

SUR LE MAGNETISME D'UNE CUIRASSE DU TAMPOKETSA D'ANKAZOBE
PAR R. REMIOT ^{→ Herod} et R. ANDRIAMIRADO ^{→ P. H. N. N.}
GÉOPHYSICIENS DE L'ORSTOM

RESUME

Une cartographie à échelles variées des directions de la composante horizontale des aimantations rémanentes naturelles d'une des cuirasses du Tampoketsa d'ANKAZOBE révèle une dispersion de ces directions en chaque point de prélèvement et de l'ensemble. Le premier phénomène semble s'estomper assez rapidement avec la profondeur.

INTRODUCTION

A la suite d'une étude magnétique sur les laterites de la bande birrimienne d'HOUNDE en République Voltaïque entreprise par l'un de nous, Jean GOGUEL, Chef du Bureau Géophysique de l'O.R.S.T.O.M., a suggéré une cartographie à échelles variées des vecteurs d'aimantation rémanente naturelle mesurée sur des échantillons de cuirasse, ce qui permet de faire ressortir éventuellement leur effet perturbateur en prospection magnétique.

Nous avons été amenés à effectuer des recherches dans ce sens sur l'une des cuirasses du Tampoketsa d'ANKAZOBE, située à environ 80 km à vol d'oiseau au Nord-Ouest de Tananarive.

Le terme de Tampoketsa est réservé aux restes de pénéplaines latéritiques presque parfaites (cf. G. HOTTIN, 1). La cuirasse qui a fait l'objet de la présente étude, d'une superficie de 95.000 m², a une épaisseur moyenne de 40 cm. Son altitude moyenne est de 1.600 m, et elle possède une légère pente vers le Nord-Ouest. Les analyses du Service géologique de Madagascar ont donné les résultats suivants :

14,0 %	SiO ₂
38,1 %	Al ₂ O ₃

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : 6506
Cote : B/.....

29,1 %	Fe_2O_3
2,4 %	TiO_2
16,0 %	H_2O_+

Prélèvement des échantillons

Pour donner aux résultats de notre étude une valeur statistique, nous avons jugé indispensable de récolter un grand nombre d'échantillons. Environ neuf cents blocs d'un poids variant de 300 à 5.000 grammes ont été prélevés. Ils sont répartis suivant trois profils orientés respectivement.

Nord / Sud

Est / Ouest

Nord-Ouest / Sud-Est

magnétiques (voir planche n° 1).

Le long de chaque profil, plusieurs échantillons jointifs ont été pris tous les 10 ou 20 mètres. Aux points où la direction de la boussole plaquée contre des blocs voisins accuse une forte dispersion, l'échantillonnage a été étendu, aux alentours immédiats. Nous espérons ainsi déterminer l'ampleur du phénomène de mètre en mètre.

Un bloc préalablement détaché est remis soigneusement en place. On le coiffe ensuite d'un chapeau de plâtre dont on aura la surface supérieure horizontale. Sur cette dernière, on trace :

- l'ombre d'un fil à plomb
- la direction de l'axe de la boussole

Le premier repère permet de retrouver le Nord Géographique.

Etude des échantillons en laboratoire

L'appareil que nous avons utilisé est un inductomètre conçu suivant le principe indiqué par E. THELLIER (2).

Une méthode rapide de mesure a été adoptée :

Pour déterminer l'angle que fait la composante horizontale M_{xy} du vecteur d'aimantation rémanente naturelle M avec le Nord géographique, l'échantillon est placé au centre de l'appareil ;

la surface de plâtre rendue horizontale est tournée vers le haut, et la trace du fil à plomb orientée suivant l'axe des bobines.

Par petites rotations de l'échantillon autour d'un axe vertical, on connaît la direction de M_{xy} qu'on matérialise sur le plâtre.

Cette opération terminée, on retourne l'échantillon de manière à rendre horizontale la trace de M_{xy} et la composante M_z . De ce fait, le vecteur d'aimantation rémanente naturelle M se trouve dans un plan horizontal.

Par de nouvelles rotations progressives, on détermine l'inclinaison, angle du vecteur M avec le plan horizontal.

Présentation des résultats

Le diagramme de la planche n° 2 donne la répartition des azimuts de M_{xy} .

Le même mode de présentation est adopté pour l'inclinaison, comptée positivement suivant la verticale descendante (planche n° 3).

Pour la cartographie de détails (planches 5, 6 et 7) à chaque point de prélèvement sont portés des vecteurs V ayant le sens des M_{xy} mesurés et dont les modules sont les valeurs des intensités d'aimantation au gramme $\sqrt{\quad}$ exprimés en 10^{-4} uem cgs. Quant à l'inclinaison, la valeur absolue en dizaines de degrés figure à l'extrémité de chaque vecteur V , ($I > 0$ en trait plein, $I < 0$ en trait discontinu).

Des mesures de susceptibilité magnétique massique X sur quelques échantillons ont montré que l'aimantation induite naturelle est faible.

Essais d'interprétation

1°) L'examen du diagramme n° 2 montre que toutes les directions sont représentées avec toutefois une tendance assez bien marquée vers l'Ouest et un net déficit pour le premier quadrant.

Pour mieux faire ressortir les directions privilégiées, nous avons groupé sur un autre diagramme (planche n° 4) les échantillons présentant les directions communes de M_{xy} à plus ou moins quinze degrés. Il apparaît alors qu'un quart environ des échantillons se trouve dans le secteur $180-240^\circ$. Si l'on compare ce résultat à la direction du champ magnétique terrestre actuel

(12° Ouest), on voit apparaître un décalage de plus de $\frac{\pi}{2}$.
De plus, une deuxième direction moins nette apparaît dans le 2ème et le 4ème quadrants, peut-on y voir une relation avec la pente actuelle de la cuirasse ?

En étudiant la répartition des σ , on trouve les résultats suivants :

<u>Valeur de σ</u>	<u>Nombre d'échantillons en tant pour cent</u>
0 < σ < 100 x 10 ⁻⁴ uèm cgs	31,5
100 200	21,3
200 300	12,3
300 400	6,8
400 500	6,7
500 600	4,3
600 700	3,0
700 800	2,4
800 900	1,6
900 1000	1,4
1000 1100	2,2
1100 1200	1,5
1200 1300	0,8
1300 1400	0,7
1400 1500	0,5
1500 1600	0,6
1600 1700	0,7
1700 1800	0,8
1800 1900	0,5
1900 2000	0,0
2000 2800	0,4

On voit d'après le tableau ci-dessus que 65,1 % possèdent une intensité d'aimantation au gramme inférieure à 300. 10⁻⁴ uèm cgs. En groupant ceux-ci dans des secteurs définis comme sur le diagramme de la planche n° 4, on obtient un nouveau diagramme (voir planche n° 4-bis) très peu différent du précédent. On peut alors conclure que l'effet prépondérant est dû aux rémanentes les plus faibles.

2°) En ce qui concerne l'inclinaison on trouve sensiblement autant de valeurs positives que de valeurs négatives. Le diagramme de la planche n° 3 fait ressortir la prédominance des directions de M voisines de l'horizontale. Plus du quart des échantillons ont une inclinaison comprise entre $- 30^\circ$ et $+ 30^\circ$. Trois pour cent des échantillons seulement possèdent une inclinaison égale à celle du champ magnétique terrestre actuel.

En conclusion, on peut affirmer que l'effet du champ magnétique terrestre actuel sur la direction des aimantations rémanentes naturelles est très faible.

Etude de la dispersion

1. Echantillons prélevés en surface

Trois groupes d'échantillons ont été choisis pour cette étude.

Groupe 1 - (Planche n° 5) Dans le cas présent où la distance moyenne entre échantillons est de l'ordre du mètre, on constate une très grande variation de σ . Ce phénomène pourrait s'expliquer soit par une forte concentration de composants magnétiques en un point donné, soit par l'effet d'une cause perturbatrice extérieure, par exemple la foudre. Quant aux directions des vecteurs V (définis à la page 3), elles se répartissent au hasard ; à la rigueur on pourrait retenir deux directions ENE/W~~SW~~ d'une part, ESE/WNW d'autre part. Elles correspondent à de fortes intensités d'aimantation rémanente.

Groupe 2 (Planche N° 6) - Comme pour le groupe 1, les points de prélèvement sont distants les uns des autres d'un mètre environ. A chaque point, trois à quatre échantillons jointifs ont été récoltés. La même dispersion tant dans les valeurs de σ que dans les directions de M_{xy} , est observée. Elle se fait encore plus sentir quand on considère séparément les échantillons d'un même point. On ne peut même plus parler d'une direction à forte aimantation.

Par contre, il existe une ligne de séparation nette des inclinaisons orientée grosso modo Nord-Sud, dont l'explication

pourrait être le passage d'un éventuel courant de foudre.

Groupe 3 (Planche n° 7) - Dans ce groupe le mode d'échantillonnage est identique au précédent. Dans l'ensemble les vecteurs V possèdent une très forte intensité et une polarisation dans la direction des fortes aimantations (SE/NW). Comme dans les deux premiers cas, on observe la même dispersion.

2. Echantillons prélevés en profondeur.

Pour ces échantillons la distance entre le chapeau de plâtre et la surface topographique actuelle varie entre 20 et 40 centimètres ; l'épaisseur de la cuirasse étudiée ne permet pas des prises plus en profondeur.

Vingt deux blocs ont été ainsi prélevés. Comme le montre la planche n° 8, les directions des composantes horizontales Mxy des vecteurs d'aimantation rémanente naturelle présentent en un point de prélèvement moins de dispersion.

Ce fait nous conduit à émettre l'hypothèse d'une accumulation en surface, des éléments magnétiques qui serait à l'origine des dispersions observées dans les groupes 1, 2 et 3.

3. Etude des profils

Sur trois profils étudiés, trois à cinq blocs ont été prélevés tous les dix mètres ou tous les vingt mètres. Au total plus de trois cents échantillons ont été récoltés.

La planche n° 9 donne pour chaque point la direction moyenne de Mxy.

Environ treize pour cent seulement des échantillons suivent la direction privilégiée du diagramme général de la planche n° 4.

4° Prospection à la BMZ

Un carré de 140 m de côté a été prospecté à la BMZ : l'équidistance des profils orientés Nord-Sud magnétique est de 10 mètres et l'écart entre deux stations voisines est de même valeur. En certains points anomaliques, des mesures tous les mètres ont été effectuées suivant deux directions perpendiculaires. Le gradient de Z suivant ces axes, atteint parfois 1200 grammes au mètre,

l'appareil étant à 130 cm du sol.

Un essai de tracer de courbes d'égale valeur de Z (Planche N° 10) fait apparaître la complexité du sous-sol. Toutefois, la direction SW/NE trouvée dans les diagrammes des planches 4 et 4-bis peut se retrouver en certains endroits de la zone prospectée.

5. Etude du gradient vertical de D

En vue de cette étude, cinq stations ont été choisies. En chacune, des mesures de D ont été effectuées à trois hauteurs différentes : 1,00 mètre, 1,30 mètre et 1,60 mètre. Dans le tableau suivant, on trouvera les valeurs de la déclinaison (comptée positivement vers l'Est, et l'appareil étant à 1,30 m) et son gradient suivant la verticale ascendante.

	<u>Valeur de D</u>	<u>Gradient vertical</u>
Station 1 : point A	- 12°20'	+ 3'/dm
Station 2 : à 10m au Sud de A	- 09°25'	- 15'/dm
Station 3 : à l'extrême Sud du profil Nord-Sud	- 11°30'	0'/dm
Station 4 : à l'extrême SE du profil SE/NW	- 11° 9'	+ 1'/dm
Station 5 : à l'extrême Est du profil Est-Ouest	- 12°23'	+ 4'/dm

La deuxième colonne du tableau montre que dans l'ensemble, la déclinaison magnétique est relativement peu affectée par la présence de la cuirasse.

En examinant les gradients verticaux des stations 1,4 et 5, on peut penser que la rotation vers l'Est de la composante horizontale du champ magnétique terrestre, quand on s'élève, doit avoir pour origine la décroissance, avec l'altitude, d'un champ perturbateur orienté sud-Ouest comme les composantes privilégiées Mxy

de la planche N° 4.

CONCLUSION

En ce qui concerne les directions des aimantations rémanentes naturelles, quelle que soit l'échelle adoptée dans les prises d'échantillon (décimétrique, métrique ou décamétrique), on est loin de rencontrer une certaine homogénéité.

L'étude de la déclinaison magnétique a révélé, comme on doit s'y attendre, que déjà à un mètre trente du sol la valeur de D est voisine de la normale avec un gradient vertical faible.

La comparaison entre les intensités d'aimantation rémanente naturelle et les susceptibilités magnétiques massiques mesurées montre que les premières sont nettement plus fortes que les secondes. Or, dans l'interprétation d'une prospection, on a coutume de ne tenir compte que de l'aimantation induite.

Dans le cas présent, cette façon d'opérer n'est plus valable. Notre prospection à la BMZ a révélé un très fort gradient d'un point à un autre ; la cause doit être recherchée dans les fortes valeurs de ζ .

Pour l'étude magnétique de formations analogues à la cuirasse qui fait l'objet de cette note, il apparaît donc qu'avant toute interprétation des mesures d'intensité d'aimantation rémanente et de susceptibilité sont nécessaires.

LISTE DES PLANCHES EN ANNEXE

- Planche 1 : Plan d'ensemble du site d'échantillonnage.
- Planche 2 : Diagramme de répartition des azimuts de M_{xy} .
- Planche 3 : Diagramme de répartition des inclinaisons des vecteurs de M .
- Planche 4 : Etude de directions privilégiées de M_{xy} (totalité des échantillons).
- Planche 4 bis: Etude de directions privilégiées de M_{xy} (échantillons à 300. 10-4)
- Planche 5 : Cartographie de détail de directions de M_{xy} et de I du groupe 1 (échantillon en surface).
- Planche 6 : Cartographie de détail de direction de M_{xy} et de 2 du groupe 2 (échantillon en surface).

- Planche 7 : Cartographie de détail de directions de Mxy et de $\bar{3}$ du groupe 3 (échantillon en surface).
Planche 8 : Directions de Mxy (échantillons en profondeur).
Planche 9 : Etude des profils : direction moyenne de Mxy.
Planche 10 : Prospection à la BMZ : isodynemes de Z.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - Travaux du Bureau Géologique n° 104
Service Géologique - Tananarive 1961 - p. 2
 - 2 - Annales de l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris - tome 16 - 1938
-