothèse d'une remontée relativement récente.

M.LABROUSSE(1978) a mis en évidence la présence de chevauchement, de déformations de terrains précambriens, et de phénomènes de capture dans le réseau hydrologique.

M.POIDEVIN(1979) a récemment montré l'existence de pillows lavas dans les basaltes de la Goubadjia. Le caractère océanique de ces formations ^{ainsi qu'il} montre qu'il y a eu un rehaussement de la région.

La présence de sources d'eau chaude associées aux failles qui bordent l'anomalie (POUIT G.1959, BOULVERT 1979) confirme qu'il y a eu un phénomène volcanique relativement récent.

V - CONCLUSION

Notre modèle présente une certaine cohérence si on le confronte aux faits géophysiques et géologiques connus dans la région. D'autres modèles proposés (REGAN et MARSH) donnent les mêmes ordres de grandeurs que les nôtres.

Bien que notre modèle reste très ^{sc} schématique et ne soit pas l'unique explication de l'anomalie, il peut guider les

interprétation

géologues dans leur recherche de zones de minéralisation en surface. Ce n'est pas un hasard si la presque totalité des zones d'exploitation minières et la découverte récente d'indices minéraux économiquement intéressants (cuivre en particulier, BOULVERT, 1979) se situent dans cette région.

BIBLIOGRAPHIE

- ~~- BOULVERT Y., Communication orale 1979~~
- CHAPMAN D.S., and POLLACK H.N., Global heat flow: a new look. Earth Planet.Sci.letters, 28,p.23.32,1975
- GERARD G.et GERARD J., Stratigraphie du précambrien de l'Oubangui-Chari Occidental, Bull. Geol.Soc. Fr.6è série, 11, P.467
- JAKOSKY J.J., Exploration Geophysics, Trija publishing Compagny, Los Angelès, 1950
- LABROUSSE B., Etude structurale et géologique de l'empire centrafricain, ORSTOM Bangui, sect.Géologie, Sept.1978.
- LE DONCHE L. et GODIVIER R., Réseau Général de bases magnétiques en R.C.A., Tchad méridional, Publications ORSTOM, Paris, 1958.
- POIDEVIN J.L., Les basaltes du massif de la Goubadja, Grestone des Bandas (E.C.A.), C.R.Acad.Sc.Paris, t.288, Série D.p.727-730, 1979.
- POUIT G., Notice explicative sur la feuille de Crampel-Ouest, carte géologique au 1/500.000, Paris 1959.
- REGAN R.D., CAIN J.C. and DAVIES W.M., A global magnetic anomaly map, Jour.Géophys.Res., u.80, n° 5, p.794.802, 1975.
- REGAN R.D. and MARSH B.D., The Bangui Anomaly: its Geological origine, NASA Grant N G S-5090, 1978
- TALWANI M. and HEIRTZLER J., computation of magnetic anomalies caused by two dimentional structures of arbitrary shape, Stanford univ.Publ.Geol.Sci. Part 1, Vol 9 n° 1.
- VASSAL J., Anomalie magnétique en R.C.A., publication ORSTOM, Bangui 1977.