
Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer

CENTRE DE NOUMEA

**Profils bathymétriques
et magnétiques à travers le bassin
Nord-Fidjien et la dorsale de Hunter
(juin et juillet 1970).**

J. DUBOIS - B. LARUE - J. LAUNAY - J. RECY - C. REICHENFELD

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'OUTRE MER

Centre de NOUMEA

Profils Bathymétriques et Magnétiques à
Travers le bassin Nord Fidjien
et la dorsale de Hunter
(Juin et Juillet 1970)

J. DUBOIS, B. LARUE, J. LAUNAY, J. RECY, C. REICHENFELD.

S O M M A I R E

- INTRODUCTION
- DEROULEMENT DE LA CROISIERE
- DESCRIPTION SOMMAIRE DES PROFILS ET DES ANOMALIES
- ETUDE DES ANOMALIES
 - Méthode du dyke
 - Limite de la méthode
 - Etude du trajet Nouméa Funafuti
 - Etude du trajet Suva Nouméa
 - Conclusion sur l'interprétation par la méthode du dyke
 - Méthode du prisme
 - Chaine des Loyauté
 - Atoll immergé

- METHODOLOGIE ET PERSPECTIVES
- CONCLUSIONS
- ANNEXES I et II
- BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

Pendant les trajets aller et retour de la croisière d'Océanographie physique Danaïdes, deux profils continus bathymétriques et magnétiques ont été enregistrés : de Nouméa à Funafuti (I. Ellice) du 12 au 17 Juin et de Suva à Nouméa du 21 au 24 Juillet 1970 (cf. carte hors texte).

Pour l'exécution de cette croisière et l'exploitation des données, nous avons bénéficié de la méthodologie mise au point au cours de la croisière "Maruru". Rapport de la croisière "Maruru" (LARUE, LAUNAY, RECY et REICHENFELD, 1970).

Nous présenterons d'abord le déroulement de la croisière, puis une description sommaire des profils ; après une étude systématique des anomalies par la méthode du dyke, nous essayerons de tirer des conclusions sur les structures et nous calculerons pour certaines d'entre elles (Iles Loyauté et un atoll immergé du bassin Mélanésien) des modèles plus complexes.

Enfin nous tenterons de dégager des principes de méthodologie pour les études à venir.

I - DEROULEMENT DE LA CROISIERE

1) Profils

Le premier profil s'étend de la sortie Sud-Est du grand récif barrière de la Nouvelle Calédonie au point $22^{\circ} 17' S - 167^{\circ} 10' E$ à 20H 48 le 12/6/70 à l'entrée du lagon de Funafuti au point $07^{\circ} 21' S - 179^{\circ} 01' E$ à 10H 42 le 17/6/70. La direction générale du trajet suivi est Sud Ouest - Nord Est ; sept corrections de cap de faible importance ont eu lieu sur ce parcours qui recoupe successivement : le plateau compris entre la Nouvelle Calédonie et les Iles Loyauté, la chaîne des Iles Loyauté entre Lifou et Maré, la fosse et l'arc insulaire des Nouvelles Hébrides au sud de Vaté, le grand bassin Nord Fidjien et le sud du bassin Mélanésien.

Le second profil débute à la sortie de Suva au point $18^{\circ} 15' 30'' S - 178^{\circ} 28' 10'' E$ à 01H 06 le 21/7/70 et se termine un peu avant l'entrée du récif barrière Sud-Est de la Nouvelle Calédonie au point $22^{\circ} 14' S - 167^{\circ} 20' E$ à 03H 24 le 25/7/70. La dorsale de Hunter a été recoupée par trois profils ; la

dernière partie du trajet a traversé le sud de la fosse des Nouvelles Hébrides et de la chaîne des Iles Loyauté (voir carte).

Les points radar, estime étoile et méridien sont notés sur les profils ci-joints.

Remarque importante :

La base temps heure locale Nouméa se déroule de gauche à droite sur tous les profils (excepté pour les profils perpendiculaires à la dorsale de Hunter où une inversion de l'échelle temps a été réalisée pour permettre des comparaisons directes). Or les trajets ayant été de sens inverse (Nouméa - Funafuti et Suva - Nouméa), les structures sont inversées d'un trajet à l'autre.

2) Appareillage

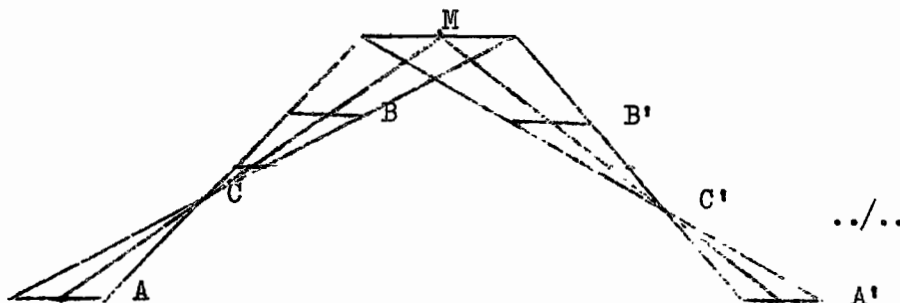
Les appareils utilisés, magnétomètre à protons Varian et écho-sondeur Atlas Werke sont les mêmes que ceux décrits dans le rapport précédent (Rapport de la croisière "Maruru") ; les conditions d'enregistrement ont été identiques à l'exception de la vitesse de déroulement du papier enregistreur du magnétomètre (12,7 cm/heure). Ces deux appareils ont parfaitement fonctionné pendant toute la durée de la croisière.

3) Navigation

Les conditions de navigation ont été médiocres sur le trajet Nouméa - Funafuti, ce qui a entraîné un faible nombre de points d'étoile. Sur le trajet Suva - Nouméa, les conditions ont été meilleures et quelques points radar ont été faits sur les îlots Conway, Hunter, Walpole et l'île des Pins.

Le problème de la précision sur le point a été traité dans le rapport précédent (Rapport de la croisière "Maruru") ; l'erreur sur la longitude et la latitude était inférieure à quatre milles. Cependant, l'incertitude sur un point d'estime dans le cas d'un changement de cap n'avait pas été traitée ; cette éventualité s'est présentée pendant cette croisière.

Schéma



On peut assimiler la valeur de l'erreur sur la longitude au point M en première approximation à :

$$d \varphi_M = \left(\frac{C M}{C B} + \frac{C' M}{C' B} \right) \frac{d \varphi_A}{2}$$

Sur le trajet Suva - Nouméa aux points C, D, E, F, G, H, cette erreur est de $\pm 4,5$ milles.

II - CALCUL DES ANOMALIES

Nous avons utilisé la méthodologie mise au point lors du dépouillement de la croisière précédente. Les deux programmes (Programma 101 Olivetti et IBM 360 de l'INAG) ont été utilisés pour le calcul des anomalies (Rapport de la croisière "Maruru").

Une seule modification a été apportée dans le choix du pas : un point noté toutes les six minutes soit environ un mille. L'emploi des deux programmes a révélé un écart inférieur à 1 %.

Un essai de la méthode SCHLICHT et PATRIAT par filtrage n'a pas donné de bons résultats car la longueur des profils était trop faible par rapport à la largeur de la fenêtre.

III - DESCRIPTION SOMMAIRE DES PROFILS ET DES ANOMALIES

1) Profil Nouméa - Funafuti : voir figure

Le long de ce profil, les unités morphologiques traversées sont : le bassin Calédonien, la chaîne des Iles Loyauté, la fosse des Nouvelles Hébrides, la chaîne des Nouvelles Hébrides avec un rift sur le flanc est, la plateaux Nord - Fidjien (entre D et E sur la figure), enfin la plaine abyssale du bassin Mélanésien interrompue par un atoll immergé.

On remarque le long du profil le calme relatif de la courbe des anomalies sur la fosse et sur la moitié Ouest des Hébrides, ce qui peut s'expliquer pour les Nouvelles Hébrides par la forte épaisseur de dépôts clastiques et volcanoclastiques ; on observe des variations de moyenne période pouvant être induites par des variations du bed rock volcanique ou des intrusions volcaniques au sein des sédiments ; quant à la fosse, c'est maintenant une donnée

connue qu'on n'observe pas en général d'anomalie magnétique importante à l'aplomb des grandes fosses océaniques.

On peut classer les anomalies d'après leur période :

a) Anomalies de courte période (inférieure à 18 Km)

- Au départ de la Nouvelle Calédonie avant d'atteindre le plateau compris entre la Nouvelle Calédonie et les Iles Loyauté.
- L'arc des Nouvelles Hébrides.
- Le bassin Nord Fidjien dans le segment C D.
- Sur le segment E F, quelques anomalies de faible amplitude à l'approche de l'atoll immergé. Ces anomalies de courte période semblent être induites par des pointements volcaniques abrupts ou par des accidents tectoniques qui peuvent se traduire par un fort gradient bathymétrique du fond.

b) Anomalies de moyenne période (entre 36 et 72 km)

- La partie Est du plateau néo-calédonien et de la chaîne des Loyauté.
- Le versant Ouest de la fosse des Nouvelles Hébrides (faible amplitude).
- La partie centrale de l'arc des Nouvelles Hébrides (faible amplitude).
- Deux zones du bassin Nord Fidjien (fortes amplitudes situées respectivement à $16^{\circ} 22' S - 170^{\circ} 22' E$ et $15^{\circ} 37' S - 170^{\circ} 52' E$.)
- La bordure Nord-Est du bassin Nord Fidjien (fortes amplitudes).
- La région de l'atoll immergé (le 16/6/70 à 09H 30 : $11^{\circ} 48' S - 176^{\circ} 06' E$.)
- La bordure Sud-Est du bassin Mélanésien aux abords de l'archipel des Iles Ellice.

c) Anomalies de grande période (supérieure à 150 Km)

Ces anomalies semblent parfois suivre l'allure générale du relief (exemple : région Nouvelle Calédonie - Nouvelles Hébrides) .

2) Profil Suva - Nouméa

Sur la partie du profil située dans le bassin Nord Fidjien caractérisé par une plaine abyssale et quelques massifs montagneux (sur F G, voir figure), on retrouve les anomalies de périodes différentes décrites plus haut.

Les anomalies de courte période seront étudiées par la méthode du dyke (PARKER GAY Jr.).

Sur chacun des profils perpendiculaires à la direction de la "dorsale" (*) de Hunter, la présence d'une dépression nettement marquée est un trait structural remarquable. La profondeur de cette dépression dépasse 3000 m sur C D, atteint 4000 m sur F E et 5000 m sur G H. La fosse externe, prolongement de la fosse des Nouvelles Hébrides suit une évolution parallèle : sa profondeur atteint 4000 m sur C D, 5000 m sur F E et près de 7000 m sur G H. Les anomalies magnétiques de courte période prédominent mais la similitude observée sur les profils bathymétriques n'apparaît plus : valeur moyenne voisine de 0 sur C D et G H, très positive sur F E.

IV - ETUDE DES ANOMALIES PAR LA METHODE DU DYKE

1) Mémento des abréviations utilisées

Nous rappelons ici les définitions et abréviations en usage pour l'interprétation des anomalies par la méthode du dyke (voir annexe 1)!

L'allongement du dyke est supposé très grand (∞ en théorie) par rapport à sa largeur.

α = direction de la structure par rapport au Nord magnétique.

δ = pendage du dyke que nous supposerons vertical.

z = profondeur de l'apex du dyke.

γ = direction du profil par rapport au Nord magnétique.

I_0 = inclinaison du vecteur champ magnétique (T_0) indiqué sur les cartes magnétiques publiées par le U. S. Naval Oceanographic Office.

Δ = distance en Km creux - crête (ou crête - creux) sur l'enregistrement.

T'_0 = projection du vecteur champ total dans le plan perpendiculaire à la structure étudiée \longrightarrow I'_0 inclinaison de T'_0 .

$$\text{tg } I'_0 = \frac{\text{tg } I_0}{\sin \alpha}$$

$\Delta' = \Delta \left| \cos \left(\alpha - \gamma - \frac{\pi}{2} \right) \right|$ = longueur en Km de la projection du profil enregistré sur le plan perpendiculaire au dyke.

(*) Le terme de dorsale employé ici n'implique aucune signification génétique ; cette région ayant été baptisée avant les travaux récents sur les dorsales actives qui prêtent à ce terme une signification particulière.

$$\Theta_F = (2 I'_0 - \int - \frac{\pi}{2})$$

La distance crête à creux des courbes théoriques tracées pour un certain nombre de valeurs de Θ_F (abaques de S. PARKER GAY) donne un paramètre du type $x \times z$ d'où l'on tire la profondeur théorique du dyke induisant l'anomalie observée $z = \frac{\Delta'}{x}$.

R = paramètre pour les dykes épais.

W = R x z épaisseur du dyke considéré.

Le contraste de susceptibilité magnétique K (en unité UEM) entre le dyke et les formations encaissantes est donné par la formule $K = \frac{Ax \times z}{2 \times T_0 \times W}$ où A est l'amplitude de l'anomalie considérée.

Sur les profils, les anomalies étudiées sont désignées par un chiffre romain et une flèche souligne la crête et le creux de l'anomalie.

2) Limites de la méthode du dyke dans les conditions de l'étude présentée ici

Dans toutes les régions étudiées, nous ne disposions que d'un profil magnétique et bathymétrique sauf sur la dorsale de Hunter où nous avons réalisé trois profils parallèles.

Le calcul des incertitudes des mesures a été exposé dans un précédent rapport (cf. Profils bathymétriques et magnétiques entre Tahiti et l'Equateur, Mars 1970).

I_0 , γ et Δ pouvaient être connus avec une précision bien suffisante mais l'absence d'autres méthodes d'investigation et la faible densité de nos propres observations n'a pas permis souvent de définir avec certitude les autres paramètres.

α , direction des structures a été déterminé d'après la carte bathymétrique à grande échelle de la Scripps ou le schéma tectonique à très grande échelle de MALAHOFF (1970), ce qui laissait pour les petites structures une marge d'indétermination appréciable.

De même, il n'était possible d'affirmer que la condition de grand allongement du dyke par rapport à sa largeur était remplie que pour les grandes structures.

Enfin, l'absence de sismique réflexion impliquait l'ignorance du pendage du dyke (\int) et de l'épaisseur de la couche sédimentaire si elle

existait. Aussi, nous avons supposé que le dyke affleurerait (condition acceptable pour les régions de fort relief) et que δ était toujours égal à 90° .

Nous prendrons comme exemple l'anomalie I (du segment A C du trajet Suva - Nouméa) et nous étudierons les modèles possibles en fonction des variations de α .

Anomalie I

Amplitude = 336γ $\Delta = 6,17 \text{ Km}$ $\gamma = 217^\circ$ $I_0 = -40^\circ$

D'après la carte structurale de MALAHOFF, les axes des structures donneraient $24^\circ > \alpha > 10^\circ$

. $\alpha = 10^\circ$

tg $I'_0 = -4,82$ $\implies I'_0 = -78^\circ$
 $\Delta' = 2,80 \text{ Km}$ $\theta_F = -336^\circ$
 dyke mince : $z \neq 0,7 \text{ Km}$

La profondeur à laquelle le dyke affleurerait dans ce modèle étant bien inférieure à la profondeur du fond au niveau du zéro de l'anomalie considérée (2,04 Km), le modèle n'est pas applicable. Il est donc inutile de calculer des modèles de dykes épais puisqu'on obtiendrait des profondeurs théoriques inférieures à celles du dyke mince.

. $\alpha = 24^\circ$

$I_0 = -40^\circ$ $\gamma = 217^\circ$ $\delta = 90^\circ$
 tg $I'_0 = -2,06$ $\implies I'_0 = -64^\circ$
 $\Delta' \neq 1,38 \text{ Km}$ $\theta_F = -308^\circ$
 dyke mince : $z \neq 0,55 \text{ Km}$

La conclusion est identique à la précédente. Les directions structurales données sur la carte tectonique ne permettent pas d'obtenir pour l'anomalie I un modèle cohérent dans le cadre de l'hypothèse du dyke.

Prenons comme direction hypothétique du dyke celle de la fracture sismique trouvée par SYKES et al., 1969, après étude des mécanismes au foyer de trois séismes dont les caractéristiques sont énoncées au tableau suivant :

<u>Date</u> :	<u>Latitude</u> :	<u>Longitude</u> :	<u>Profondeur</u> :	<u>α</u> :	<u>Pendage</u> :
17 Avril 1963	19° 8 S	178° 4 E	0	95	48° S
				120	45° S W
15 Juin 1965	20° 8 S	173° 8 E	33	102	90°
13 Juin 1966	21° 1 S	174° 3 E	40	108	90°

..//..

Soit donc $\alpha = 106^\circ$, direction moyenne des plans de faille sismique.

$$\begin{aligned} \delta &= 217^\circ & I_0 &= -40^\circ & \int &= 90^\circ \\ I'_0 &= -41^\circ & \Delta' &= 5,76 \text{ Km} & \Theta_F &= -262^\circ \end{aligned}$$

	R	Δ'	paramètre de la courbe	z (Km)	W(Km) = R x z
dyke mince	0	5,76	2,15 z = 5,76	2,68	-
dyke épais	1	5,76	2,30 z = 5,76	2,50	2,50
	2	5,76	2,9 z = 5,76	1,98	3,96

Un dyke de direction 106° par rapport au Nord magnétique, épais de 3,80 Km, affleurant à 2,04 Km de profondeur et avec un contraste de susceptibilité $K = 0,0018$ induirait une anomalie d'amplitude et de distance crête à creux identiques à celles de l'anomalie observée. Un dyke mince de même direction, dont l'apex serait situé à 0,64 Km sous le fond (ce qui implique une couverture de sédiments ou roches amagnétiques de 640 m d'épaisseur) donnerait un résultat analogue. Mais on ne peut en conclure que la direction 106° prise comme hypothèse de travail correspond réellement à la direction de la structure étudiée.

D'autres directions peuvent donner des modèles cohérents. Nous allons donc étudier les différents modèles théoriques établis en fonction d'une variation de α .

Tableau

α :	R :	z :	W :	le modèle convient :
10	0	0,70	-	non
24	0	0,55	-	non
50	0	0,68	-	non
70	0	1,65	-	non
80	0	2,00	-	oui
90	0	2,35	-	oui
	1	2,16	2,16	oui
	2	1,70	3,40	non
106	0	2,68	-	oui
	1	2,50	2,50	oui
	2	1,98	3,96	oui
130	0	3,01	-	oui
	1	2,68	2,68	oui
	2	2,13	4,26	oui

α :	R :	z :	W :	Le modèle convient :
130°	3	1,93	5,76	non
150°	0	2,47	-	oui
	1	2,18	2,18	oui
	2	1,82	3,64	non
160°	0	1,21	-	non
170°	0	1,08	-	non

Dans le cadre de l'hypothèse du dyke, pour un \int constant de 90°, seules les valeurs de α comprises entre 80° et 160° permettent l'élaboration de modèles qui induisent des anomalies magnétiques dont la distance crête à creux est égale à celle de l'anomalie observée (*).

Seules des informations complémentaires (cartes structurales, bathymétriques ou magnétiques à l'échelle des structures considérées, sismique réflexion) permettraient de choisir le ou les modèles les plus probables.

Pour les anomalies observées dans des régions où le contexte morphologique et structural est plus net que celui de l'anomalie I (ex : grands traits structuraux du type de la dorsale de Hunter ou de la chaîne des Loyauté), le doute sur la direction et l'allongement de la structure est beaucoup plus faible. Si le relief est abrupt, l'absence ou la faible épaisseur des couches sédimentaires devient aussi plus probable.

Remarque :

La direction de structure est définie par α à π près, le trajet du bateau par γ à 2π près. Une anomalie ayant la forme creux crête sur un trajet donné prend la forme crête creux sur le trajet en sens inverse.

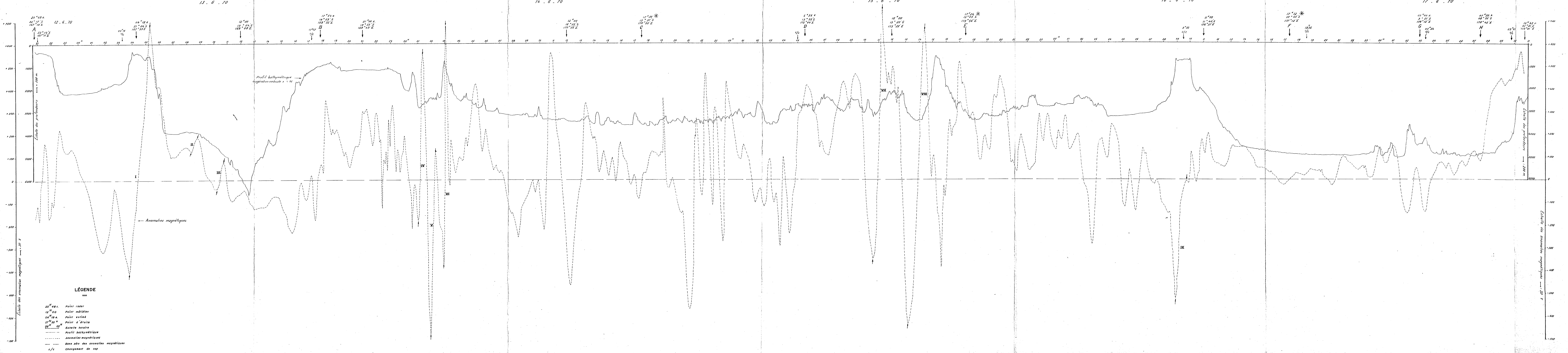
Par ailleurs, la forme crête creux ou creux crête dépend de K contraste de susceptibilité entre le milieu encaissant et le milieu injecté (dans l'hypothèse du dyke). Or on ne connaît rien sur ces milieux et leur nature.

Pour ces raisons, on emploiera le terme contraste de susceptibilité qui n'implique aucune signification sur le signe de la différence relative des

(*) La position du point d'anomalie nulle entre la crête et le creux permettrait de limiter le nombre des modèles mais comme cette anomalie se superpose à des oscillations de périodes plus grandes, il est impossible de repérer ce point.

CROISIÈRE DANAÏDES
DE NOUMÉA A FUNAFUTI

CROISIÈRE DANAÏDES - DE NOUMÉA A FUNAFUTI



13. 6. 70

14. 6. 70

15. 6. 70

16. 6. 70

17. 6. 70

20^h 48 a. 12. 6. 70
 22^h 12 S 167^h 10 E
 04^h 18 a. 05^h 16 c
 06^h 18 a. 21^h 06 S 167^h 33 E
 12^h 00 19^h 54 S 168^h 00 E
 17^h 54 a. 18^h 53 S 168^h 32 E
 17^h 17 5/c
 21^h 00 a. 19^h 31 S 169^h 43 E
 12^h 00 16^h 22 S 170^h 22 E
 15^h 50 * 15^h 31 S 170^h 12 E
 5^h 36 a. 13^h 58 S 172^h 04 E
 5/c
 12^h 00 11^h 20 S 173^h 22 E
 17^h 26 * 17^h 25 S 173^h 58 E
 5/c
 11^h 00 11^h 42 S 176^h 17 E
 3^h 30 c/c
 17^h 12 * 10^h 25 S 177^h 12 E
 18^h 36 9/c
 03^h 00 a. 3^h 21 S 178^h 12 E
 05^h 24 9/c
 07^h 30 a. 08^h 32 S 178^h 42 E
 09^h 51 9/c
 10^h 42 a. 10^h 21 S 179^h 01 E

Profil bathymétrique
enregistrement vertical x = 32

Anomalies magnétiques

LÉGENDE

- 20^h 48 a. Point radar
- 12^h 00 Point méridien
- 04^h 18 a. Point estimé
- 17^h 30 * Point d'étoile
- 05^h 03 Cannelle horaire
- Profil bathymétrique
- - - - - Anomalies magnétiques
- Base zéro des anomalies magnétiques
- c/c Changement de cap

Echelle des profondeurs 1 : 200 m

Echelle des anomalies magnétiques 1 : 20 γ

susceptibilités magnétiques des milieux. La distance crête-creux des abaques, sans considération de signe donnera alors la profondeur de l'apex et l'épaisseur du modèle de dyke supposé.

3) Etude du trajet Nouméa Funafuti

Nous essaierons d'interpréter par la méthode du dyke les anomalies de courte et moyenne période présentant une crête et un creux prononcés.

a) Chaîne des Loyauté

. Anomalie I

amplitude = 1080 γ $\alpha = 120^\circ$ direction de la chaîne des Loyauté
 $\int = 90^\circ$ $\gamma = 13^\circ$ $I_0 = -43^\circ$
 $\text{tg } I'_0 = -1,07 \implies I'_0 = -47^\circ$
 $\Delta' = 27,72 \text{ Km}$ $\theta_F = -274^\circ$

	R	Δ'	paramètre de la courbe	z	W
dyke mince	0	27,72	2,3 z = 27,72	12,05	-
dyke épais	4	27,72	4,5 z = 27,72	6,16	24,6

L'apex étant à 0,500 Km de profondeur, l'hypothèse du dyke n'est pas acceptable. La morphologie massive de la chaîne confirme ce résultat.

b) Fosse des Nouvelles Hébrides

Elle se caractérise par une large flexure de la courbe des anomalies sur laquelle on observe sur le flanc Ouest des anomalies secondaires de faible amplitude et de courte période.

. Anomalie II

amplitude = 60 γ $\alpha = 120^\circ$ $I_0 = -40^\circ$ $\gamma = 13^\circ$ $\Delta = 8,7 \text{ Km}$
 $I'_0 = -43^\circ$ $\Delta' = 8,32 \text{ Km}$ $\theta_F = -266^\circ$

	R	Δ'	paramètre de la courbe	z	W
dyke mince	0	8,32	2,05 z = 8,32	4,05	-
dyke épais	1	8,32	2,3 z = 8,32	3,62	8,32

Un dyke d'épaisseur légèrement inférieure à 8 Km, de contraste de susceptibilité convenable affleurant à 3800 m de profondeur induirait une anomalie d'amplitude et de distance crête à creux identiques à celles de l'anomalie observée. Un dyke mince recouvert de 0,2 Km de sédiments induirait aussi une anomalie identique.

../..

. Anomalie III

amplitude = 108 γ $\alpha = 120^\circ$ (direction de la chaîne des Loyauté)
 $\gamma = 13^\circ$ $I_0 = - 40^\circ$

Cette anomalie présente une distance crête à creux égale à l'anomalie I
 Le modèle du dyke mince donne un apex à 4,05 m de profondeur. Le fond étant à
 4700 m, le modèle du dyke mince ne convient pas.

Pour $\alpha = 140^\circ$ direction de la fosse des Nouvelles Hébrides au niveau
 du profil, $z = 2,96$ Km dans le cadre de l'hypothèse du dyke mince. Ce dernier
 modèle n'est donc, lui non plus, pas acceptable.

c) Chaînes des Nouvelles Hébrides

Sur une anomalie de grande période et d'amplitude relativement faible
 dont la forme paraît depuis le départ de Nouméa, homologue à celle du fond topo-
 graphique, se superposent des anomalies de forte amplitude et de courte période
 que nous allons tenter d'interpréter selon la méthode du dyke.

. Anomalie IV

$\alpha = 150^\circ$, direction du graben recoupé par le profil $\delta = 90^\circ$
 $\gamma = 23^\circ$ $I_0 = - 43^\circ$ $\Delta = 6,79$ Km
 $\text{tg } I'_0 = -1,364 \implies I'_0 = -54^\circ$
 $\Delta' = 5,42$ Km $\theta_F = - 288^\circ$
 dyke mince : paramètre de la courbe : $2,15$ $z = 5,42 \implies z = 2,52$ Km

Le fond étant à 2800 m, le modèle du dyke ne convient pas.

. Anomalie V

$\alpha = 150^\circ$	$\gamma = 23^\circ$	$\delta = 90^\circ$	$I_0 = - 43^\circ$	$\Delta = 7,41$ Km		
$I'_0 = - 54^\circ$	$\Delta' = 5,92$ Km		$\theta_F = - 288^\circ$			
	R	Δ'	paramètre de la courbe	z	W	K
dyke mince	0	5,92	2,15 $z = 5,92$	2,75	-	-
dyke épais	1	5,92	2,46 $z = 5,92$	2,40	2,40	0,0085

Un dyke de 2,4 Km de largeur affleurant à 2,4 Km de profondeur et
 ayant un contraste de susceptibilité de 0,0085 induirait une anomalie ayant
 même distance crête à creux et même amplitude que celles de l'anomalie mesurée.

. Anomalie VI

$\alpha = 150^\circ$ $\gamma = 23^\circ$ $I_0 = - 43^\circ$ $\Delta = 1,54$ Km $\Delta' = 1,39$ Km $I'_0 = - 54^\circ$

..//..

Supposons d'après l'allure structurale : $\delta = 90^\circ$
 $\theta_F = -288^\circ$ paramètre de la courbe : $2,1 z = 1,392 \implies z = 0,66$

La profondeur étant de 0,68 Km, le modèle du dyke mince vertical dont l'apex affleure convient.

d) Bassin Nord Fidjien

. Anomalie VII

$\alpha = 63^\circ$, direction apparente des structures sur la carte $\gamma = 54^\circ$
 $\delta = 90^\circ$ $I_0 = -34^\circ$ $\Delta = 14,8 \text{ Km}$ $\Delta' = 2,3 \text{ Km}$
 $\text{tg } I'_0 = -0,75 \implies I'_0 = -37^\circ$
 $\theta_F = -254^\circ \implies z = 1,08 \text{ Km}$

La profondeur étant de 3,00 Km, l'hypothèse du dyke pour la direction utilisée ne convient pas.

. Anomalie VIII

Gardons la même valeur de α et γ pour l'anomalie VIII.
 $\Delta = 25,3 \text{ Km}$ $\Delta' = 3,95 \text{ Km}$ $\theta_F = -254^\circ \implies z = 1,86 \text{ Km}$

La profondeur étant de 3,7 Km, l'hypothèse du dyke pour la direction utilisée ne convient pas.

. Anomalie IX

La structure située à l'aplomb de l'anomalie est certainement un atoll ayant subi une subsidence. Ce type de structure en général circulaire ou elliptique ne remplit pas la condition de grand allongement par rapport à la largeur, nécessaire dans l'hypothèse du dyke.

Aucune des anomalies sur ce segment de ce profil du bassin Nord Fidjien et du bassin Mélanésien n'a pu être interprétée de façon convenable dans le cadre de l'hypothèse du dyke.

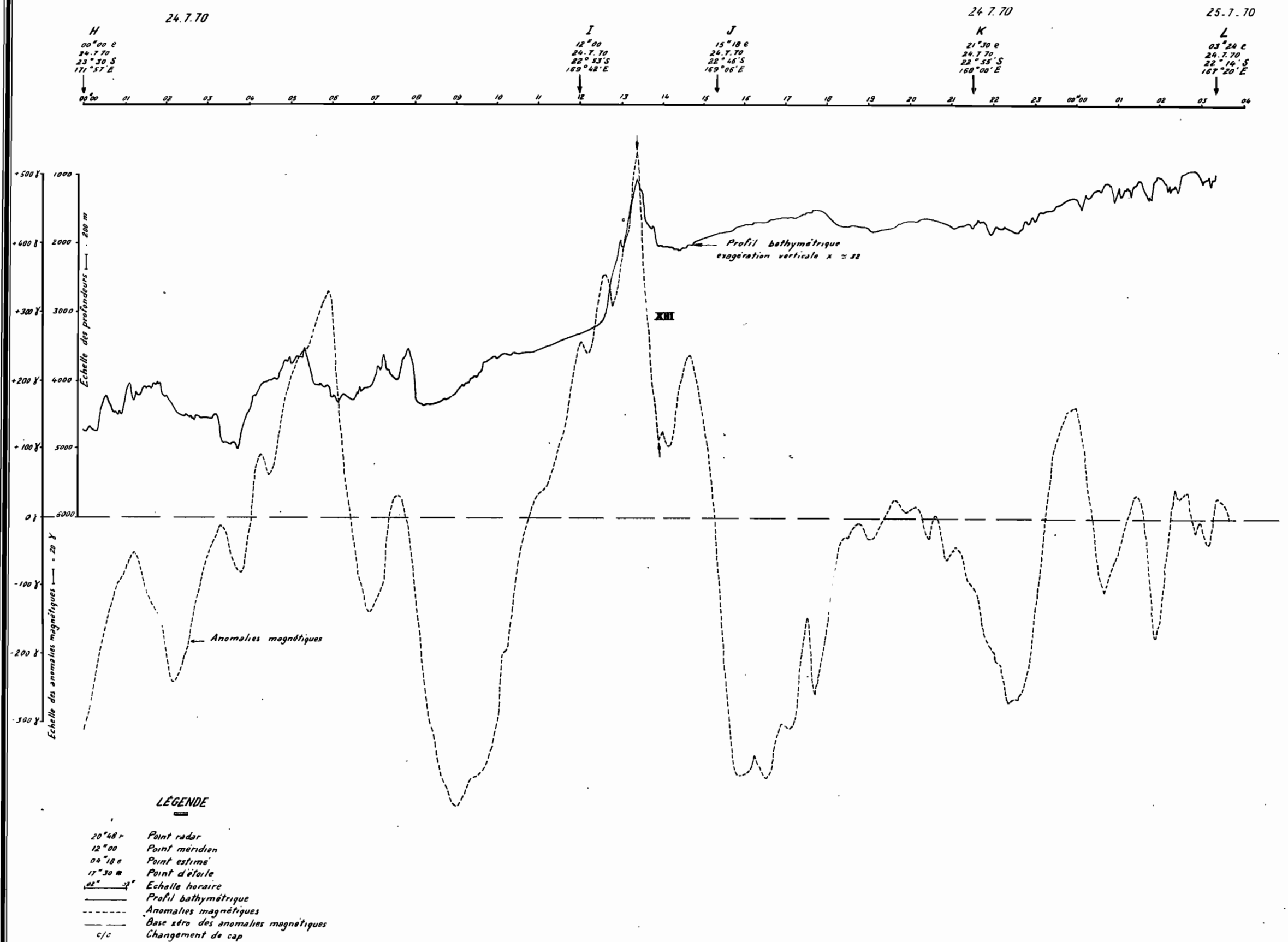
Deux raisons ont pu jouer :

- L'insuffisance des documents a obligé à affecter les modèles des directions tectoniques générales qui semblent apparaître sur la carte bathymétrique. De telles directions ne sont pas forcément celles des structures rencontrées.
- Les reliefs de ces régions seraient constitués de massifs de forme circulaire ou elliptique ; ceux-ci bien que pouvant être alignés suivant des directions préférentielles seraient isolés les uns des autres. La condition du grand allongement par rapport à la largeur nécessaire dans le cadre de l'hypothèse du dyke

../..

CROISIÈRE DANAÏDES DE SUVA A NOUMÉA

SEGMENT H.I.J.K.L.

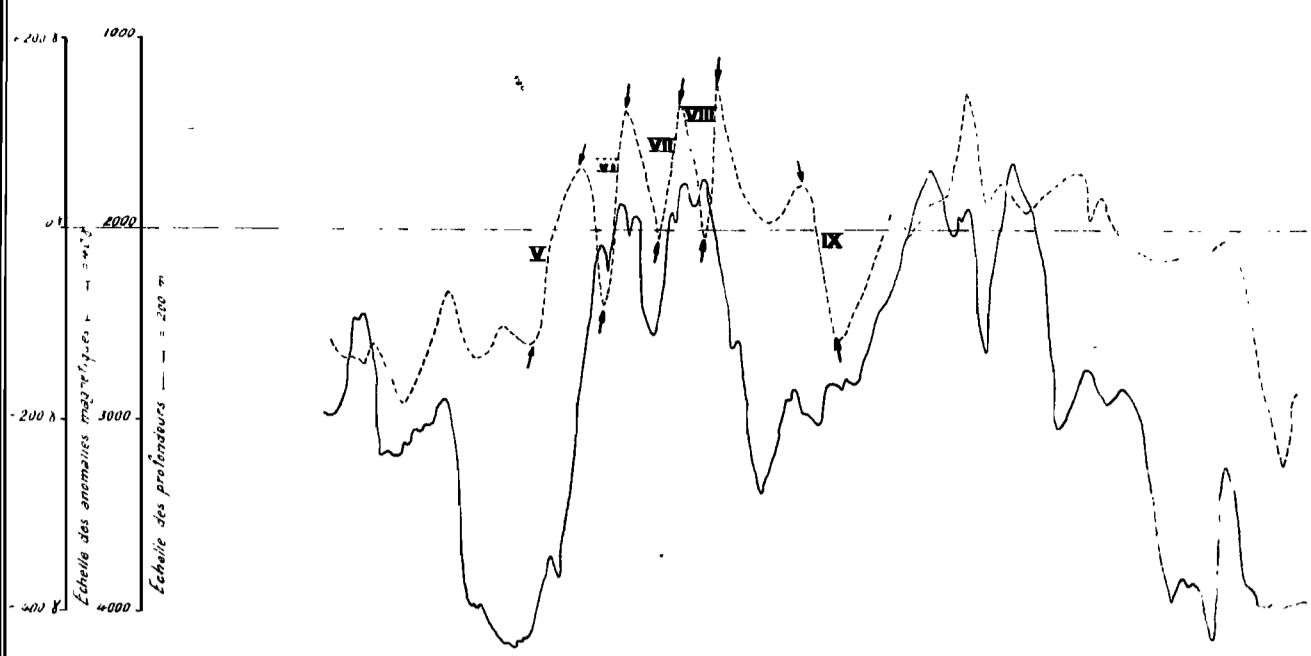


CROISIÈRE DANAÏDES DE SUVA A NOUMÉA
SEGMENT CD

19° 20' S 175° 30' E 20° 00' S 175° 30' E 21° 00' S 175° 30' E 22° 00' S 175° 30' E 23° 00' S 175° 30' E 24° 00' S 175° 30' E 00° 00' 01° 02° 03° D 04°

21 7 70

22 7 70



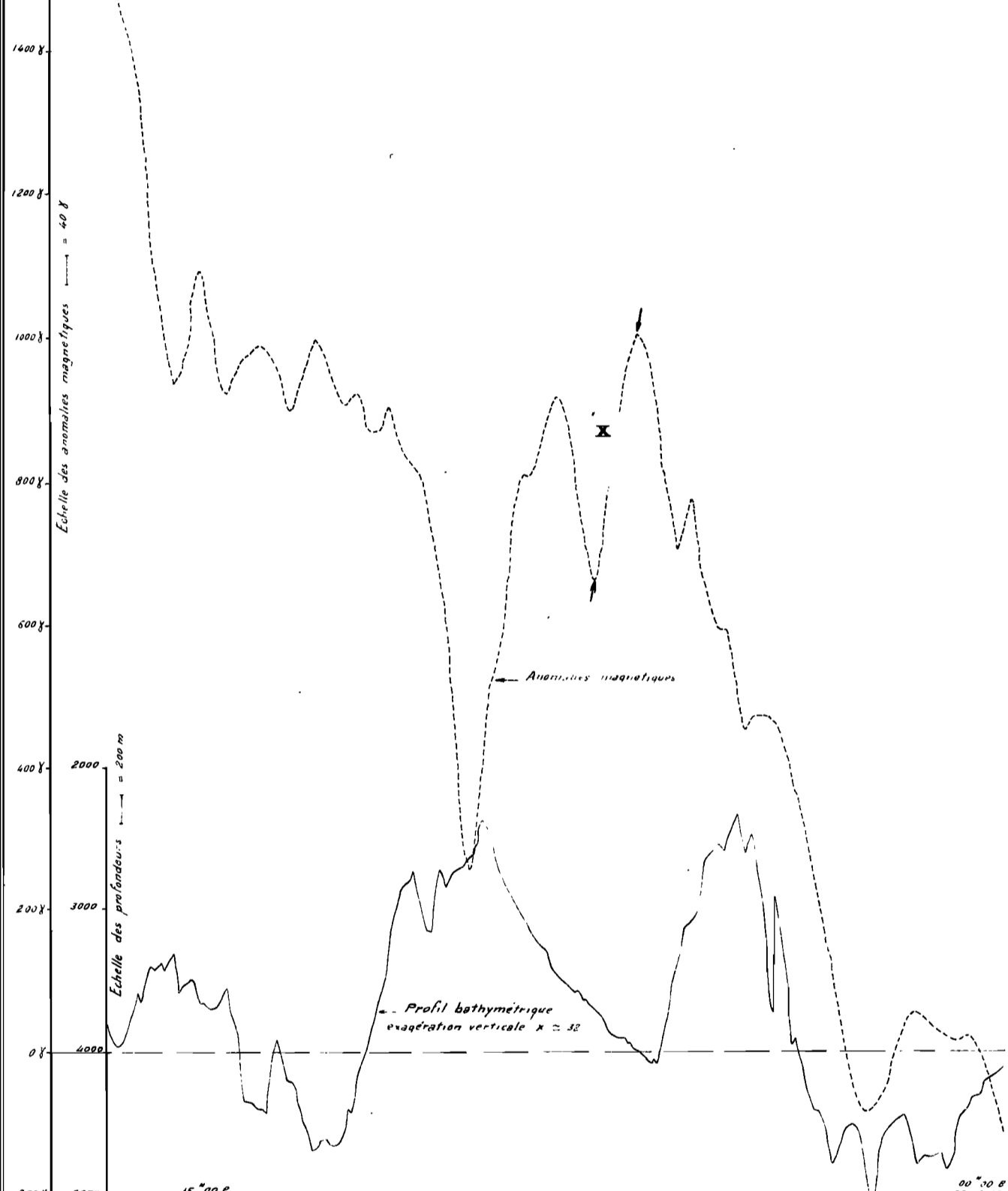
02° 00' E
23 7 70
21° 15' S
174° 13' E

15° 30' E
22 7 70
22° 48' S
175° 04' E

SEGMENT FE

23 7 70

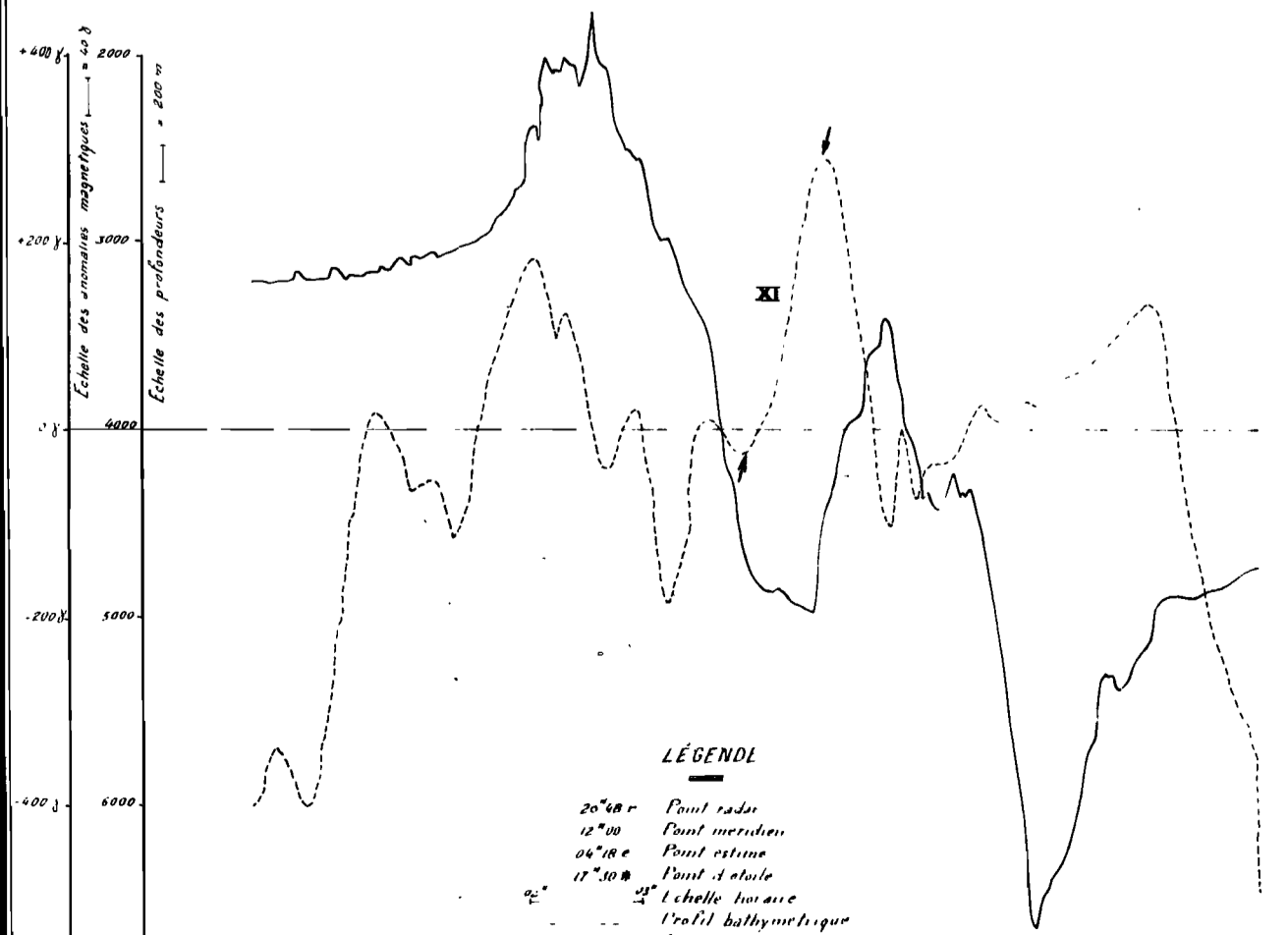
22 7 70



15° 00' E
23 7 70
21° 56' S
174° 57' E

00° 30' E
23 7 70
23° 30' S
174° 57' E

SEGMENT GH

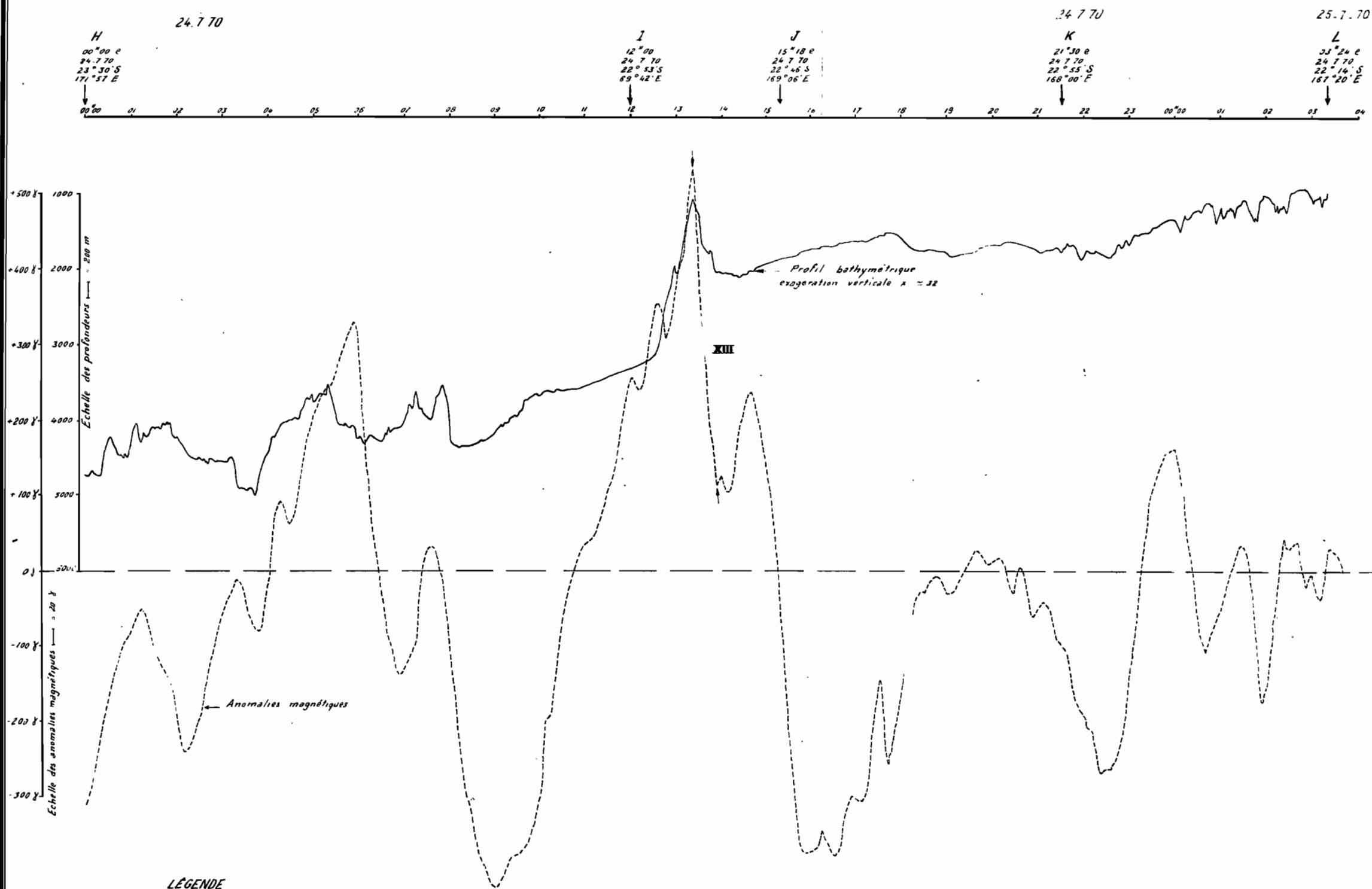


LÉGENDE

- 20° 48' r Pont radar
- 12° 00' Pont merdien
- 04° 18' e Pont estime
- 17° 30' Pont d'étoile
- 02° 23° Echelle horaire
- Profil bathymétrique
- - - Anomalies magnétiques
- Base zero des anomalies magnétiques
- c/c l'alignement de cap

— CROISIÈRE · DANAÏDES · DE · SUVA · A · NOUMÉA —

SEGMENT H.I.J.K.L.



LÉGENDE

- 20° 48' Point radar
- 12^h 00 Point méridien
- 04^h 18^m Point estimé
- 17^h 30^m Point d'étoile
- 02^h 24^m Echelle horaire
- Profil bathymétrique
- - - - Anomalies magnétiques
- - - - Base zéro des anomalies magnétiques
- c/c Changement de cap

ne serait donc pas remplie pour les anomalies induites par tout ou partie de chacun de ces reliefs.

4) Etude du trajet Suva Nouméa

Les profils ont été réalisés sur la base temps heure de Nouméa. Nous étudierons successivement et indépendamment de leur ordre chronologique les segments de profils situés dans le bassin Nord Fidjien, sur la dorsale de Hunter, dans le bassin Sud Fidjien, et dans la région néo-calédonienne. Les anomalies de courte période et moyennes périodes seront étudiées dans le cadre de la méthode du dyke.

a) Bassin Nord Fidjien

Segment A B C

. Anomalie I (cf. résultats du chapitre : limites de la méthode du dyke...)

$\alpha = 10^\circ$ (d'après carte MALAHOFF) modèle non compatible

$\alpha = 24^\circ$ (d'après carte MALAHOFF) modèle non compatible

$\alpha = 106^\circ$ (direction du plan de faille sismique dans le bassin Nord Fidjien) modèles compatibles.

. Anomalie II

amplitude = 554 λ $\alpha = 106^\circ$ $\gamma = 217^\circ$ $I_0 = -40^\circ$ $\delta = 90^\circ$ $\Delta = 7,8 \text{ Km}$

Prenons comme hypothèse de travail la direction 106° .

$\text{tg } I'_0 = \frac{0,839}{0,961} \implies I'_0 = -41^\circ$

$\Delta' = 7,28 \text{ Km}$ $\theta_F = -262^\circ$

	R	Δ'	paramètre de la courbe	z	W
dyke mince	0	7,28	2,15 z = 7,28	3,39	-
dyke épais	1	7,28	2,3 z = 7,28	3,16	3,16
	2	7,28	2,9 z = 7,28	2,51	5,02
	3	7,28	3,7 z = 7,28	1,97	5,91

Un dyke épais de direction 106° affleurant à 2060 m de profondeur donnerait une anomalie dont la distance crête à creux serait identique à celle de l'anomalie observée.

Prenons pour hypothèse de travail une direction structurale conforme à la carte tectonique de MALAHOFF soit :

../..

$\alpha = 24^\circ$

$\text{tg } I'o = - 2,06 \implies I'o = - 64^\circ \quad \Delta = 7,63 \text{ km} \quad \theta_F = - 308^\circ$

	R	Δ'	paramètre de la courbe	z	W
dyke mince	0	7,63	2,5 z = 7,63	3,05	-
dyke épais	1	7,63	2,55 z = 7,63	3,0	3,0
	2	7,63	3,3 z = 7,63	2,31	4,62
	3	7,63	4,12 z = 7,63	1,85	5,55

Un dyke épais affleurant, de direction 24° , donnerait une anomalie dont la distance crête à creux serait identique à celle de l'anomalie observée.

. Anomalie III

amplitude = 286 $\lambda = 217^\circ \quad I_o = - 40^\circ \quad \theta = 90^\circ \quad \Delta = 6,2 \text{ km}$

Prenons $\alpha = 106^\circ$ (direction de faille sismique)

$\text{tg } I'o = - 0,873 \implies I'o = - 41^\circ \quad \Delta' = 5,8 \text{ km} \quad \theta_F = - 262^\circ$

dyke mince (pour $\theta_F = - 262^\circ$) : $2,05 \text{ z} = 6,2 \text{ km} \implies z = 3,02 \text{ km}$

Or le point 0 de l'anomalie coïncide avec un décrochement topographique brutal de 2920 m à 3700 m de profondeur. Le modèle proposé peut convenir. Le fort gradient de profondeur indique que le profil topographique a été réalisé suivant une direction proche de la ligne de plus grande pente du relief.

Prenons $\alpha = 24^\circ$ (direction tectonique de la carte de MALAHOFF)

$I'o = - 64^\circ \quad \Delta' = 5,8 \text{ km} \quad \theta_F = - 308^\circ$

dyke mince : $2,50 \text{ z} = 5,80 \text{ km} \implies z = 2,3 \text{ km}$

Un telle profondeur de l'apex est nettement insuffisante ; le modèle ne convient pas.

. Anomalie IV

amplitude = 378 $\lambda = 7,41 \text{ km} \quad \alpha$ est toujours supposé égal à $106^\circ \quad I_o = - 42^\circ$

$\text{tg } I'o = - 0,94 \implies I'o = - 43^\circ \quad \Delta' = 6,92 \text{ km} \quad \theta_F = - 266^\circ$

	R	Δ'	paramètre de la courbe	z	W
dyke mince	0	6,92	2,05 z = 6,92	3,33	-
dyke épais	1	6,92	2,24 z = 6,92	3,09	3,09
	2	6,92	2,9 z = 6,92	2,38	4,76

Un dyke d'épaisseur comprise entre 3,09 et 4,76 km affleurant à 2,78 km de profondeur donnerait une anomalie dont la distance crête à creux serait égale à celle de l'anomalie observée.

$$\alpha = 24^\circ$$

$$\text{tg } I'o = - \frac{2,22}{6,92} \implies I'o = - 66^\circ \quad \Delta' = 6,92 \text{ km} \quad \theta_F = - 312^\circ$$

dyke mince : 2,58 z = 6,92 km \implies z = 2,68 km

Le fond étant à 2,78 km, le modèle, aux erreurs de mesure près, pourrait convenir.

Pour les anomalies I à IV, on peut remarquer :

- Que la direction structurale 106° donne des modèles théoriques convenables pour chacune des 4 anomalies (ce qui n'est pas le cas pour $\alpha = 24^\circ$).
- Pour $\alpha = 106^\circ$, les anomalies théoriques présentent des ressemblances marquées (crêtes et creux accusés) avec les anomalies observées alors que pour $\alpha = 24^\circ$, les formes des anomalies théoriques paraissent nettement différentes.

Segment F G :

. Anomalie XII

amplitude = 580 $\Delta' = 9,88 \text{ km}$

Faute d'indications précises sur la direction de la structure, nous calculerons deux modèles, l'un prenant la direction de fracture sismique ($\alpha = 106^\circ$) comme hypothèse de travail, l'autre en prenant pour direction de la structure celle de la dorsale de Hunter ($\alpha = 64^\circ$) à proximité du point considéré.

$\alpha = 106^\circ$ (direction du plan de faille sismique)

$$\gamma = 240^\circ \quad \delta = 90^\circ \quad I_o = - 45^\circ \quad \text{tg } I'o = - \frac{1}{0,961} \implies I'o = - 46^\circ$$

$$\Delta' = 7,10 \text{ km} \quad \theta_F = - 270^\circ$$

	R	Δ'	paramètre de la courbe	z	W
dyke mince	0	7,10	2,08 z = 7,10	3,41	-
dyke épais	1	7,10	2,3 z = 7,10	3,1	3,1

Les fonds variant brutalement entre 2,90 km et 3,30 km au 0 de l'anomalie, le modèle de dyke épais (R = 1) induirait une anomalie dont la distance crête à creux serait égale à celle observée.

$\alpha = 64^\circ$ (direction de la dorsale au voisinage du profil)

$$\text{tg } I'o = - \frac{1}{0,899} \implies I'o = - 48^\circ \quad \Delta' = 9,88 \text{ km} \quad \theta_F = - 276^\circ$$

	R	Δ'	paramètre de la courbe	z	W
dyke mince	0	9,88	2 z = 9,88	4,44	-
dyke épais	1	9,88	2,3 z = 9,88	4,3	4,3
	2	9,88	2,95 z = 9,88	3;35	6,70
	3	9,88	3,28 z = 9,88	3;01	9,03

Un dyke d'épaisseur 9,03 km affleurant à 3,01 km de profondeur induirait une anomalie dont la distance crête à creux serait sensiblement égale à celle observée. Comme dans le modèle précédent, une certaine indétermination demeure du fait de la dénivellée brutale du fond (de 2900 m à 3200 m) au niveau 0 de l'anoma-

lie. Les deux directions prises comme hypothèse de travail donnent des modèles compatibles.

Le nombre insuffisant de données sur cette bordure Sud du Bassin Nord Fidjien ne permet pas de réaliser une étude de modèles poussée. Nous avons pu seulement mettre en évidence ~~qu'un certain nombre~~ de modèles induisaient des anomalies dont les distances crête à creux étaient identiques à celles des anomalies considérées et ce pour des directions variées. Dans cette région, seules de nouvelles données et l'emploi de méthodes complémentaires permettraient de lever le trop grand nombre d'indéterminations.

b) Dorsale de Hunter

La dorsale représentant un trait morphologique majeur nettement individualisé, il paraît logique d'accepter pour direction des structures recoupées la direction de la dorsale.

Segment C D

. Anomalie V

amplitude = 184 γ $\Delta = 8,64$ Km $\gamma = 139^\circ$ $I_0 = - 42^\circ$ $\delta = 90^\circ$

$\alpha = 38^\circ$ (direction générale de la dorsale de Hunter au niveau du profil)

tg $I'_0 = - 1,495 \implies I'_0 = - 56^\circ$ $\Delta' = 8,47$ km $\theta_F = - 292^\circ$

	R	Δ'	paramètre de la courbe	z	W
dyke mince	0	8,47	2,1 z = 8,47	4,03	-
dyke épais	1	8,47	2,44 z = 8,47	3,46	3,46

Un dyke mince de contraste de susceptibilité magnétique $K = 0,024$ affleurant à 3720 m de profondeur donnerait une anomalie dont la distance crête à creux et l'amplitude seraient égales à celles de l'anomalie enregistrée. Pour le calcul de K, une épaisseur de 2 km a été choisie puisque nous n'avons aucun moyen de connaître l'épaisseur exacte dans le cas du dyke mince.

. Anomalie VI

amplitude = 204 γ $\Delta = 4,63$ km $\gamma = 139^\circ$ $I_0 = - 42^\circ$ $\delta = 90^\circ$

$\alpha = 38^\circ$ (direction générale de la dorsale de Hunter au niveau du profil)

$I'_0 = - 56^\circ$ $\Delta' = 4,55$ km $\theta_F = - 292^\circ$

	R	Δ'	paramètre de la courbe	z	W
dyke mince	0	4,55	2,08 z = 4,55	2,19	-
dyke épais	1	4,55	2,44 z = 4,55	1,86	1,86

Un dyke d'épaisseur 1,86 km, de contraste de susceptibilité magnétique $K = 0,002$ et affleurant à 1,86 km de profondeur donnerait une anomalie dont la distance crête à creux et l'amplitude seraient égales à celles que l'on enregistre.

. Anomalie VII

amplitude = 144 χ $\Delta = \neq 4,01$ km $\gamma = 139^\circ$ $I_0 = -42^\circ$ $\delta = 90^\circ$
 $\alpha = 38^\circ$
 $I'_0 = -56^\circ$ $\Delta' = 3,94$ km $\Theta_F = -292^\circ \implies z = 1,89$ km

Un dyke mince de contraste de susceptibilité $K = 0,0050$ affleurant sur le fond à 1920 m de profondeur donnerait une anomalie dont la distance crête à creux et l'amplitude seraient égales à celles que l'on enregistre. En raison de l'impossibilité de calculer l'épaisseur réelle du dyke mince une épaisseur de 0,6 km a été arbitrairement choisie.

. Anomalie VIII

amplitude = 160 χ $\Delta = 2,78$ km $\gamma = 139^\circ$ $I_0 = -42^\circ$ $\delta = 90^\circ$
 $\alpha = 38^\circ$
 $I'_0 = -56^\circ$ $\Delta' = \neq 2,73$ km $\Theta_F = -292^\circ$ $z = 1,31$ km

Un telle profondeur du dyke théorique est inférieure à la profondeur effectivement mesurée. On peut conclure que la méthode du dyke n'est pas applicable à cette anomalie ou que le α choisi ne correspond pas à la direction de la structure l'induisant.

. Anomalie IX

amplitude = 160 χ $\Delta = 11$ km $\gamma = 139^\circ$ $\delta = 90^\circ$ $I_0 = -44^\circ$
 $\alpha = 38^\circ$ (direction de la dorsale de Hunter au point considéré)
 $\text{tg } I'_0 = -1,57 \implies I'_0 = -57^\circ$ $\Delta' = 10,91$ km $\Theta_F = -294^\circ$

	R	Δ'	paramètre de la courbe	z	W
dyke mince	0	10,91	2,1 z = 10,91	5,2	-
dyke épais	1	10,91	2,58 z = 10,91	4,23	4,23
	2	10,91	3,08 z = 10,91	3,54	7,08
	3	10,91	3,80 z = 10,91	2,87	8,61

Un dyke épais de 8,2 km et de contraste de susceptibilité magnétique $K = 0,005$ affleurant à 3,0 km de profondeur donnerait une anomalie dont la distance crête à creux et l'amplitude seraient égales à celles de l'anomalie enregistrée ; un dyke plus mince mais plus profond (recouvert de sédiments)

induirait une anomalie identique.

Segment F E

. Anomalie X

amplitude = 344 γ $\Delta = 9,88$ km $\delta = 90^\circ$ $\gamma = 323^\circ$ $I_0 = -45^\circ$

$\alpha = 53^\circ$ (direction par rapport au Nord magnétique de la dorsale au niveau du profil considéré)

$\text{tg } I'_0 = -1,26 \implies I'_0 = -52^\circ$ $\Delta' = 0,88$ km $\theta_F = -284^\circ$

	R	Δ'	paramètre de la courbe	z	W
dyke mince	0	9,88	2,1 z = 9,88	4,7	-
dyke épais	1	9,88	2,3 z = 9,88	4,3	4,3
	2	9,88	2,9 z = 9,88	3,4	6,8

Un dyke de 5,7 km d'épaisseur et de contraste de susceptibilité magnétique $K = 0,0022$ affleurant à 3,88 km de profondeur induirait une anomalie dont la distance crête à creux et l'amplitude seraient égales à celles de l'anomalie enregistrée. Un dyke plus mince et plus profond (recouvert de sédiments) induirait une anomalie identique.

Segment G H

. Anomalie XI

amplitude = 316 γ $\alpha = 78^\circ$ $\delta = 90^\circ$ $\gamma = 168^\circ$ $I_0 = -45^\circ$

$\Delta = 13,58$ km $\text{tg } I'_0 = -1,022 \implies I'_0 = -45^\circ$

$\Delta' = 13,58$ km $\theta_F = -270^\circ$

	R	Δ'	paramètre de la courbe	z	W
dyke mince	0	13,58	2,03 z = 13,58	6,7	-
dyke épais	1	13,58	2,3 z = 13,58	5,3	5,3
	2	13,58	2,8 z = 13,58	4,81	9,62

Un dyke de 9,50 km d'épaisseur et de contraste de susceptibilité magnétique $K = 0,0014$ affleurant à 4,86 km donnerait une anomalie théorique dont la distance crête à creux et l'amplitude seraient égales à celle de l'anomalie enregistrée. Un dyke plus mince mais recouvert de sédiments induirait une anomalie théorique identique.

Si la morphologie des trois profils perpendiculaires à la dorsale présente des ressemblances, les profils magnétiques ne montrent pas d'analogies permettant d'établir des corrélations (sauf peut-être les anomalies X et XI).

Le profil F E se singularise par la quasi absence d'anomalie négative ; au nord de Conway Reef la courbe des anomalies monte jusqu'à + 1500 alors que sur les autres profils les valeurs absolues des anomalies sont nettement inférieures

c) Profils au sud de la dorsale de Hunter

Bassin Sud Fidjien - Sud de la Nouvelle Calédonie

Segment D E

Une anomalie à 05H correspond à un relief sous-marin. Le trajet suivi par le bateau étant sensiblement parallèle à la direction de la dorsale, le faible allongement de ce relief permet de penser qu'il s'agit d'un massif volcanique sous-marin à peu près circulaire. La condition de grand allongement de la structure par rapport à la largeur n'étant pas remplie, l'hypothèse du dyke n'est pas applicable.

Segment H I J K L

Sur le segment H I la topographie est relativement peu accidentée. Les anomalies magnétiques de grande période ne peuvent être interprétées selon le modèle du dyke affleurant ou sub-affleurant. Il s'agit d'anomalies en relation avec des structures très profondes (épaississement de la croûte, variation en profondeur du point de Curie...). IJ recoupe le prolongement sud de la chaîne des Loyauté marquée par un relief important à l'aplomb duquel une anomalie étroite semble pouvoir être interprétée selon le modèle du dyke.

. Anomalie XIII

$$\begin{aligned} \text{amplitude} &= 432 \gamma & \Delta &= 9,26 \text{ km} & \gamma &= 270^\circ & I_0 &= - 48^\circ \\ \alpha &= 138^\circ & & & & & & \text{(direction du prolongement sud de la chaîne des Loyauté)} \\ \text{tg } I'_0 &= - 2,22 \implies I'_0 &= - 66^\circ & \Delta' &= 7,18 \text{ km} & \epsilon_F &= - 312^\circ \end{aligned}$$

	R	Δ'	paramètre de la courbe	z	W
dyke mince	0	7,18	2,46 z = 7,18	2,92	-
dyke épais	1	7,18	2,75 z = 7,18	2,60	2,60
	2	7,18	3,38 z = 7,18	2,12	4,24
	3	7,18	4,13 z = 7,18	1,70	5,10
	4	7,18	4,86 z = 7,18	1,48	5,92

Le fond étant à 1080 m, le modèle du dyke ne convient pas pour résoudre cette anomalie. Au delà de R = 4, l'approximation dans les calculs est telle que le modèle théorique n'est plus considéré comme valable.

Au sud de la dorsale de Hunter; les profils présentent un certain nombre d'anomalies qui ne peuvent être interprétées par la méthode du dyke.

CONCLUSION SUR L'ESSAI D'INTERPRETATION DES ANOMALIES DE COURTE PERIODE
PAR LA METHODE DU DYKE

Les limites de la méthode du dyke ont été examinées, nous rappellerons simplement que nous nous sommes heurtés à une insuffisance de données (morphologiques et structurales) sur la région étudiée.

Bassin Nord Fidjien

La partie Nord a une morphologie confuse : fond irrégulier parsemé de massifs sous marins circulaires ou elliptiques qui ne semble pas présenter des structures minces allongées répondant à l'hypothèse du dyke.

Sur le profil sud, les 2 valeurs des directions tectoniques utilisées correspondent l'une aux directions tectoniques indiquées par la carte de Malahoff : $\alpha = 24^\circ$ (anomalies I à IV) et $\alpha = 64^\circ$ (anomalies XII) l'autre $\alpha = 106^\circ$, à la direction moyenne des plans de faille sismique trouvés par SYKES et al. (1969) après une étude de mécanisme au foyer. Seule cette direction 106° a permis de construire des modèles convenables dont les anomalies théoriques sont comparables aux anomalies observées. Des renseignements complémentaires sur l'allongement des structures et l'épaisseur des sédiments manquent, ce qui exclut une conclusion définitive.

Bordure Nord du bassin Sud Fidjien :

Sur les segments des profils réalisés au voisinage de la dorsale de Hunter on ne rencontre qu'une seule anomalie de courte période induite certainement par un massif sous marin de forme circulaire ou elliptique. L'absence d'anomalies de courte période et la régularité relative de la morphologie proviendraient donc soit de la direction particulière de notre profil soit de caractéristiques propres à la région. L'étude du contexte morphologique conduit à adopter la deuxième hypothèse.

Chaîne des Loyauté et prolongement sud :

Cette chaîne volcanique (LACROIX, 1940) recoupée à l'aller (anomalie I Nouméa - Funafuti) et au retour (anomalie XIII Suva - Nouméa) donne des anomalies magnétiques que l'on ne peut pas interpréter dans

l'hypothèse du dyke. Des modèles plus complexes seront examinés plus loin.

Fosse des Nouvelles Hébrides, région des Nouvelles Hébrides

La superposition d'anomalies de périodes différentes est très nette sur le profil sensiblement perpendiculaire à la fosse et à la direction structurale des Nouvelles Hébrides. Une large anomalie semble suivre la topographie, elle ne peut pas être interprétée dans l'hypothèse du dyke. Une des anomalies de courte période et de faible amplitude sur les flancs de la fosse peut être interprétée par la méthode du dyke et correspond peut être à une faille injectée au niveau du changement de pente. L'hypothèse du dyke injecté (contraste de susceptibilité positif) convient très bien à l'interprétation des observations faites sur le rift à l'est des Nouvelles Hébrides (anomalies VI). Des données de sismique continue permettraient une vérification de l'existence de l'épaisseur et du développement du dyke supposé. Par le contraste de susceptibilité on pourrait alors préciser la nature de l'injection.

Dorsale de Hunter

Dans cette région morphologiquement bien définie les directions structurales en chaque point paraissent évidentes : la condition de grand allongement des structures semble remplie pour la plupart des structures rencontrées. Les anomalies V, IX, X, XI situées à l'aplomb de "gabons" peuvent être interprétées comme des failles injectées ou des intrusions étroites. Les anomalies VI VII peuvent résulter de couches de susceptibilité magnétiques différentes.

V - ETUDE DES ANOMALIES PAR LA METHODE DU PRISME

La méthode des dykes minces et épais ayant donné dans ce cas des résultats peu satisfaisants, il a été essayé une méthode considérant le corps perturbateur comme ayant une forme de prisme de longueur ∞ à section droite polygonale (voir annexe). L'anomalie à interpréter est en réalité double et s'étend à l'ouest des Iles Loyauté jusqu'à 70 km du flanc ouest de l'archipel ; il faut donc soit envisager une cause profonde, soit un corps perturbateur étendu. La cause profonde peut être éliminée car les longueurs d'onde sont de l'ordre de 40 km, ce qu'on ne peut interpréter par un changement d'épaisseur de la croûte ou une flexure de la courbe iso-point de Curie.

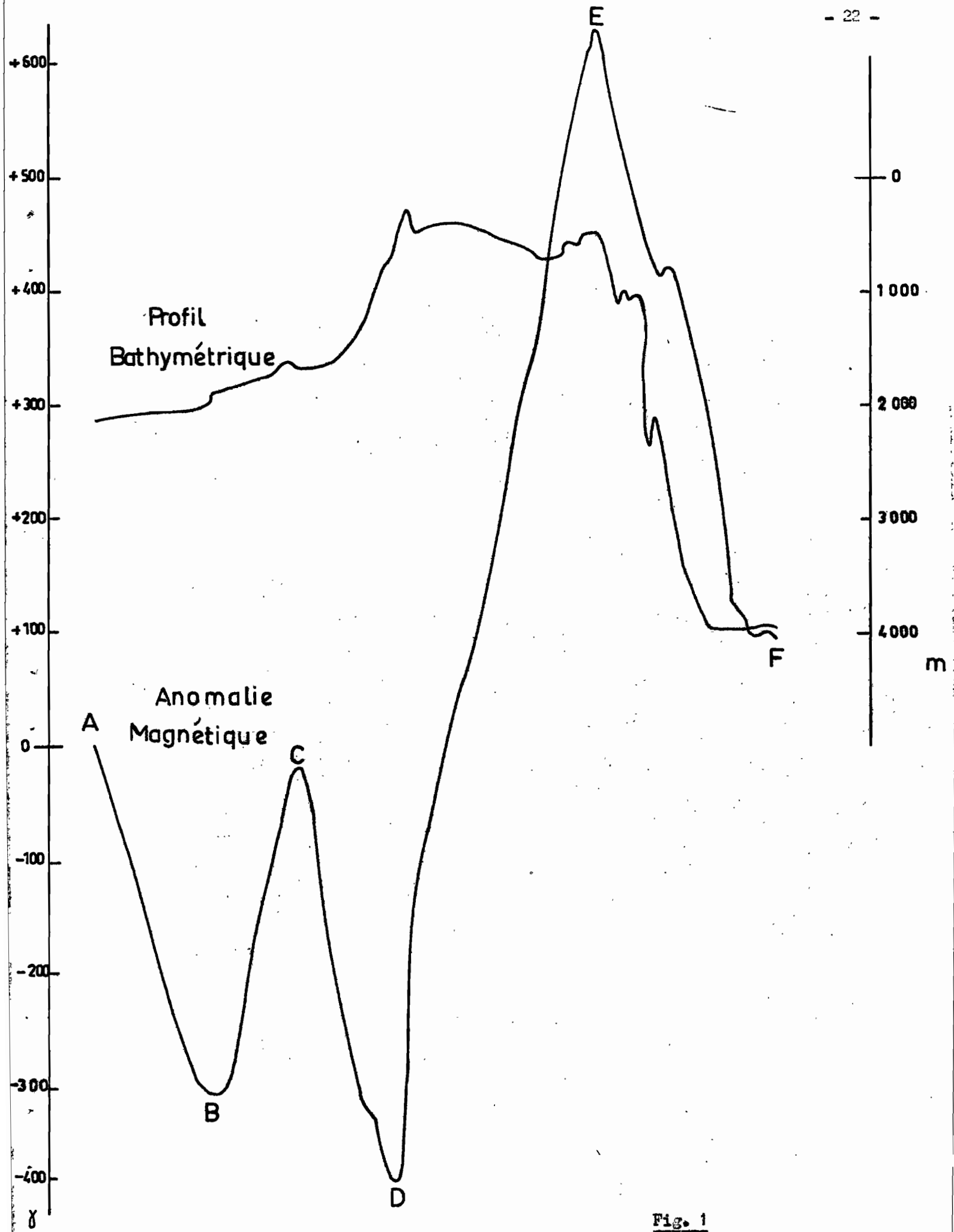


Fig. 1

Un prisme à base rectangulaire donne une anomalie simple, et non double comme celle que l'on tente d'expliquer (fig. 1) ; il faut modifier le modèle pour interpréter la partie B C D de la courbe.

L'étude des basaltes de Maré (Lacroix) ayant conduit à attribuer une origine volcanique à la chaîne des Loyauté, le modèle essayé était une schématisation d'un volcan avec épanchement (fig. 2) s'étendant jusqu'à la rupture de pente P ; l'épanchement provoque une inflexion dans la courbe mais pas d'anomalie de type A B C. Par ailleurs, on peut remarquer que les extrema de la courbe d'anomalie calculée sont à l'aplomb de surfaces verticales.

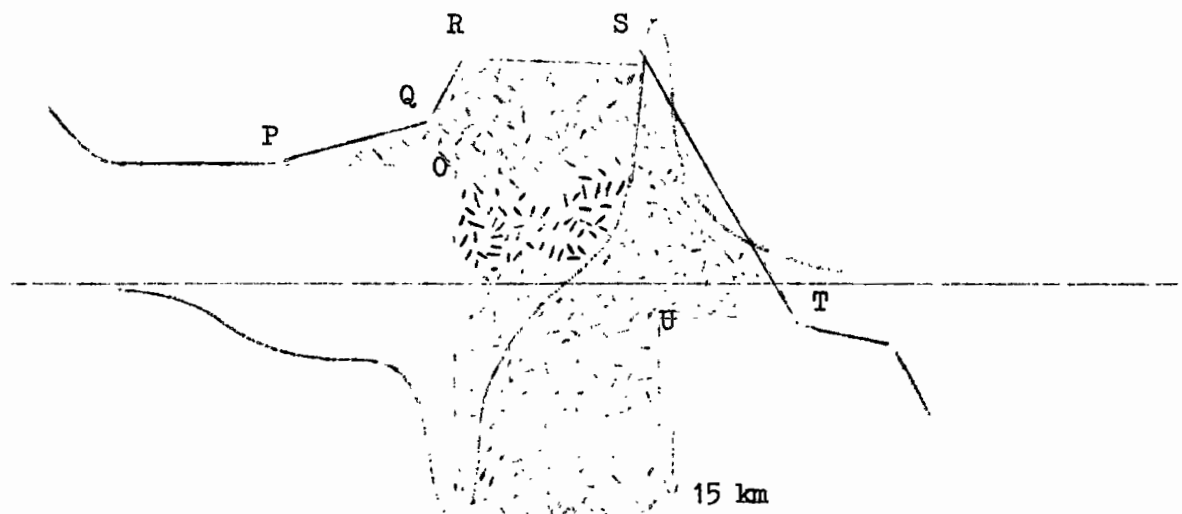


Fig. 2

On peut donc envisager un corps perturbateur triple (fig. 3) ; un tel ensemble n'a aucun sens. Il faut donc le rejeter.

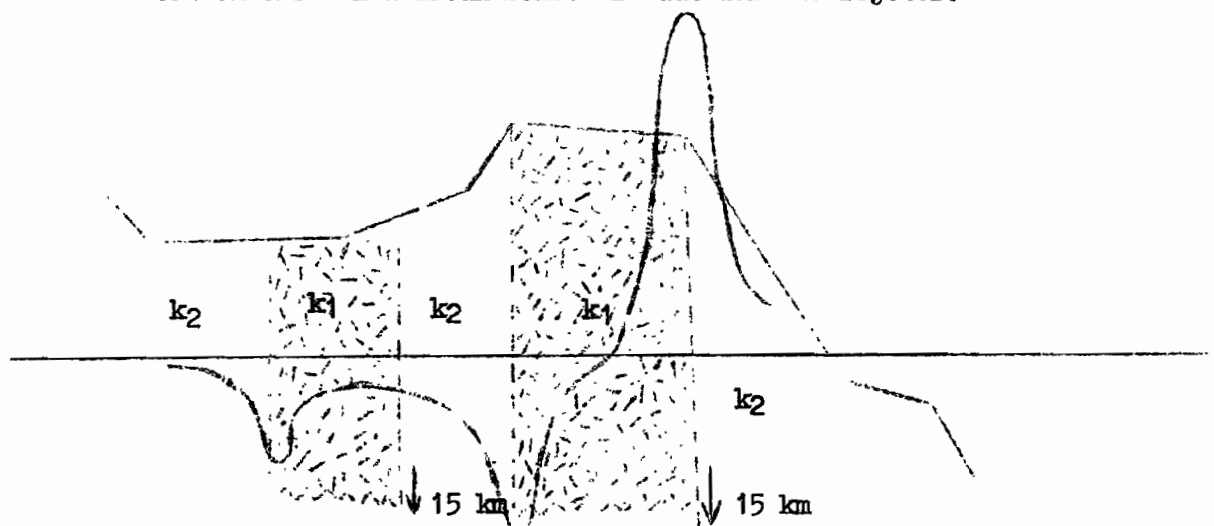


Fig. 3

Puisque le biseau OPQRO de l'épanchement n'est pas suffisant pour induire ABC, il est possible, soit de l'épaissir (fig. 4),

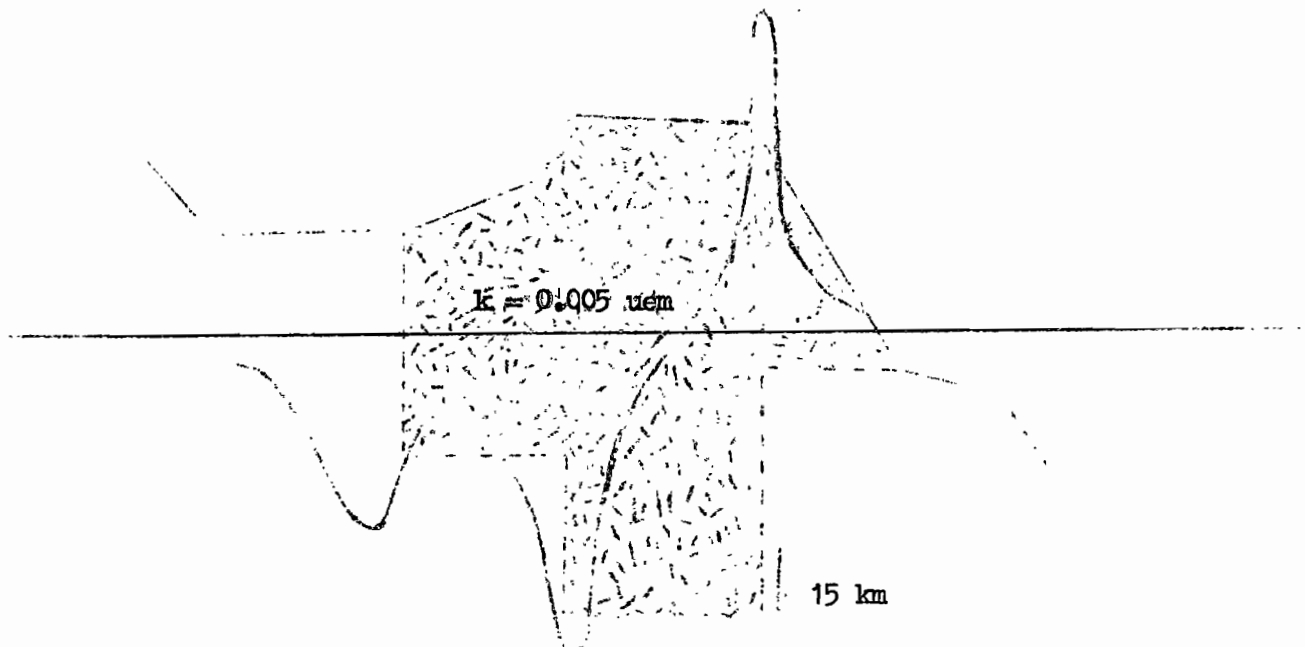


Fig. 4

soit d'envisager un prisme de susceptibilité plus faible que la cheminée centrale et aussi profonde qu'elle (fig. 5).

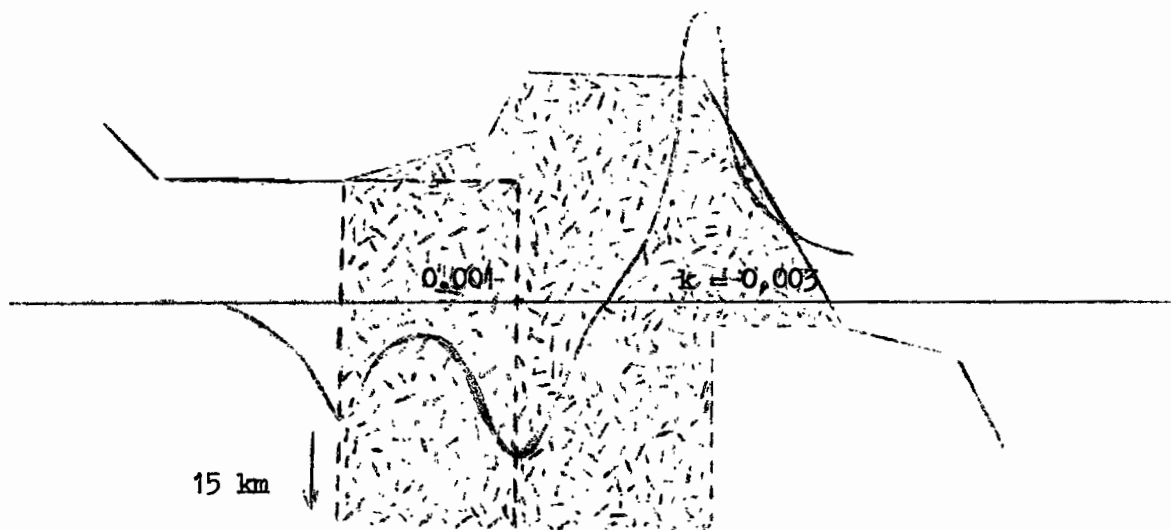


Fig. 5

Il faut remarquer que si les 4 points BC DE sont corrects, pour ces deux derniers modèles, les allures des courbes ne sont pas très bien respectées. Il faut envisager un pendage des faces limitant les blocs! Toutefois, comme l'extérieur de l'anomalie créé par une face se situe environ à l'aplomb du centre de cette face, il n'est pas possible de s'écarter notablement de la verticale sous peine de ne plus respecter les distances crêtes à creux. Par ailleurs, il ne faut envisager que des modèles compatibles avec la structure générale de la région et par conséquent il faut limiter la largeur de la base des Iles Loyauté, ne serait-ce qu'aux structures l'encadrant. (fig. 6).

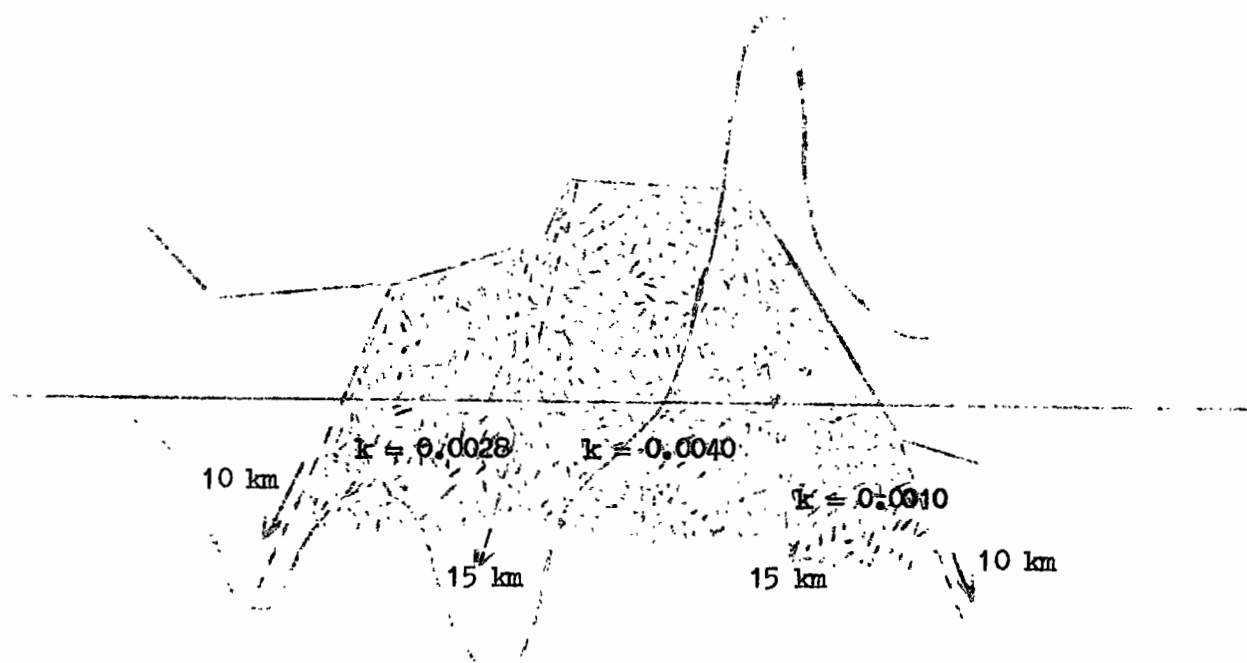


fig. 6

On a donc deux modèles pouvant schématiquement induire une anomalie identique à celle mesurée au cours de la traversée de l'archipel (fig. 4) et (fig. 6). Ces modèles ont été arrêtés vers le bas à 15 km avec pour le dernier un amincissement de chaque côté. Le choix amène plusieurs remarques :

1°) Les corps à grande profondeur ont une influence très faible sur les valeurs des extrema (R.W. GIRDLER et G. PETER, 1960).

2°) Cette profondeur est celle de la température de Curie, compte tenu de la nature des matériaux et de la courbe de température avec la profondeur (LUBIMOVA E.A., 1967 - ADE-HALL J.M., 1964).

3°) Nous connaissons mal la structure de la croûte et par conséquent les variations de la température en fonction de la profondeur.

4°) Nous ignorons la nature exacte des roches pouvant constituer le corps perturbateur et notamment pas leur point de Curie. Il est à ce propos envisagé d'effectuer des prélèvements de basalte afin de déterminer leur caractéristique magnétique.

CONCLUSIONS SUR L'INTERPRETATION DE L'ANOMALIE A L'APLOMB DES ILES LOYAUTE

Les modèles ne rendent compte que d'un nombre limité de points de l'anomalie. Il est probable que, compte tenu de l'allure de l'anomalie mesurée, on n'a pas, entre les blocs, de discontinuité franche que la méthode de calcul oblige à considérer mais une variation plus ou moins rapide de susceptibilité. Un tel ensemble pourrait être une manifestation d'un volcanisme plutonique ou tout au moins d'une composante plutonique du volcanisme ; certaines données pétrographiques semblent confirmer cet aspect. Il serait intéressant de préciser ce point, par exemple à l'aide de traversées de cette chaîne à d'autres latitudes et de comparaisons avec les anomalies observées sur d'autres structures mieux connues (Sud de la Nouvelle Calédonie par exemple).

ATOLL IMMERGE

Les modèles ont été élaborés pour tenter d'interpréter l'anomalie à l'aplomb du guyot. Aucun ne rendait compte même imparfaitement de la courbe enregistrée. Il est probable que l'hypothèse du grand allongement n'est pas applicable dans ce cas. Il faudrait utiliser un modèle à 3 dimensions.

METHODOLOGIE ET PERSPECTIVES

L'exploitation des données de la croisière Tahiti Equateur a permis
..//..

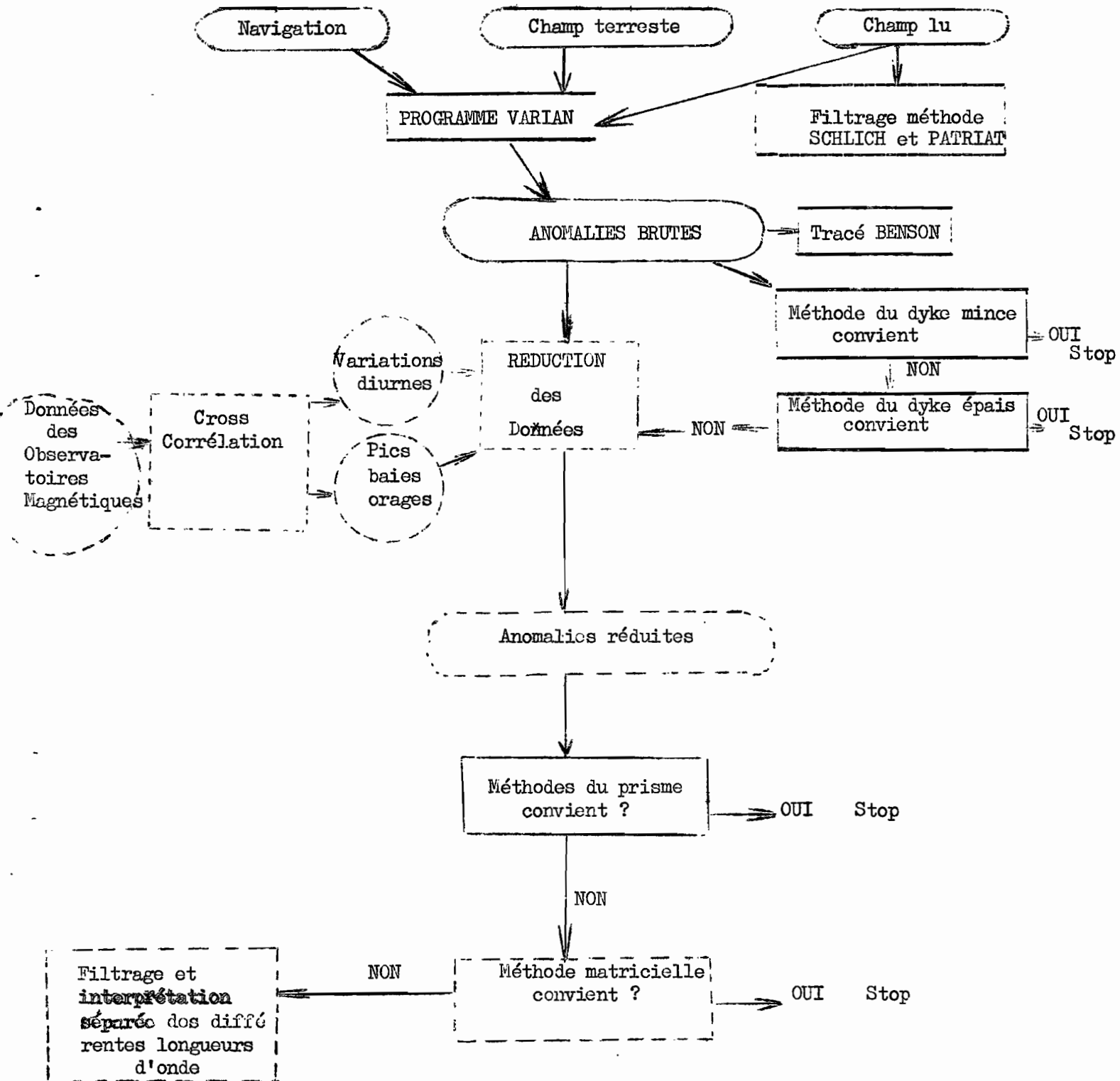
la mise au point des méthodes de calcul des anomalies magnétiques et les programmes correspondants. Un calcul original pour l'interprétation d'une anomalie de grande longueur d'onde avait été proposé.

Grâce à cette expérience acquise, le calcul des anomalies en chaque point des profils DANAI^{TES} a été réalisé rapidement. La trop faible longueur des segments de profils a exclu pour cette croisière l'emploi de la méthode de SCHLICH et PATRIAT.

L'interprétation des anomalies de courte longueur d'onde a été faite de façon systématique par la méthode du dyke de S. PARKER GAY Jr. La méthode du prisme a été utilisée pour des anomalies non interprétable par la méthode du dyke. L'étape suivante dans l'interprétation sera l'application d'une méthode matricielle qui tient compte de la juxtaposition de prismes élémentaires tout au long du profil. Pour ces trois méthodes un grand allongement de la structure suivant l'axe de sa direction (allongement infini en théorie) doit être rempli.

Au moment de la rédaction de ce rapport, l'organigramme de la page suivante définit la méthode d'exploitation des données magnétiques.

Sur cet organigramme, les blocs en traits pleins représentent les calculs actuellement effectués et les résultats obtenus, ceux en traits tiretés les traitements en cours de mise au point. Il ne s'agit bien entendu là que d'un stade provisoire qui se diversifiera (utilisation de cartes isoanomales, calculs du gradient vertical) en fonction de la nature des problèmes que nous rencontrerons.



ORGANISATION DE L'INTERPRETATION DES PROFILS MAGNETIQUES

CONCLUSION

L'orientation des traits structuraux majeurs pouvant être seule définie avec précision, ceci constitue une limitation au principe même de la réalisation de profils isolés. La longueur de la structure est supposée grande par rapport à sa largeur, condition qui dans la majorité des cas ne peut être vérifiée ; de plus son pendage ainsi que l'épaisseur des sédiments restent inconnus.

Malgré les limites que nous avons cherché à définir, l'interprétation par la méthode du dyke peut encore prêter à de nombreuses critiques telles que le choix de la distance entre creux et crête de l'anomalie comme critère principal de comparaison entre anomalies théoriques et observées sans tenir compte dans la majorité des cas des points d'inflexion, du rapport des amplitudes positives et négatives, des points pour lesquels les amplitudes et les dérivées de l'anomalie ont des valeurs remarquables.

Compte tenu des lacunes énoncées ci-dessus, une étude aussi poussée de la plupart des anomalies pouvait sembler gratuite. Cependant ces profils ont permis l'élaboration de modèles et l'énoncé de quelques conclusions dont nous rappellerons ici l'essentiel :

- Sur le trajet SUVA - NOUMEA, chaque profil recoupant la dorsale de HUNTER met en évidence une dépression centrale nettement marquée (3000 mètres sur CD, 4000 m sur FE et 5000 mètres sur GH) dont la profondeur semble varier parallèlement à celle du prolongement de la fosse des Hébrides (4000 m sur CD, 5000 m sur FE, 7000 m sur GH). Les similitudes observées en bathymétrie d'un profil à l'autre n'apparaissent pas sur les profils magnétiques.

- Sur le trajet NOUMEA - FUNAFUTI, on peut observer au Sud Est de VATE un graben étroit, peut être délimité par des failles injectées de matériau éruptif. Le résultat confirme les données des croisières bathymétriques précédentes sur l'existence de graben tout au long de l'arc néo-hébridais. Le type de structure située dans la partie médiane de l'arc ou en bordure du bassin Nord-Fidjien pourrait être causé par une

../..

"cellule de convection secondaire" à l'Est du plan de plongement sismique et donc localisé dans le biseau délimité par ce plan et la croûte (cf. J. COULOMB p. 198-200). Cette zone est d'ailleurs sismiquement anormale, les vitesses de propagation des ondes sismiques y sont plus petites que la normale. Le facteur de qualité du milieu est petit ce qui signifie que l'absorption des ondes sismiques y est forte (J. DUBOIS , 1969 et travaux en cours). Bien que morphologiquement, les dépressions centrales de la dorsale de HUNTER ne paraissent pas exactement comparable aux grabens des Nouvelles Hébrides, on pourrait imaginer pour leur origine un mécanisme identique.

- L'étude de la bordure Sud du Bassin Nord Fidjien apporte un argument assez inattendu aux études de mécanismes aux foyers des séismes superficiels réalisé par SYKE, ISACKS et OLIVER(1969). La direction moyenne par rapport au Nord magnétique (166°) obtenue pour les plans de faille sismique donne, dans l'hypothèse du dyke, des courbes d'anomalies théoriques dont l'identité avec les courbes d'anomalies observées paraît mieux marquée que pour les directions (10° à 24°) indiquées sur la carte morphotectonique de MALAHOFF, en ce qui concerne les distances crête à creux, les points d'inflexion, la position du zéro de l'anomalie. Une telle observation mériterait d'être approfondie pour d'autres profils et par d'autres techniques géophysiques.

- L'étude des anomalies au niveau de la chaîne des Iles LOYAUTE a conduit à l'élaboration de nombreux modèles ; deux d'entre eux, dont les anomalies théoriques présentaient de nombreux points d'identité avec les anomalies observées, ont paru plus particulièrement intéressants. Le premier modèle (fig. 4) représente un prisme de 5 à 15 km de profondeur prolongé par un dyke épais, le tout étant affecté d'une susceptibilité homogène. Le second modèle (fig. 6) propose une structure composée de prismes jointifs dont la base serait plus profonde au centre que sur les bords. Les contrastes de susceptibilité magnétiques tels que nous les définissons (pages 6 et 10) seraient plus importants pour le prisme central (0,004) que pour les prismes Ouest (0,0028) et Est (0,001). Il est évident qu'une telle représentation est schématique et que la susceptibilité varie de façon continue du centre vers les bords (sauf dans le cas de la présence d'accidents non décalés).

Les données pétrographiques dont nous disposons actuellement sur les Iles Loyauté proviennent uniquement d'échantillons récoltés dans l'île Maré par J. RECY. Pour J.H. GUILLON(1) qui a étudié quelques uns de ces échantillons, la présence de basaltes à olivine (volcanisme de type océanique) et de gabbros à olivine très comparables à ceux connus aux Nouvelles Hébrides et en Nouvelle Calédonie, exclut pour l'arc des Iles Loyauté une origine simplement effusive. Ces roches seraient le résultat de la différenciation profonde d'un matériau fortement picritique ; il est possible que les gabbros, représentant un des termes de la différenciation de ce matériau, se soient mis en place sous forme de bouillie cristalline, leur montée s'accompagnant d'émissions effusives basaltiques.

Le type de structure obtenue par un tel mécanisme n'apparaît pas incompatible avec le schéma structural proposé dans le premier modèle.

On peut aussi imaginer une intrusion lente de magma de l'asthénosphère dont l'ascension est favorisée par la faible épaisseur de l'écorce dans cette zone océanique ; il se serait alors produit des épanchements volcaniques sous marins entraînant des lambeaux de roches déjà cristallisées, mécanisme aboutissant à une structure présentant des ressemblances avec le second modèle.

Les résultats magnétiques présentés dans ce rapport ne permettent pas d'infirmier ou de confirmer l'une de ces hypothèses.

Lors des prochaines croisières la technique de construction d'un modèle continu par la méthode matricielle sera envisagée. Le filtrage des anomalies qui a donné lieu à quelques essais sera appliqué systématiquement si la longueur des segments de profil le permet. On pourra alors tenter d'aborder l'interprétation des anomalies de grande longueur d'onde.

Des profils de sismique réflexion continue donneront sur la structure des régions traversées des données plus précises que celles dont nous disposons actuellement.

(1) Communication orale.

ENGLISH CONCLUSIONS

Only the main structural lines have a precise, definite direction ; that constitutes a limit for the realization of lonely profiles in the régions where the structures are unknown. The structure is supposed very much longer than wide, what cannot be checked in most cases. Moreover the structure dipping and the thickness of sediments stay unknown.

In spite of the conditions we tried to fix up, the explanation with the dyke - method can be liable to be discussed about the choice of the distance between the through and the crest of the anomaly as the main criterium of comparison between theoretical and measured anomaly, ignoring most often inflexion points, ratios between positive and negative amplitudes, points for which the amplitudes and the slopes of the anomaly curve show remarkable values.

Taking notice of these imperfections, an overelaborate study of most anomalies could seem unmotivated. However, these profiles allowed the elaboration of patterns and the statement of a few inferences, the essential points of which we will refer :

During the cruise SUVA - NOUMEA, each profile crossing the HUNTER ridge places in prominent position a quite noticeable central depression (3000 meters on CD, 4000 meters on FE and 5000 meters on GH) the depth of which varies likely the extension of the New Hebrides Trench (4000 m on CD, 5000 m on FE and 7000 m on GH). The bathymetry analogy do not appear on the magnetic profiles.

During the cruise NOUMEA - FUNAFUTI a narrow graben can be observed in the South East of EFATE, which is may be delimited by injected with eruptive material faults. This result corrolorates the data of the preceeding cruises about the presence of graben along the New Hebrides arc. This type of structure, located the medium part of the arc, or bordering on the north Fiji Basin, could be produced by a "minor convection cell" in the east of the seismic underthrusting and therefore situated in the bevel between this plan and the crust (J. COULOMB p. 198-200).

Moreover this zone is seismically abnormal and presents low velocities of propagation of seismic waves. Quality factor is low, what means the absorption of the seismic waves is high. (J. DUBOIS, 1969).

Though the central depressions of the HUNTER Ridge does not look exactly like the graben of New Hebrides, one could imagine a similar mechanism as for the origin.

The study of the South limit of north Fiji basin brings amazing argument for the studies of focal mechanisms of the superficial seisms made by SYKES, ISACKS and OLIVER (1969). The average direction in relation to magnetic north (106°), got for the seismic fault-plans, gives, with the dyke-method, theoretical anomaly curves which look much like the observed anomalies than for the directions (10° to 24°) read on the morphotectonic map of MALAHOFF, concerning the distances between the trough and the crest, the inflexion points and the position of zero anomaly. Such an observation should be more exhaustive for other profiles and with other geophysical technics.

The study of the anomalies in the Loyalty Rise leads to elaborate several patterns. Two of them have theoretical anomalies looking very much like recorded anomalies, and seem particularly interesting. The first pattern (fig. 4) represents a prism 5 to 15 km deep, continued by a thick dyke, the whole material being affected by an homogeneous susceptibility.

The second pattern (Fig. 6) is made up of joined prisms, the base of which should be deeper in the center than in the borders. The magnetic susceptibility contrasts such as we fix them (page 6 and 10) should be more important for the central prism (0,004) than for the west (0,0028) and East (0,001) prisms. It is quite obvious such a model is schematic and susceptibility varies continuously from the center to the borders (except in case of unknown accidents).

The petrographic data we know about Loyalty islands come from samples, collected on MARE Island by J. RECY. J. H. GUILLOIN (1) studied

(1) oral communication

../..

some of these samples, and he thinks that the presence of olivine basalts (oceanic volcanism type) and olivine gabbros very similar to those of New Hebrides and New Caledonia ; excludes a simple effusive origin. These rocks would come from a deep differentiation of an highly picritic material ; it is possible that the gabbros are one of the stages of this differentiation and are settled in form of a "crystalline jelly", some basaltic effusive emission going along with ascending. This type of structure does not look inconsistent with the structural scheme of the first pattern.

One can imagine too a slow intrusion of a magma from asthenosphere the ascension being facilitated by the thin thickness of the crust in this oceanic zone. It would occur a volcanic submarine effusion carrying away scraps of crystallized rocks ; this mechanism giving a structure looking like the second pattern.

The magnetic results of this paper do not allow to confirm or quash one of these hypothesis.

On raisonne ici sur les anomalies du champ total telles qu'elles sont obtenues après traitement des données brutes (programme VARIAN ou filtrages, élimination des variations diurnes).

On va traiter le problème des anomalies créées par des structures de complexité croissante.

Remarque importante :

Dans ces calculs on fera intervenir l'intensité d'aimantation $\vec{J} = K \vec{H}$ (K susceptibilité magnétique, \vec{H} champ) qui est théoriquement indéterminée. En pariant qu'elle est la même que celle du champ terrestre on a cependant de fortes chances de ne pas se tromper ; admettre cela au départ constitue une hypothèse valable de travail qu'il sera toujours temps d'abandonner si cela devient nécessaire. Elle sera dans le même sens dans le cas du contraste de susceptibilité de la structure par rapport au milieu encaissant. Elle pourra être dans le même sens ou dans le sens opposé (cf VINE et MATTHEWS) si elle est thermorémanente. On admet que l'amplitude de la variation de la déclinaison est négligeable.

Structure simple du dyke ∞ dont l'apex est parallèle à la surface

Méthode PARKER GAY, 1963

Sur la figure 1, α est l'angle de la trace avec le plan méridien $0^\circ < \alpha \leq 180^\circ$, δ est le pendage du dyke $0^\circ < \delta \leq 180^\circ$. La susceptibilité magnétique du dyke est K, le milieu qui l'entoure a une susceptibilité nulle.

Le champ total T_0 est un vecteur d'inclinaison I_0 variant de -90° à $+90^\circ$.

T_0 se décompose en 2 composantes :

1 sur ox' T_g dont les pôles sont à l' ∞ (plaque ∞)

1 sur le plan zoy'' intensité totale effective T'_0

Son inclinaison est I'_0 inclinaison effective.

On utilise α pour calculer T'_0 et I'_0 en fonction de T_0 et I_0

$$\operatorname{tg} I'_0 = \frac{\operatorname{tg} I_0}{\sin \alpha} \qquad \frac{T'_0}{T_0} = \frac{\sin I_0}{\sin I'_0}$$

T'_0 se décompose en : T_d parallèle à la ligne de pente
 T_c perpendiculaire à la surface.

β' est appelé angle de magnétisation effectif

$$\beta' = I'_0 - \theta \quad - 270^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$$

Sur l'apex est induite une étroite bande de charges de masse magnétique par unité de surface $m_d = K_d T_d$ où K_d est la susceptibilité apparente relative à T_d .

Sur les surfaces supérieure et inférieure est induite une masse magnétique par unité de surface $m_c = K_c T_c$. (Fig! 2)!

Calculons au point P les potentiels V_d et V_c produits (HEILAND, 1940).

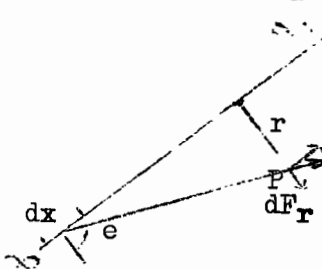
Quel est le champ produit par une distribution linéaire des charges sur une ligne ? La force magnétique produite par l'élément dx en P à la distance R est $dF = \frac{m dx}{R^2}$ ou m est la densité par unité de longueur.

dF a 2 composantes de dF_r et dF_x

$dF_r = \frac{m}{R^2} dx \cos e = \frac{m r}{R^3} dx$

La composante due à toute la ligne est

$F_r = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{m r}{R^3} dx = 2 \int_0^{+\infty} \frac{m r}{R^3} dx = 2 m r \int_0^{+\infty} \frac{dx}{(x^2 + r^2)^{3/2}}$



On pose $x = r \operatorname{tg} \theta$

$dx = \frac{r}{\cos^2 \theta} d\theta$ $x^2 + r^2 = r^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \theta) = \frac{r^2}{\cos^2 \theta}$

$F_r = \frac{2 m r}{r^2} \int_0^{\pi/2} \cos \theta d\theta = \frac{2 m}{r}$

La composante $dF_x = \frac{m}{R^2} dx \cdot \frac{x}{R}$

$F_x = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{m x dx}{(x^2 + r^2)^{3/2}} \quad x = r \operatorname{tg} \theta \quad F_x = \frac{m}{r} \int_{-\pi/2}^{+\pi/2} \sin \theta d\theta = 0$

Il reste la force de direction r et d'intensité : $2 m/r$.

On en déduit le potentiel dû à une distribution linéaire

$V = 2 m \log r$. Ici $m = K_d T_d \cdot t = t I_1$ où t est la largeur de la bande

d'où :

$$V_d = 2 K_d T_d t \log (y'^2 + z^2)^{-\frac{1}{2}}$$

Le potentiel dû à T_c, I_2 est la densité magnétique sur les faces.

Calculons d'abord le potentiel en P donné par 2 lignes parallèles aimantées + et - (masse par unité de longueur m) distantes de a .

$$V = V_1 + V_2 = 2m \log r_1 - 2m \log r_2 = -2m \log \frac{r_2}{r_1}$$

$$V = -2m \log \left(\frac{r_1 + a \cos \alpha}{r_1} \right) = -2m \log \left(1 + \frac{a \cos \alpha}{r_1} \right)$$

$$\text{soit } V = -2m \frac{a \cos \alpha}{r_1} + \text{terme d'ordre } \alpha^2 \text{ en } \left(\frac{a}{r_1} \right)$$

Revenons à 2 bandes correspondant à dx une densité I_2 et $-I_2$ qui donne pour la tranche d'épaisseur dx

$$dF_c = 2 t I_2 \frac{\cos \alpha}{r} dx$$

$$V_c = \int_0^{x_1} \frac{2 I_2 t \cos \alpha}{r} dx = 2 I_2 t \int_0^{x_1} \frac{y_0 dx}{y_0^2 + (x-x_0)^2} = 2 I_2 t \left[\text{Arc tg } \frac{x_0}{y_0} - \text{Arc tg } \frac{x_0-x_1}{y_1} \right]$$

$$\text{Si } x_1 = \infty \quad V_c = 2 I_2 t \left[\text{Arc tg } \left(\frac{x_0}{y_0} \right) + \frac{\pi}{2} \right]$$

$$\alpha' = \text{Arc tg } \left(\frac{x_0}{y_0} \right) = \text{Arc tg } \left(\frac{y'}{z} \right) - \alpha$$

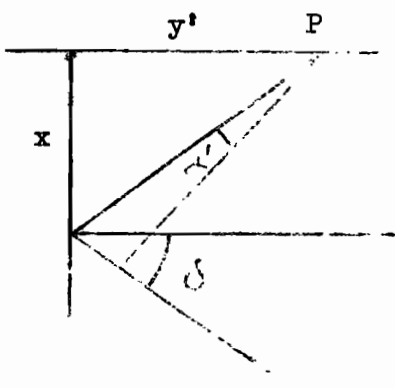
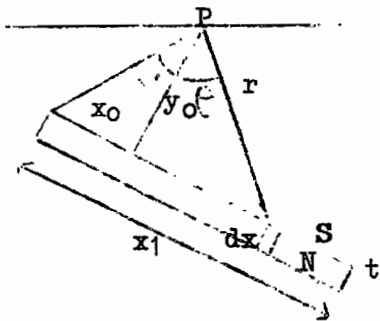
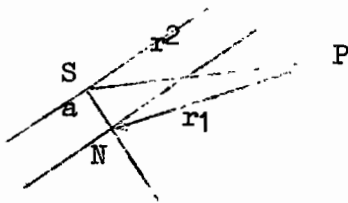
$$I_2 = K_c T_c$$

$$V_c = 2 K_c T_c t \left(90^\circ - \alpha + \text{Arc tg } \left(\frac{y'}{z} \right) \right)$$

Les anomalies sont :

$$\Delta z = - \frac{\partial V}{\partial z} = \frac{2 K_d T_d t z}{(z^2 + y'^2)} + \frac{2 K_c T_c t y''}{(z^2 + y'^2)}$$

$$H' = \frac{\partial V}{\partial y'} = - \frac{2 K_d T_d t y'}{(z^2 + y'^2)} + \frac{2 K_c T_c t z}{(z^2 + y'^2)} \quad \text{anomalie suivant } oy' \text{ pour avoir}$$



$$\Delta H \text{ suivant le nord} \quad \Delta H = \Delta H' \sin \alpha$$

En remplaçant y' et z par les lignes trigonométriques de ψ'

$$\Delta z = + 2 K_d T_d \frac{t}{z} \cos^2 \psi + 2 K_c T_c \frac{t}{z} \cos \psi \sin \psi$$

$$\Delta H' = - 2 K_d T_d \frac{t}{z} \cos \psi \sin \psi + 2 K_c T_c \frac{t}{z} \cos 2 \psi$$

Si on remplace T_d et T_c par leur valeur en fonction de T'_0 et β' on a

$$\Delta z = 2 T'_0 \frac{t}{z} \cos \psi (+ K_d \cos \psi \cos \beta' + K_c \sin \psi \sin \beta')$$

$$\Delta H' = 2 T'_0 \frac{t}{z} \cos \psi (- K_d \sin \psi \cos \beta' + K_c \cos \psi \sin \beta')$$

Si on néglige l'effet de démagnétisation : $K_d = K_c = K$

$$\Delta z = 2 K T'_0 \frac{t}{z} \cos \psi \cos (\psi - \beta')$$

$$\Delta H' = - 2 K T'_0 \frac{t}{z} \cos \psi \sin (\psi - \beta')$$

On passe à

$$\Delta H = 2 K T'_0 \frac{t}{z} \sin \alpha \cos \psi \cos (\psi - \beta' + 90^\circ)$$

Calcul de ΔT anomalie du champ total : (Fig. 3)!

On peut calculer ΔT_{I_0} en direction de T_0

$$\Delta T_{I_0} = \Delta z \sin I_0 + \Delta H \cos I_0$$

$$\Delta T = \Delta z \cos I_0 - \Delta H \sin I_0$$

$$\Delta T = \sqrt{\Delta T^2 + (T_0 + \Delta T_{I_0})^2}$$

Les anomalies Δz , ΔH , ΔT_{I_0} sont de la forme :

$$\Delta F = C_F \cos \psi \cos (\psi - \theta_F)$$

où Δ_F est l'anomalie

C_F coefficient = $f(T_0, I_0, \alpha, K, t, z)$

$C_F = f(\beta', I'_0) = f(\alpha, \theta, I_0)$

T A B L E A U

Anomalie Δ_F	Coefficient C_F	Paramètre β'	Pendage θ	Epaisseur t
Δ_{TI_0}	$2K T'_0 \frac{t}{z} \frac{\sin I_0}{\sin I'_0}$	$\beta' = 90^\circ + I'_0$	$\theta = 90^\circ - 2 I'_0$	$\frac{Az}{2 K T'_0} \frac{\sin I'_0}{\sin I_0}$

Les abaques sont calculés pour Δ_F compris entre 0 et -360° pour ψ variant de 5 en 5° . Ils peuvent servir pour $\Delta z, \Delta H, \Delta_{TI_0}$.

Epaisseur t

Elle est donnée dans la colonne de droite du tableau ; elle dépend de K susceptibilité du dyke. On l'obtient en écrivant que l'amplitude

$$A \text{ (en gammas)} = C_F (T'_0 \text{ en } \delta')$$

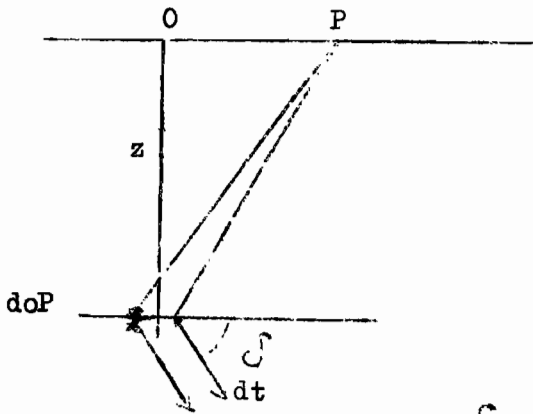
$$\text{soit } A = 2 K T'_0 \frac{t}{z} \frac{\sin I_0}{\sin I'_0} \text{ et } t = \frac{Az}{2 K T'_0} \frac{\sin I'_0}{\sin I_0}$$

Dykes épais

La figure 4 montre un dyke épais somme d'un grand nombre de dykes minces d'épaisseur dt qui produisent en P l'anomalie

$$d(\Delta F) = C_w \frac{dt}{z} \cos \psi \cos (\psi - \theta) \text{ où } C_w = C_F \frac{z}{dt}$$

$$\frac{dt}{z} = \sin \delta' \frac{1}{\cos^2 \psi} d\psi \text{ car } \text{tg } \psi = \frac{OP}{z}$$



$$\text{et } \frac{1}{\cos^2 \psi} d\psi = d(OP) = \frac{dt}{\sin \epsilon}$$

$$d(\Delta F) = C_w \sin \epsilon (\cos \theta + \text{tg } \psi \sin \theta) d\psi$$

En intégrant entre les limites ψ_2 et ψ_1 on a

$$\Delta F = C_w \sin \epsilon \left[\cos \theta (\psi_1 - \psi_2) + \sin \theta \log \frac{\cos \psi_2}{\cos \psi_1} \right]$$

$$\text{Or } C_w \sin \epsilon = C_F \frac{z}{dt} \sin S \text{ pour tout le dyke } \frac{z}{dt} \sin S = \frac{z}{w}$$

$$C_w \sin \epsilon = \frac{C_F}{R} \quad \text{avec } R = \frac{w}{z}$$

$$\Delta F = C_F \left(\frac{1 - \psi_2}{R} \cos \theta_F + \frac{1}{R} \log \frac{\cos \psi_2}{\cos \psi_1} \right) \sin \epsilon_F$$

Où C_F et ϵ_F sont les paramètres utilisés pour le dyke étroit.

Les abaques sont construits suivant la valeur de R (0, dyke mince, 1, 2, 3, 4).

L'équation montre que l'amplitude n'est pas constante et qu'elle décroît quand l'épaisseur augmente.

Applications des équations et abaques à ce niveau

Avant d'aborder le cas des structures plus complexes, étudions les applications pratiques.

Le raisonnement précédent concerne des structures dont la trace est perpendiculaire au trajet suivi.

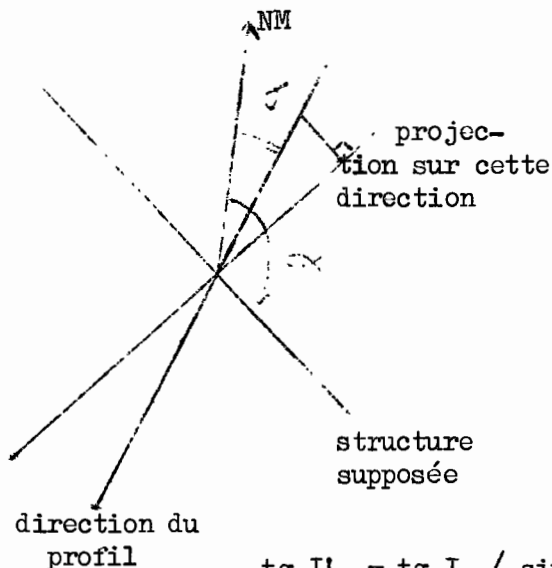
Dans une interprétation on devra suivre la méthode suivante :

a) cas où on travaille sur une carte d'is anomalies :

Si la zone anormale est caractérisée par des isanomaes parallèles à une direction donnée, on trace un profil fictif le long d'une coupe perpendiculaire à la direction des anomalies et on raisonne sur ce profil.

b) cas d'un profil isolé :

La direction du bateau n'est pas nécessairement perpendiculaire à la direction structurale supposée. Par des considérations géologiques on définit la direction de la projection de l'apex à la surface. On compare



au trajet du bateau, si ce trajet n'est pas perpendiculaire on projette le profil sur la perpendiculaire à la trace ce qui revient à multiplier les abscisses de l'abaque par $\cos(\gamma - \frac{\pi}{2})$, γ étant azimut magnétique du trajet bateau.

Dans les cas a) et b) on obtient un profil fictif ou réel perpendiculaire à la projection de l'apex en surface, on procède alors ainsi :

I) On calcule $\theta F = 2 I'_0 - \theta - 90^\circ$

$$\text{tg } I'_0 = \text{tg } I_0 / \sin \alpha$$

I_0 est l'inclinaison au lieu considéré

α est l'angle du nord magnétique avec la trace

γ est le pendage du dyke.

On voit que θF dépend seulement de θ que des considérations géologiques peuvent préciser ($\theta = \frac{\pi}{2}$ pour une injection dans une faille verticale).

II) 1) On suppose le dyke étroit

Les abaques pour θF donné donnent la distance entre crête et creux de l'anomalie en fonction de z profondeur de l'apex.

Comme l'abaque choisi dépend de θF donc de θ supposé on établit une relation entre z et θ .

2) l'aspect topographique et structural montre que le dyke est large. On utilise alors les abaques R.

On fait varier R de 1 à 4 ($R = \frac{w}{z}$) pour la valeur de θF .

La distance crête à creux donne z d'où w .

Le choix des paramètres ici est α, R ; il en découle une relation entre w et z . Si on connaît z on peut inversement trouver une relation entre α et w .

III) Utilisation de l'amplitude en α

1) cas du dyke étroit

$$\text{L'application de la formule } t = \frac{Az}{2K T'_0} \frac{\sin I'_0}{\sin I_0}$$

permet de calculer K si on connaît t la largeur du dyke et A l'amplitude en α de l'anomalie (crête à creux).

2) Cas du dyke large

On doit remplacer le A dans la formule précédente par A/a ; la valeur a est donnée en ordonnée sur les abaques.

2 exemples croisière Danaïde 1*

1) Anomalie sur le côté est du rift d'Erromango

$\alpha = 150^\circ$ d'après la direction du flanc est du rift, le trajet du bateau faisait un angle de 25° avec la perpendiculaire. La distance creux à crête de l'anomalie est de 1,540 km (5mn) ; sur le profil fictif cette distance est $1,540 \cos 25^\circ = 1,392$ km.

$$I_0 = -43^\circ \text{ (carte U.S.C.G.S.)}$$

$$I'_0 = -54^\circ \leftarrow \text{tg } I'_0 = \frac{\text{tg } I_0}{\sin \alpha}$$

Supposons d'après l'allure structurale $\zeta = +90^\circ$ (dyke vertical)
 $\zeta_F = 2 I'_0 - \zeta = 90^\circ = -288^\circ$

Les abaques dyke mince pour $\zeta_F = -288^\circ$ donnent une distance crête à creux de 2,1 z .

$$2,1 z = 1,392$$

$$z = 0,662 \text{ km}$$

Or l'échosondeur donne pour ce dyke très net une profondeur du sommet à $-0,680$ km.

* Ces calculs ont été effectués page 10 et 11 et nous présentons ici l'influence de ζ sur l'interprétation.

D'après l'allure du piton les pendages possibles sont
 $18^\circ < \delta < 162^\circ$ soit $-360^\circ < \theta_F < -216^\circ$

La comparaison avec la courbe obtenue et la position de la ligne 0 par rapport à la crête et au creux ($\frac{0 \text{ crête}}{0 \text{ creux}} \neq 1,7$) limite l'intervalle à $-290^\circ < \theta_F < -280^\circ$

ce qui montre que $82^\circ < \delta < +92^\circ$

L'hypothèse du dyke mince vertical dont l'apex est au sommet du pointement observé, est acceptable.

L'amplitude est de 1 100 ; en portant dans la formule

$$A = 2 K T'_0 \frac{t}{z} \frac{\sin I_0}{\sin I'_0}$$

on obtient une relation entre t et K.

2) Anomalie observée lors de la traversée de la chaîne des Loyauté (Danaïde 1).

$$\alpha = 120^\circ$$

$$I_0 = -43^\circ$$

$$I'_0 = -47^\circ$$

Dans l'hypothèse du dyke vertical $\theta_F = -270^\circ$

La distance creux à crête est de 24 km.

En se plaçant dans l'hypothèse du dyke étroit la profondeur de l'apex est trop grande.

Dans celle du dyke large $R = 4$, on trouve dans les abaques R une distance crête à creux de 4,46 z ce qui donne $z = 5,4$ km pour une largeur de dyke de 21 km.

Ce résultat semble difficilement compatible avec les observations de géologie structurale (basalte affleurant à Maré, fond bathymétrique de 500 m au niveau de l'anomalie).

Il faut donc chercher d'autres structures plus complexes que celle du dyke.

Calcul des anomalies magnétiques créées par une structure à 2 dimensions de forme quelconque.

Un programme similaire à celui décrit ci-dessous fut rédigé pour IBM 650 par LANDISMAN, utilisé par GIRDLER et PETER (1960) et publié par M. TALWANI et J. HEIRTZLER.

La section droite du corps perturbateur est assimilée à un polygone irrégulier. La formule donnant l'attraction d'un prisme semi infini à deux dimensions a été donnée dans une forme un peu différente par HEILAND (1946).

Recherche de la formule

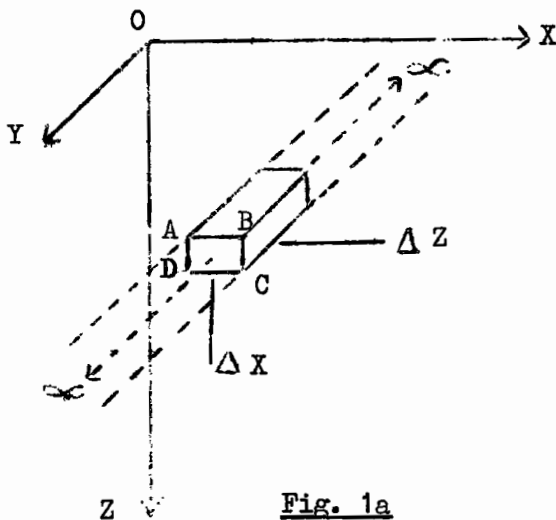


Fig. 1a

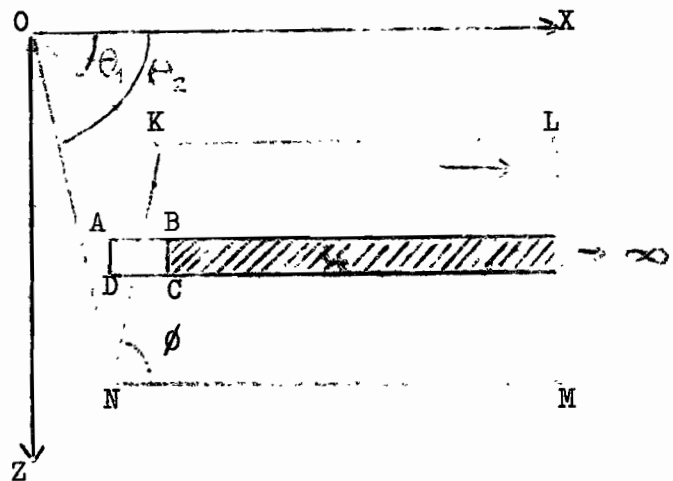


Fig. 1b

Considérons d'abord l'anomalie créée par un prisme semi ∞ KLMN (fig. 1b) le prisme s'étend à l' ∞ dans la direction des X positifs et de $-\infty$ à $+\infty$ selon Y. Cherchons l'anomalie créée par ce prisme à l'origine.

Si \vec{J} est l'intensité d'aimantation, \vec{m} le moment magnétique de l'élément de volume d^3V : $d^3\vec{m} = \vec{J} d^3V = \vec{J} dX dY dZ$, et le potentiel magnétique à l'origine est : $d^3\Omega = \frac{\vec{m} \cdot \vec{R}}{R^3} = \frac{J_x X + J_y Y + J_z Z}{(X^2 + Y^2 + Z^2)^{3/2}} dX dY dZ$

Celui créé par un élément de volume ∞ selon Y et de section ABCD (fig. 1a) est :

..//..

$$d^2 \Omega = dX dZ \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{J_x X + J_y Y + J_z Z}{(X^2 + Y^2 + Z^2)^{3/2}} dY = 2 dX dZ \frac{J_x X + J_z Z}{X^2 + Z^2}$$

⇒ Composante verticale du champ :

$$d^2 V = - \frac{\partial (d^2 \Omega)}{\partial Z} = 2 dX dZ \frac{2 XZ J_x - J_z (X^2 - Z^2)}{(X^2 + Z^2)^2} \quad (1)$$

⇒ Composante horizontale du champ :

$$d^2 H = \frac{\partial (d^2 \Omega)}{\partial X} = 2 dX dZ \frac{J_x (X^2 - Z^2) + 2 XZ J_z}{(X^2 + Z^2)^2} \quad (2)$$

La composante parallèle à Y est nulle.

- Pour la plaque hachurée sur la figure 1b on intègre (1) et (2) de X à l'∞.

$$dV = 2 dZ \frac{J_x Z - J_z X}{X^2 + Z^2} \quad dH = 2dZ \frac{J_x X + J_z Z}{X^2 + Z^2}$$

- Pour le prisme KLMN il faut intégrer ces expressions par rapport à Z en notant que le long de KN : $X = (X_1 + Z_1 \cotg \phi) - Z \cotg \phi$.

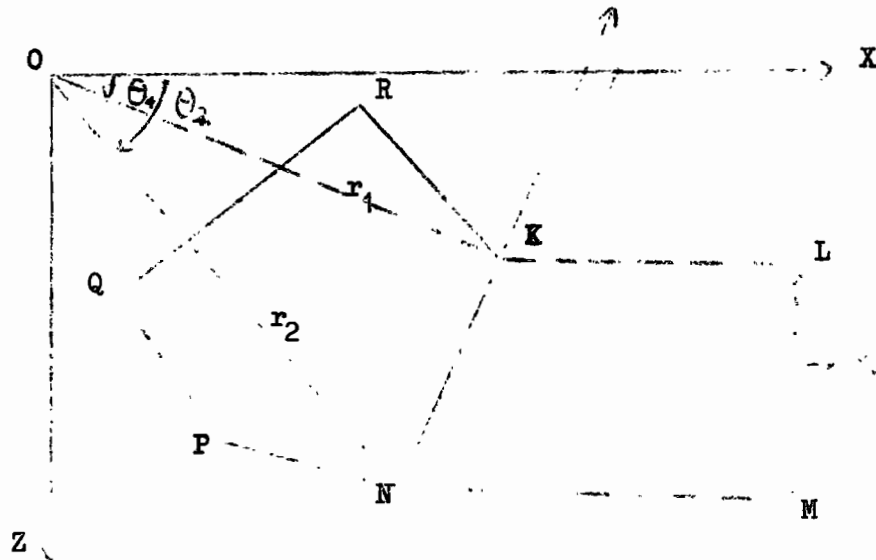
$$V = 2 \int_{Z_1}^{Z_2} \frac{J_x Z - J_z X}{X^2 + Z^2} dZ$$

$$V = 2 \sin \phi \left[J_x \left\{ (\Theta_2 - \Theta_1) \cos \phi + \sin \phi \log \frac{r_2}{r_1} \right\} - J_z \left\{ (\Theta_2 - \Theta_1) \sin \phi - \cos \phi \log \frac{r_2}{r_1} \right\} \right] \quad (3)$$

$$H = 2 \int_{Z_1}^{Z_2} \frac{J_x X + J_z Z}{X^2 + Z^2} dZ$$

$$H = 2 \sin \phi \left[J_x \left\{ (\Theta_2 - \Theta_1) \sin \phi - \cos \phi \log \frac{r_2}{r_1} \right\} + J_z \left\{ (\Theta_2 - \Theta_1) \cos \phi + \sin \phi \log \frac{r_2}{r_1} \right\} \right] \quad (4)$$

.../...



L'anomalie magnétique créée par un corps de section polygonale KNPQRK peut être évaluée en obtenant les anomalies pour des prismes tels que KLMN et en les ajoutant en tenant compte du signe. Notons que si on tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, il faut retrancher les prismes correspondants à une augmentation de .

Les équations (3) et (4) peuvent être réécrites en changeant de signe.

$$V = 2(J_x Q - J_z P) \quad (5)$$

$$H = 2 (J_x P + J_z Q)$$

d'où :

$$P = \frac{z_{21}^2}{z_{21}^2 + x_{12}^2} (\theta_1 - \theta_2) + \frac{z_{21} x_{12}}{z_{21}^2 + x_{12}^2} \log \frac{r_2}{r_1}$$

$$Q = \frac{z_{21} x_{12}}{z_{21}^2 + x_{12}^2} (\theta_1 - \theta_2) + \frac{z_{21}^2}{z_{21}^2 + x_{12}^2} \log \frac{r_2}{r_1}$$

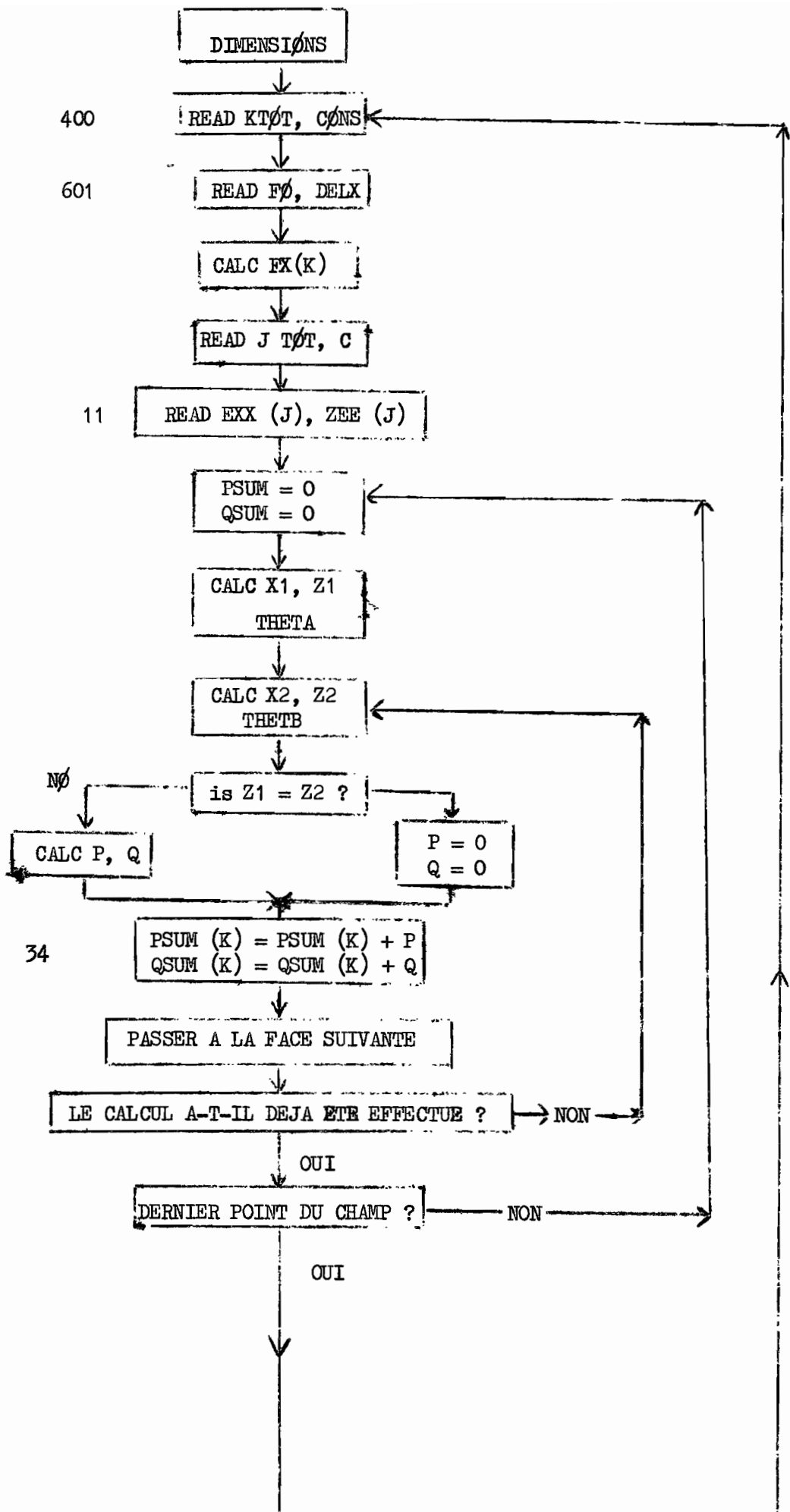
$$\text{et } x_{12} = x_1 - x_2 \quad z_{21} = z_2 - z_1 \quad r_1 = x_1^2 + z_1^2$$

$$r_2 = x_2^2 + z_2^2$$

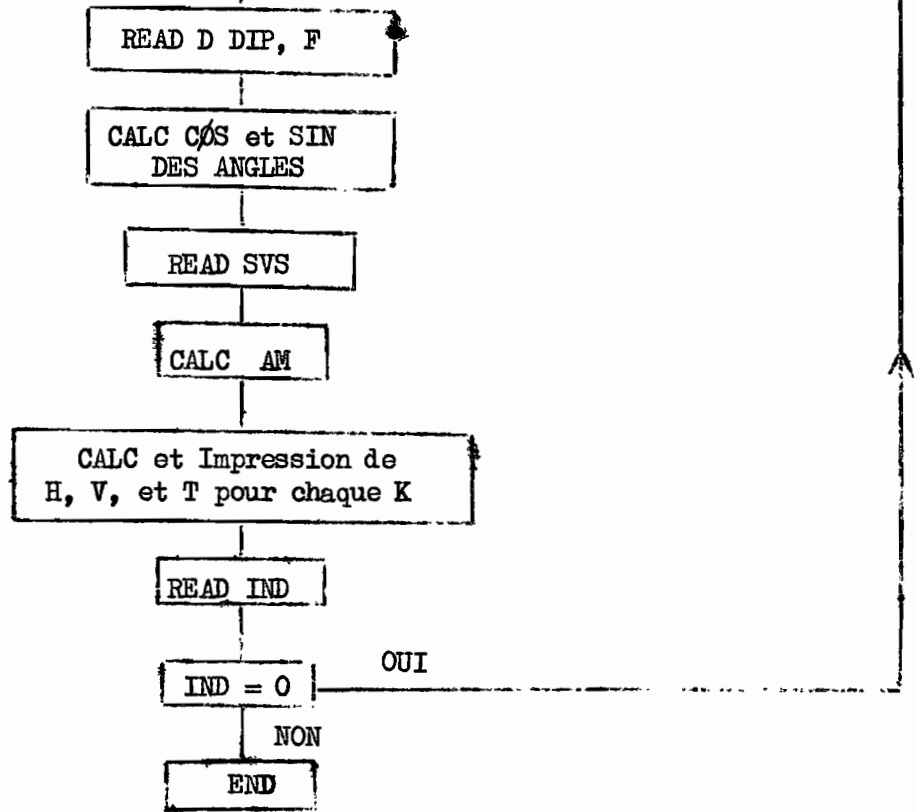
Si on tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, ces expressions sont générales.

..//..

Le profil est obtenu en déplaçant l'origine et l'anomalie en champ total en projetant chaque composante sur la direction du champ au point considéré



430



SYMBOLES

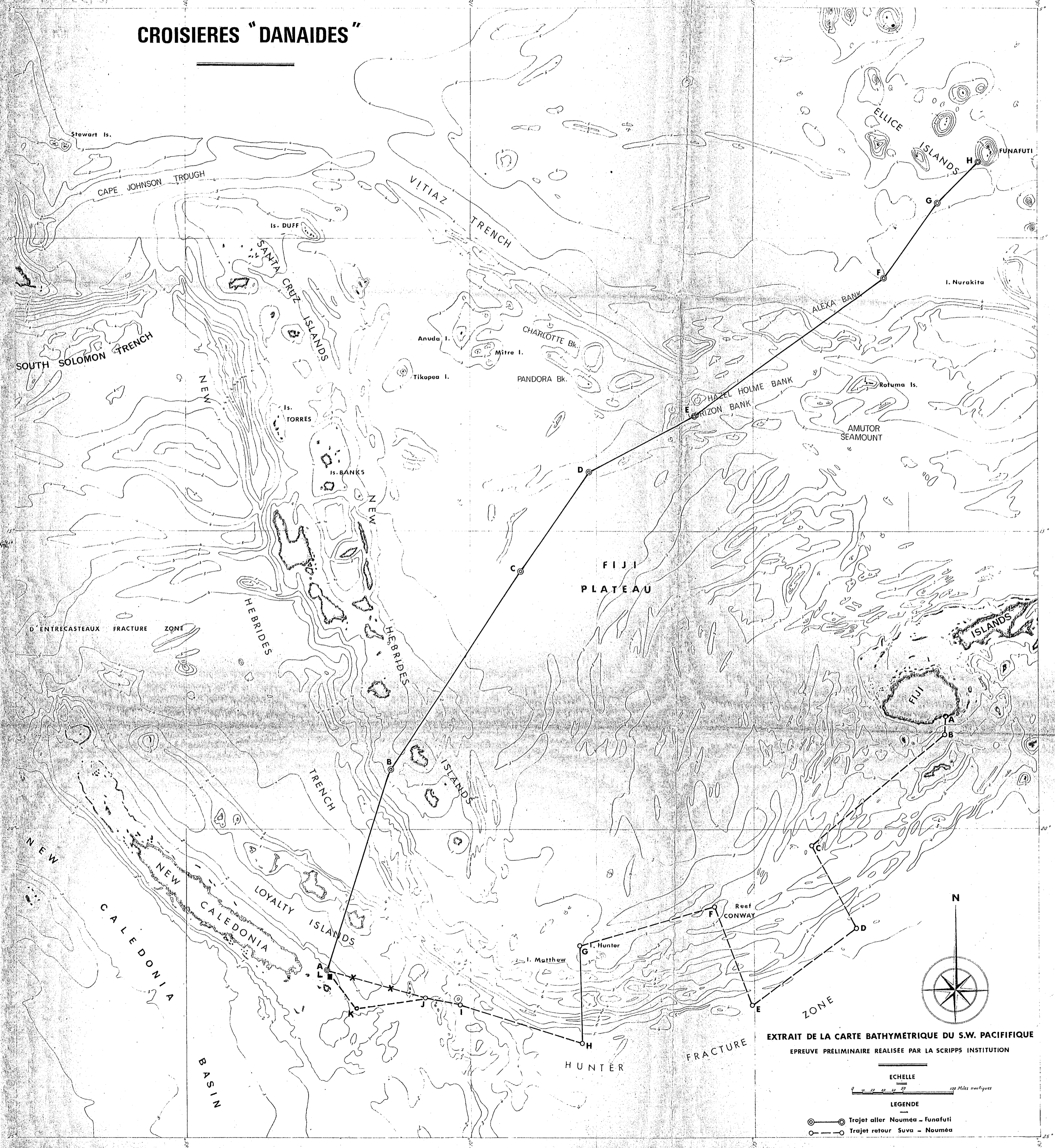
DIP	inclinaison magnétique
D	déclinaison magnétique
C	angle entre l'axe des x positifs et le nord géographique mesuré dans le sens des aiguilles d'une montre à partir du nord géographique, en degrés.
F	Valeur du champ magnétique total en gammas.
SUS	susceptibilité K en UEM.
CØNS	altitude, négative pour l'aéromagnétisme, nulle pour une couverture marine.
EXX, ZEE	coordonnées des sommets du polygone, dans le sens des aiguilles d'une montre, le premier étant répété à la fin.
J TØT	nombre total de coins au polygone + 1.
FØ	première valeur de x où le champ doit être calculé
DELX	pas selon lequel on doit calculer x,
K TØT	nombre total de points où l'on doit calculer le champ.

B I B L I O G R A P H I E

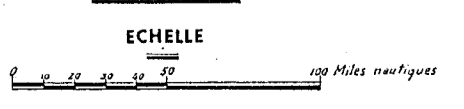
- ADE-HALL J.M. - 1964 - The Magnetic properties of some submarine oceanic lavas.
The Geophys. Journ. of the Roy. Astron. Soc. Vol. 9 - N° 1 -
p : 85 - 92.
- COULOMB J. - L'expansion des fonds océaniques - PUF 1969.
- DUBOIS J. - Thèse 1969.
- GIRÖLER R.W. and PETER G. - 1960 - Geophys. Prosp. Vol. 8 - N° 3 - p : 474 - 483
- GUILLOIN J.H. - Communication personnelle
- HEILAND C.A. - Geophysical explorations 1940
- LACROIX A. - Les roches basaltiques de l'île MARE - Bull. Soc. GEol. de France
Séance du 9 mai 1940.
- LUBIMOVA E.A. - 1967 - Theory of the thermal state of the Earth's Mantle
p. 231 - 319 in : The Earth's Mantle - Edited by T.F. GASKELL -
Acad. Press. London.
- MALAHOFF A. - Carte structurale, communication personnelle.
- PARKER GAY, Jr. S. - Standards curves for the interpretation of magnetic anomalies
over long tabular bodies - Geophysics, Vol. XXVIII, N° 2,
(April, 1963) pp. 161 - 200.
- SCHLICH and PATRIAT - IGC Paris - Note n° 36 - 1969.
- SYKES L.R. - ISACKS B.L. - OLIVER J. - BSSA, Vol. 59, N° 3, p. 1093 - 1113 -
Juin 1969.
- TANWANI M. and James R. HEIRTZLER - Computation of magnetic anomalies caused
by two dimensional structures of arbitrary shape - Lamont Geolo-
gical Observatory - Contribution n° 621

- Bathymetry of the South West Pacific - SCRIPPS Institution of Oceanography
- Charts of the earth's magnetic field published by the U.S. Naval Oceanographic Office.

CROISIÈRES "DANAIDES"



EXTRAIT DE LA CARTE BATHYMETRIQUE DU S.W. PACIFIQUE
 EPREUVE PRELIMINAIRE REALISEE PAR LA SCRIPPS INSTITUTION



- ⊙—⊙ Trajet aller Nouméa - Funafuti
- ⊙-⊙ Trajet retour Suva - Nouméa

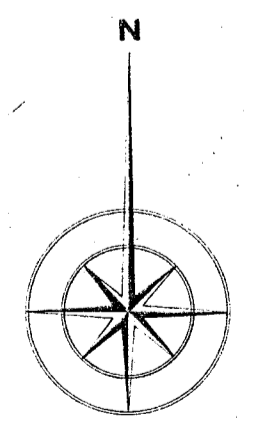
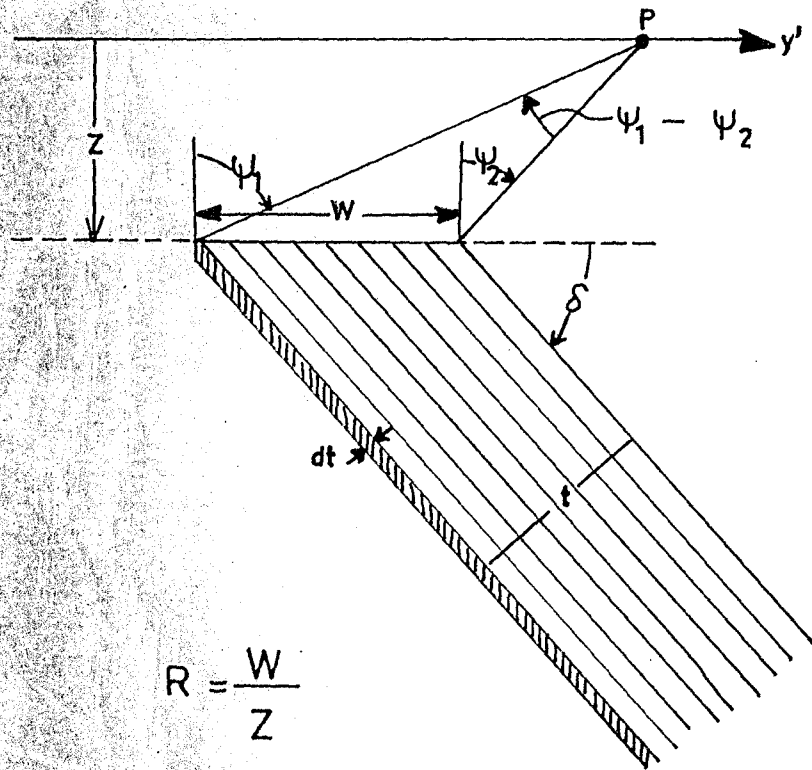
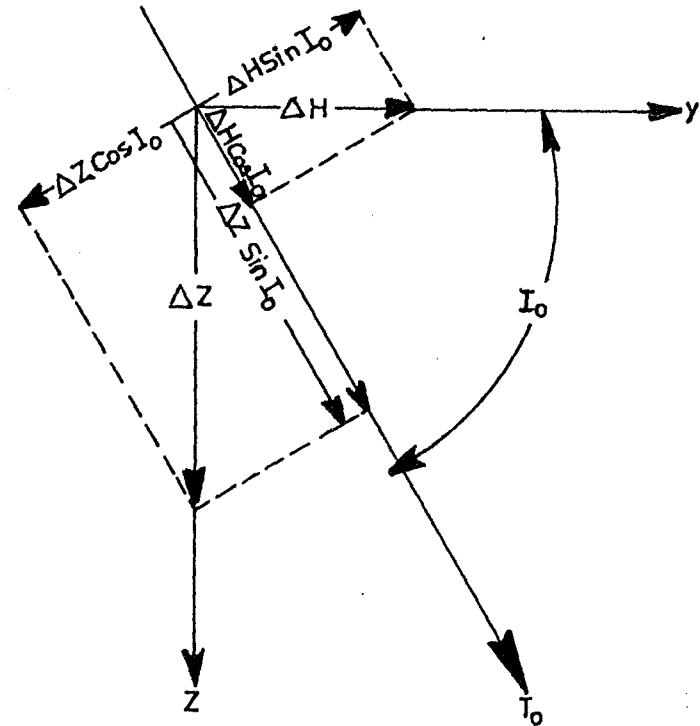


Figure 3.



$$R = \frac{W}{Z}$$

Figure 4.



$$\Delta T_{\parallel} = \Delta Z \sin I_0 + \Delta H \cos I_0$$

$$\Delta T_{\perp} = \Delta Z \cos I_0 - \Delta H \sin I_0$$

$$\Delta T = \sqrt{\Delta T_{\perp}^2 + (T_0 + \Delta T_{\parallel})^2}$$

Figure 1.

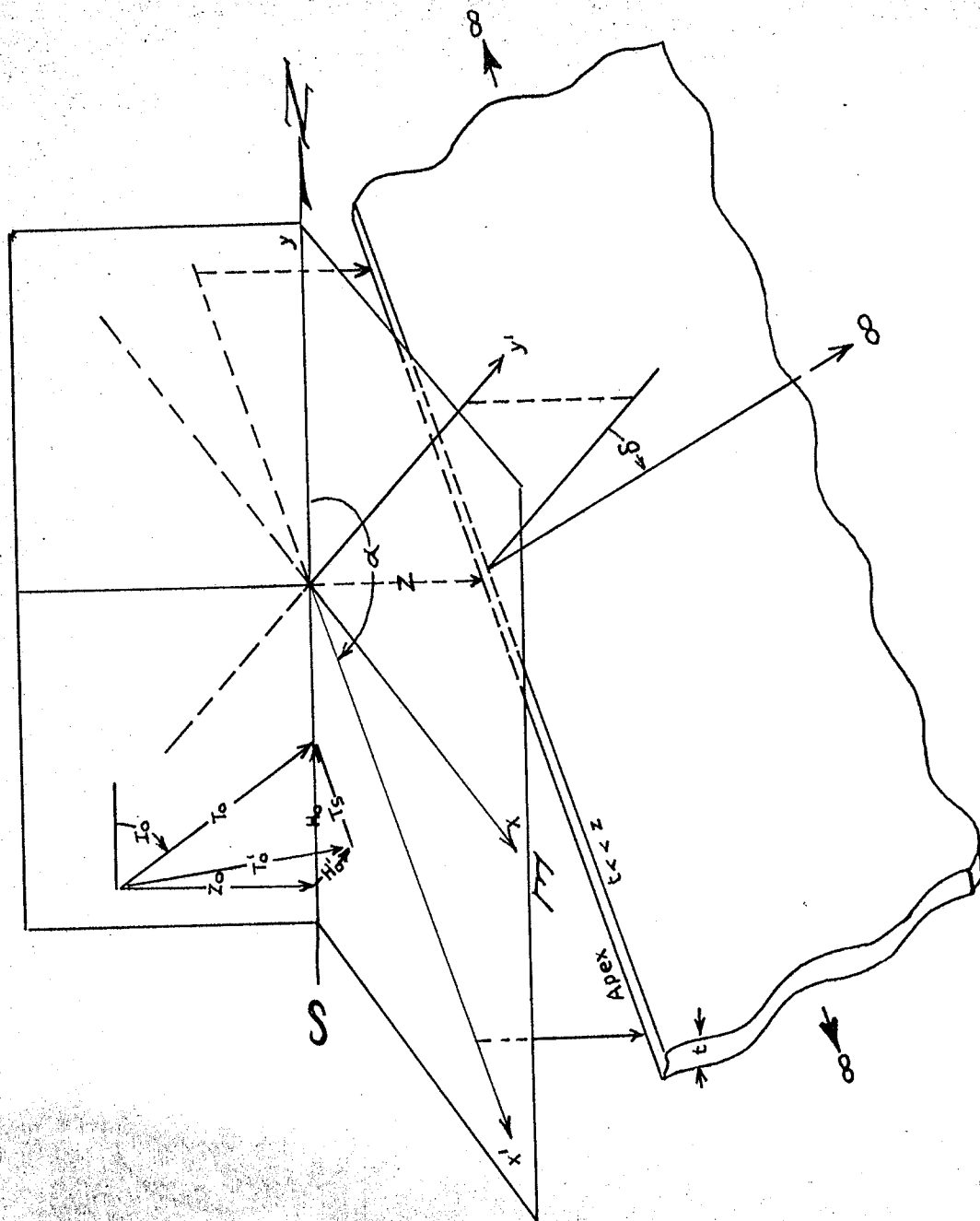
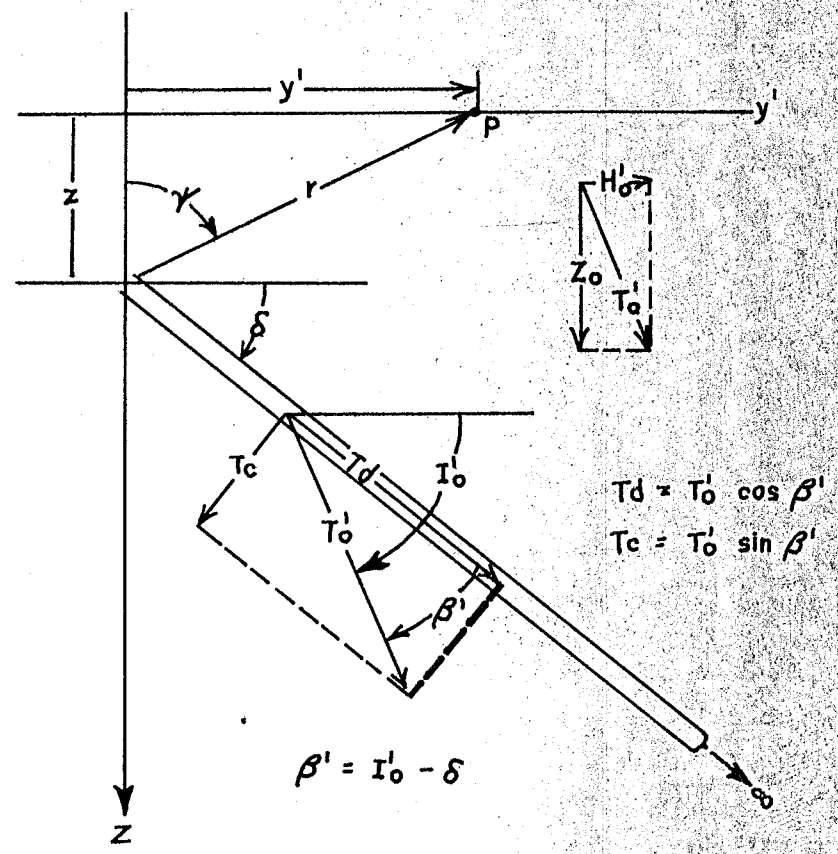


Figure 2.



$$T_d = T_0 \cos \beta'$$

$$T_c = T_0 \sin \beta'$$

$$\beta' = I_0 - \delta$$