

**A TOOL FOR A BETTER KNOWLEDGE OF AN ATOLL :
THE MAGNETIC FIELD AT CLIPPERTON ISLAND (E-NE PACIFIC)
GEOPHYSICAL AND GEOLOGICAL RESULTS**

**UN OUTIL POUR LA CONNAISSANCE D'UN ATOLL :
LE MAGNETISME A CLIPPERTON (E-NE PACIFIQUE)
IMPLICATIONS GEOPHYSIQUES ET GEOLOGIQUES**

F.G. BOURROUILH-LE JAN

Université de Pau et des Pays de l'Adour, Labo. de Géologie,
Ave. Philippon, F 64000 PAU, FRANCE

Y. ALBOUY

O.R.S.T.O.M., 70 Route d'Aulnay, 93140 BONDY, FRANCE

Y. BENDERITTER

B.R.G.M.-IRG, B.P. 6009, 45060 ORLEANS CEDEX, FRANCE

ABSTRACT

The variations of the magnetic field on an atoll surface (Clipperton Island, almost-atoll), point out the setting, spreading and deepness of volcanic masses in a coral accumulation and more precisely at Clipperton, the presence in deepness of magnetic and volcanic masses greater than the trachyte outcrop.

RESUME

Les variations du champ magnétique terrestre à la surface d'un atoll (presqu'atoll de Clipperton) mettent en évidence la disposition, la répartition et la profondeur des masses volcaniques dans une formation corallienne, et plus particulièrement à Clipperton, la présence en profondeur de formations volcaniques d'aimantation supérieure à celle du trachyte de surface.

14 MAI 1986
O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 21 052 154
Cote : B 21.052
 J ex 2.

INTRODUCTION

La presqu'atoll de Clipperton, 109°13' de longitude Ouest et 10°18' de latitude Nord, à 1150 km du Mexique a fait l'objet d'une reconnaissance géologique au cours d'une mission de la fondation Cousteau et de la fondation Singer-Polignac, faisant suite à de précédentes études biologiques (P.M.Niaussat, 1978).

GEOLOGIE DE CLIPPERTON

L'anneau corallien de Clipperton est presque entièrement fermé. Son altitude est d'environ +6m. Sa circonférence est de 12 km. Un hoa d'une dizaine de mètres de large, sur la partie nord de l'île, permet l'admission d'eau de mer dans le lagon seulement occasionnellement pendant les grandes tempêtes.

La roche volcanique qui affleure est un trachyte, précédemment étudié par différents auteurs (A.Lacroix, 1939., A.G.Obermuller, 1959). Le trachyte domine de 29 m la partie émergée de l'atoll. C'est un rocher aux parois verticales, profondément érodé et déchiqueté dans sa masse et, de plus, fortement altéré chimiquement dans sa composition.

Il affleure sur le rebord Sud-Est de l'atoll et occupe une portion de la couronne corallienne que l'on peut évaluer à environ 120 m sur 50 m. Il s'agit donc d'un affleurement très réduit.

La majeure partie de la couronne atollienne, du moins ce qu'il en reste après l'activité des mineurs de phosphate, est formée d'une calcirudite grossièrement cimentée par des enduits tant phosphatés que carbonatés mais qui reste très cohérente.

Quelques accumulations de sable et de blocs coralliens sont plaquées sur cette calcirudite selon la localisation sédimentologique de la zone, face aux vents alizés, aux grandes tempêtes et aux tsunamis.

L'atoll n'est actuellement la scène d'aucune manifestation volcanique et sa surface est à 99,9 % formée de matériaux peu ou pas magnétiques. Les prétendues émanations du Trou sans fond (bassin intérieur du lagon de 40 mètres de profondeur) ne sont que le résultat d'une activité biochimique de dégradation de la matière organique qui prolifère dans le lagon devenu un lac méromictique (Carsin 1981, Bourrouilh-Le Jan et al. 1984).

Des relevés topographiques et bathymétriques ont été effectués (H.W.Menard et al., 1958). La région de l'îlot de Clipperton se présente comme un zone faillée le long de laquelle différentes accumulations magmatiques se sont produites et ont donné naissance à plusieurs alignements de cônes volcaniques affleurant ou non à l'heure actuelle (guyots) (fig.1). Clipperton se place sur un alignement de direction 60°W.

Un affleurement volcanique comme celui de Clipperton est rare sur les atolls de cette dimension ; cela nous a incité à entreprendre des levés magnétiques afin de préciser la géométrie de la structure volcanique en profondeur.

LEVERS MAGNETIQUES

A. Valeurs d'aimantation

Les mesures faites au Centre de Recherches Géophysiques de Garchy (Centre National de la Recherche Scientifique), ont porté sur 4 à 6 échantillons de chacune des formations : trachyte, calcirudite et ponces, prélevées lors

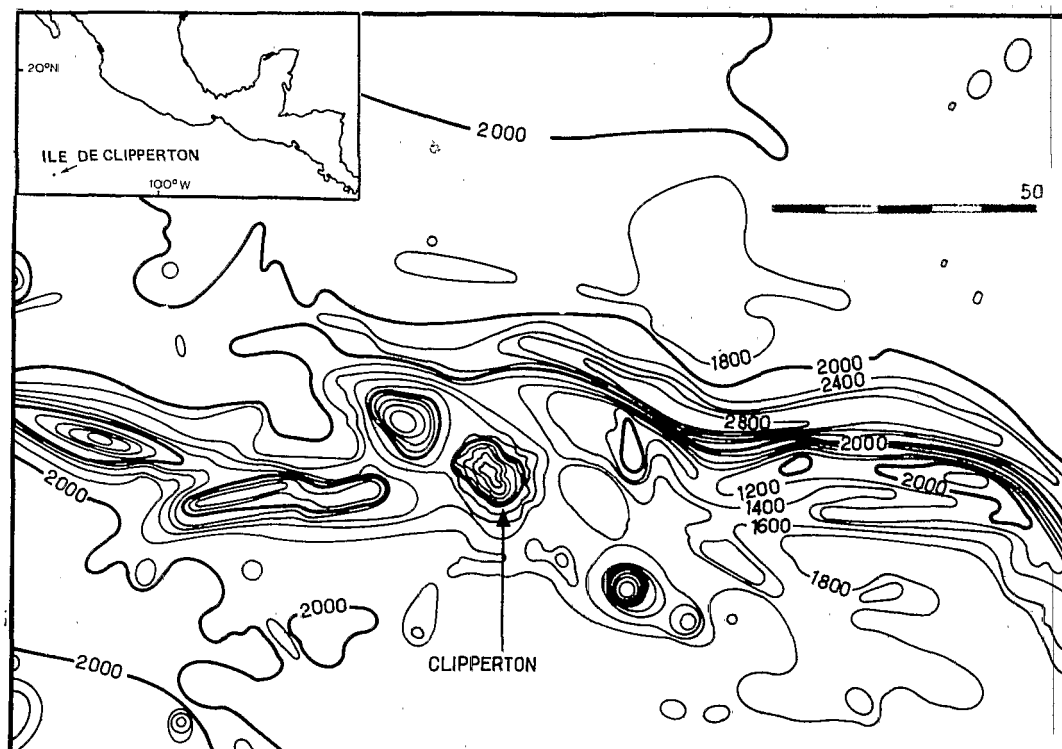


Figure 1 : Topographie sous-marine dans la région de l'île de Clipperton (d'après Menard H.W. et al. 1958). Echelle en miles nautiques. Equidistance des courbes bathymétriques : 200 brasses.

des missions 1963-1964 de la Marine Nationale. Seul le trachyte présente une susceptibilité appréciable, comprise, suivant les échantillons, entre 50 et 250. $\cdot 10^{-6}$ u.e.m./cm³. La susceptibilité des ponces est de l'ordre de 1 à 2 $\cdot 10^{-6}$ u.e.m./cm³ et la susceptibilité de la calcirudite est pratiquement nulle : de l'ordre de quelques 10^{-8} u.e.m./cm³.

B. Matériel, mesures et corrections

Les mesures ont été faites avec un magnétomètre à protons Geometrics aimablement prêté par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières, les 14, 18 et 19 mars 1980. Toutes les trois heures environ, le circuit des mesures était fermé par réoccupation de la base de départ. La "dérive" observée était répartie en fonction du temps en tenant compte des enregistrements magnétiques lents de Teoloyucan (observatoire le plus proche, 90°Ouest, 19°Nord).

Le champ était très calme, à l'exception de la matinée du 14 mars pendant laquelle il a été observé des variations rapides, de quelques minutes de période et d'amplitude voisine de la dizaine de gammas. Les mesures n'ont pas été corrigées de ces variations rapides, d'amplitude faible par rapport aux anomalies mesurées.

Les mesures ont été reportées sur la figure n°2. Différents symboles permettent de différencier les groupes de mesure. La précision sur l'emplacement des stations est de l'ordre de la dizaine de mètres.

Un examen sommaire des mesures brutes conduit à en écarter quelques unes avant de procéder aux corrections : une mesure à l'Ouest trop près des épaves de navires (36932 nT), une mesure à l'Est trop proche des rails de l'ancienne exploitation de phosphate ainsi que trois mesures au Nord-Ouest à proximité de la pointe, perturbées par un défaut d'alimentation du magnétomètre.

Pour établir les corrections finales, il a été retiré de l'ensemble des mesures, la valeur de 36400 nT correspondant au champ mondial (I.G.R.F. 1980).

C. Anomalies locales

Les valeurs corrigées ont été reportées sur la figure n° 3. Les valeurs les plus élevées se trouvent à la pointe NW et au SE près du rocher de Clipperton. Les valeurs faibles, voire négatives, se trouvent soit à l'Ouest (150, 151, 148), soit à l'Est (-65, -19). En absence de mesures dans le lagon, impossibles pour des

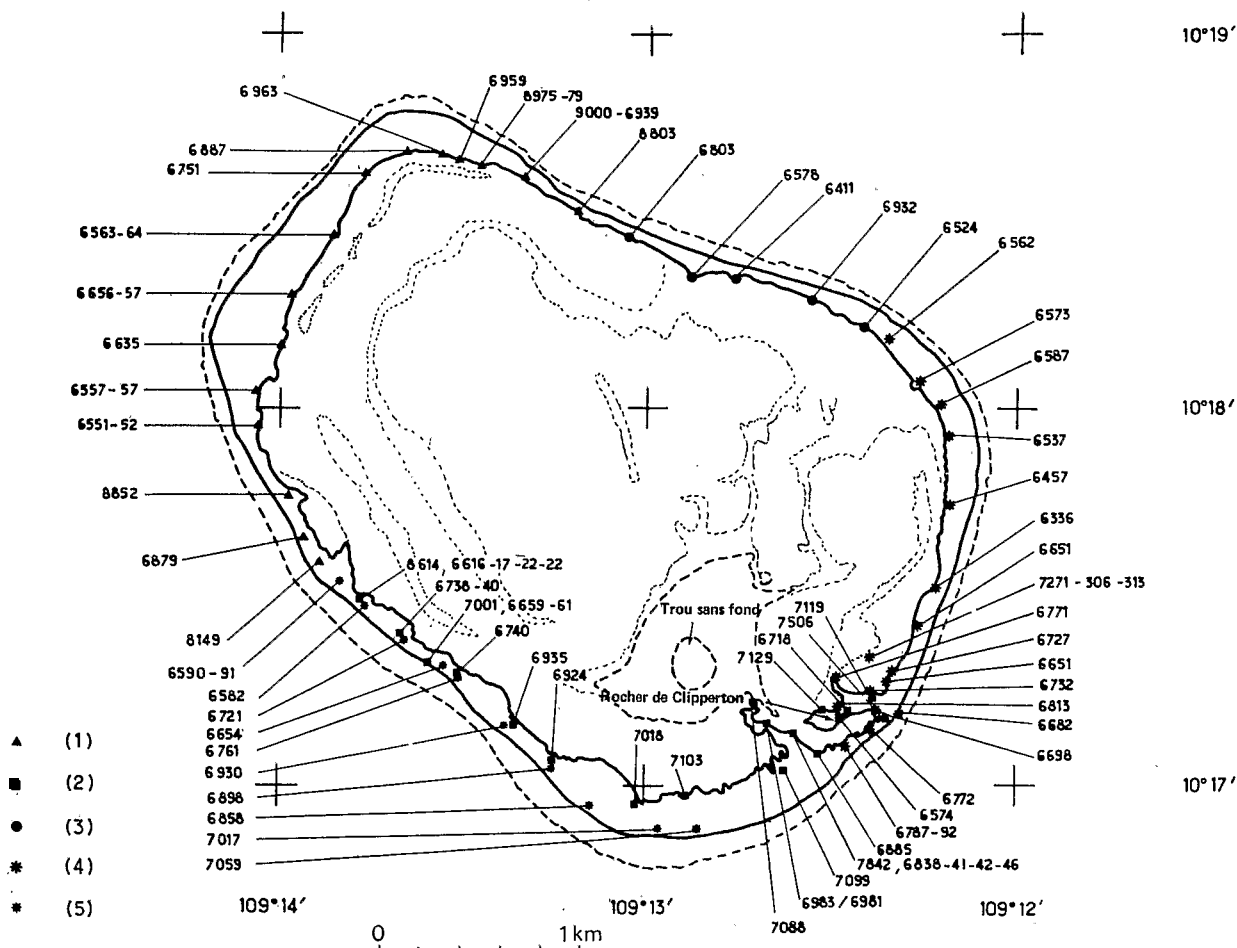


Figure 2 : Localisation et valeur des mesures magnétiques relevées à Clipperton. (Pour avoir les véritables valeurs mesurées, ajouter 30 000 aux valeurs de la carte). Les différents symboles correspondent aux dates des mesures (1 : vendredi matin 14 mars ; 2 : vendredi après-midi 14 mars ; 3 : mardi après-midi 18 mars ; 4 : mercredi matin 19 mars ; 5 : mercredi après-midi 19 mars 1980).

En pointillé est indiqué le contour du récif, qui est un récif vivant à l'extérieur de l'île et un récif mort à l'intérieur du lagon, lui-même transformé en lac méromictique.

raisons techniques, il n'est pas possible d'affirmer l'existence d'une anomalie allongée Nord-Ouest - Sud-Est flanquée de deux anomalies négatives mais c'est l'hypothèse que l'on retiendra comme la plus vraisemblable. En effet, cette direction hypothétique correspond à celle de l'alignement des guyots sur lesquels se situe Clipperton, soit 60°W.

INTERPRETATION

Une interprétation suivant un modèle bidimensionnel a été tentée en prenant des séries de mesures réparties le long de deux profils approximativement perpendiculaires à l'axe de l'anomalie supposée (voir localisation des profils sur la figure n°3).

Les valeurs reportées sur les figures n° 4 et 5 (profils 1 et 2 respectivement) ont été obtenues en projetant les points mesurés parallèlement à la direction supposée de l'anomalie. Les valeurs du profil ont été lissées à cause de la dispersion des mesures du voisinage du rocher de Clipperton. Les modèles ont été calculés à l'aide des algorithmes classiques de Talwani pour les structures à deux dimensions.

Les figures n°4 et 5 donnent des exemples de structures possibles du soubassement volcanique et rendent compte très approximativement des anomalies observées. Il serait en effet illusoire d'obtenir un accord quasi parfait entre les mesures (qui ne sont d'ailleurs pas rigoureusement sur les profils) et les points calculés (correspondant à des structures possibles) en l'absence d'informations plus précises sur la direction de l'aimantation. Ces interprétations sont faites dans l'hypothèse d'une aimantation suivant la direction et le sens du champ actuel ($I = 30^\circ$, $D = 8^\circ$), puisqu'on ne dispose d'aucune information sur l'âge et sur la direction d'aimantation des trachytes.

On remarquera que, pour expliquer l'anomalie magnétique mesurée, il faut supposer une valeur de susceptibilité magnétique nettement plus élevée que celle mesurée sur les trachytes : 30 à 40 fois plus grandes. Il existerait donc en profondeur d'autres formations volcaniques, nettement plus aimantées et vraisemblablement moins acides.

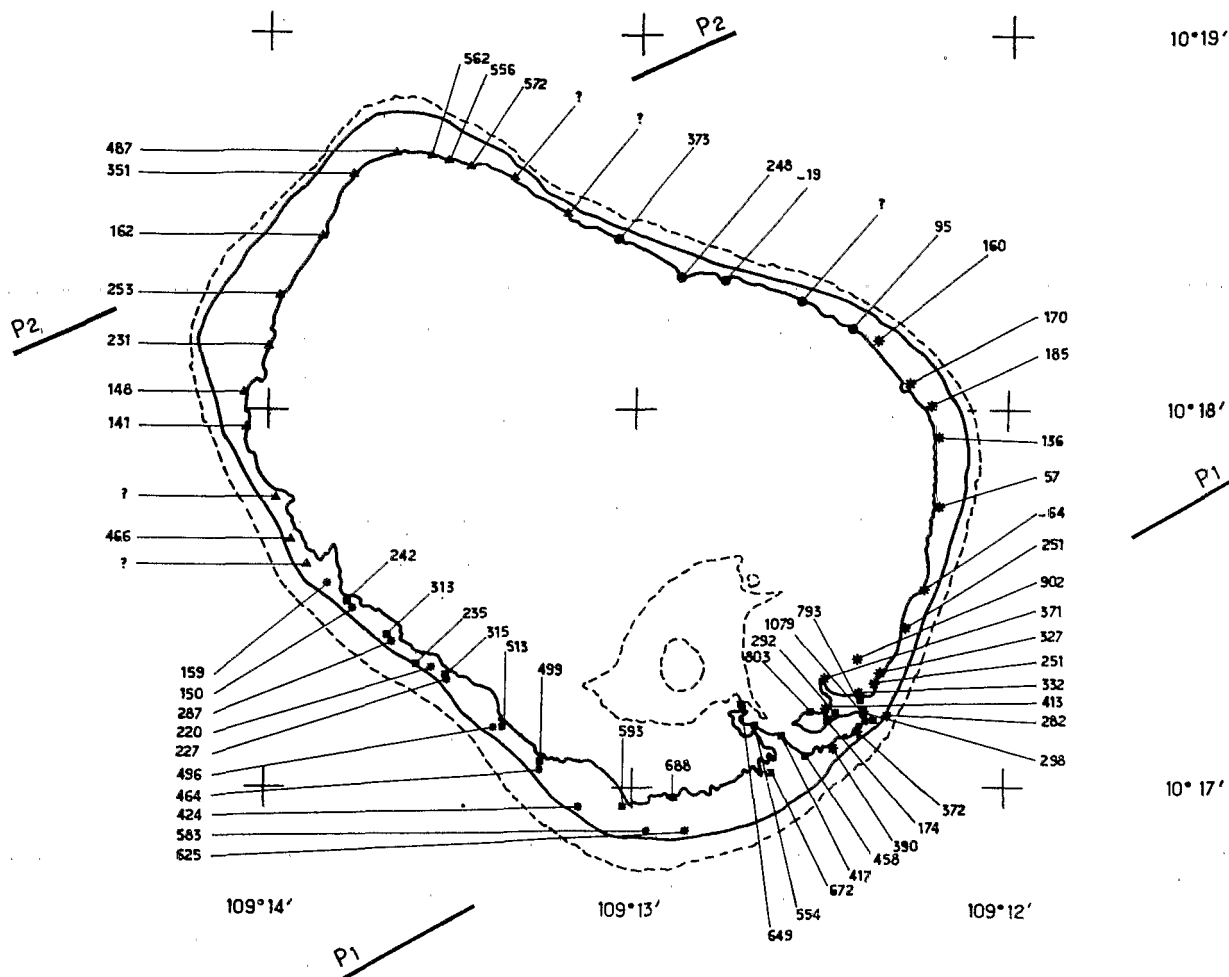


Figure 3 : Valeurs corrigées du magnétisme à Clipperton. Les valeurs faibles, voire négatives se trouvent soit à l'Ouest (150, 141, 148) soit à l'Est (-64 et -19). En l'absence de mesures dans le lagon, il n'est pas possible d'affirmer l'existence d'une anomalie allongée Nord-Est Sud-Ouest flanquée de deux anomalies négatives, mais c'est l'hypothèse que l'on retiendra comme la plus vraisemblable.

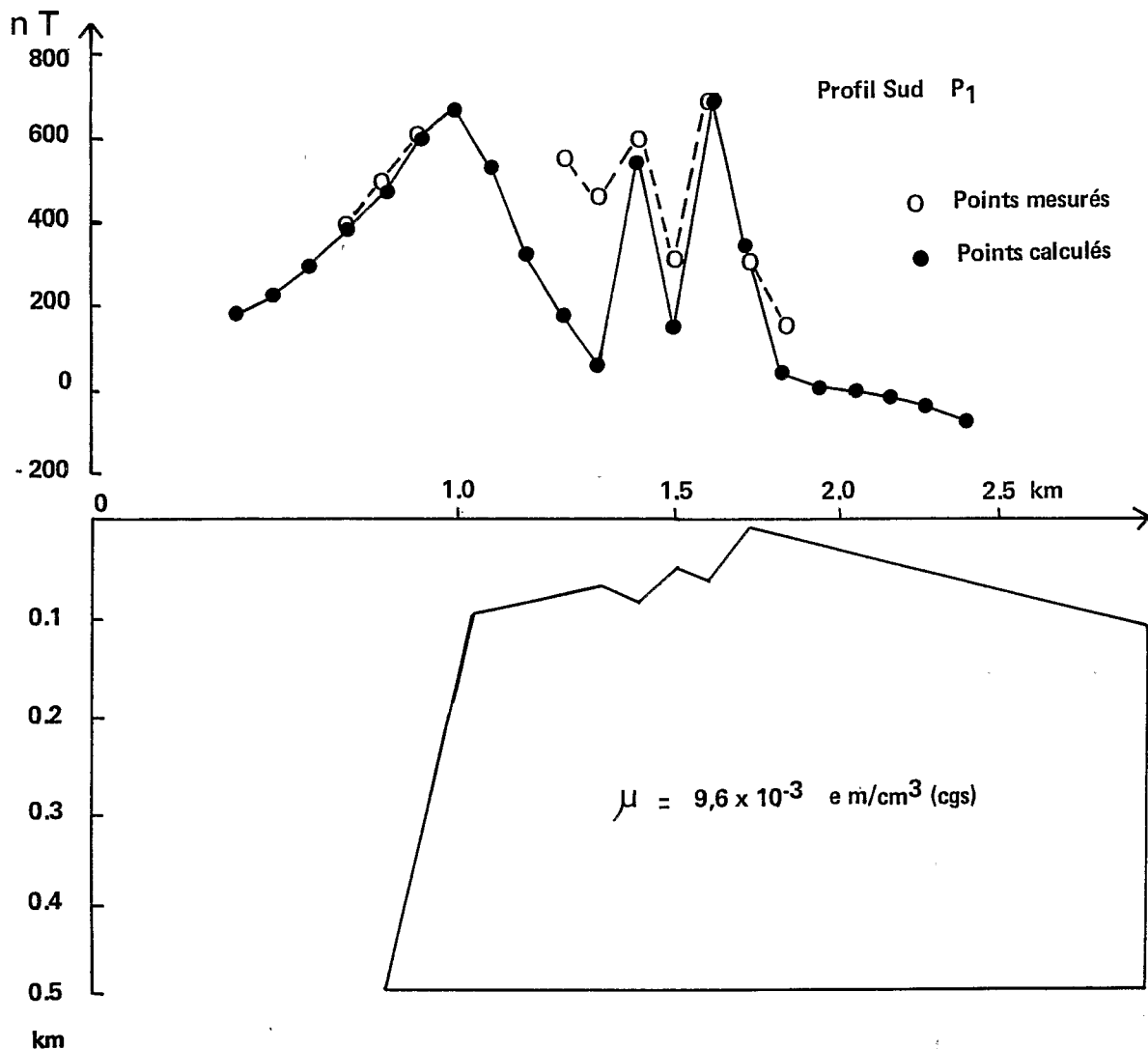


Figure 4 : Anomalie observée le long du profil P1 et modèles proposés. Les points mesurés ont été projetés sur le profil parallèlement à la direction supposée de l'anomalie. Les valeurs ont été lissées par suite de la dispersion au voisinage du rocher).

CONCLUSIONS

Les mesures magnétiques effectuées ne peuvent conduire à l'élaboration d'un modèle magnétique très détaillé. Mais les résultats peuvent déjà apporter des vérifications ou des indications intéressantes relativement à la topographie sous-marine et à la géomorphologie.

En ce qui concerne la topographie sous-marine, les interprétations présentées supposent l'existence de corps magnétiques à forte pente dans la direction Ouest-Sud-Ouest. De telles pentes sont possibles d'après les données de la topographie sous-marine (H.W.Menard et al., 1958). Les modèles sont donc en accord avec ce que l'on connaît de la topographie sous-marine de Clipperton qui se présente comme un îlot entouré de plaines abyssales de 3500 m de profondeur et se prolongeant vers l'Ouest-Nord Ouest par une série de guyots (H.W.Menard et al., 1958).

En ce qui concerne la géomorphologie, on peut remarquer que l'anneau corallien émergé se rétrécit considérablement en deux endroits : d'une part au niveau du hoa Nord-Est et surtout au Sud du piton trachytique, à un endroit où la roche sédimentaire, ailleurs bien lithifiée, est remplacée par des séries de levées coralliennes meubles, levées de tempête d'orientation Sud-Sud Est et Nord-Nord Ouest, à gros blocs de coraux.

Il apparaît donc dans la géomorphologie deux zones plus faibles. Il semble possible de mettre en parallèle ces zones avec le minimum relatif décelé sur le profil P1 et pouvant être relié à un remplissage sédimentaire compris entre deux blocs de matériel volcanique, remplissage se traduisant en surface soit par une couronne très étroite, soit par des accumulations meubles.

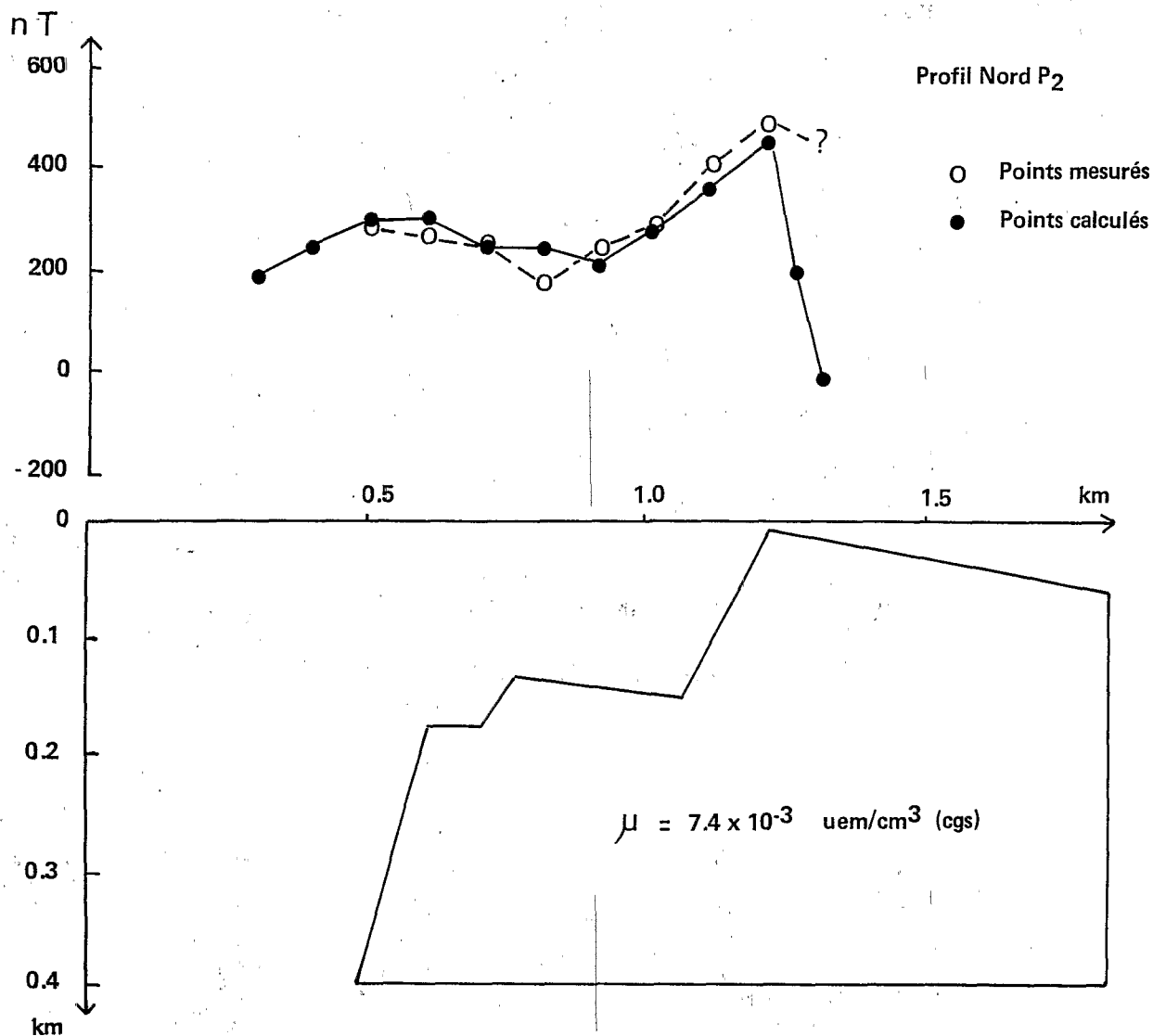


Figure 5 : Anomalie observée le long du profil P2 et modèle proposé. (Les points mesurés ont été projetés sur le profil parallèlement à la direction supposée de l'anomalie).

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance au Commandant J.Y. Cousteau ainsi qu'à son équipe pour l'aide et les facilités mises à la disposition des chercheurs sur le terrain, notre gratitude au Dr. P.M. Niaussat pour la participation de l'un d'entre nous, ainsi qu'au Président de la Fondation Singer-Polignac, le Professeur G. Lucas, Professeur honoraire à l'Université Pierre et Marie Curie, initiateur de nombreux travaux sur les récifs coraliens.

REFERENCES

BOURROUILH-LE JAN F.G., CARLIN J.L., NIAUSSAT P.M. et THOMMERET Y., 1984. Sédimentation phosphatée actuelle dans le lagon confiné de Clipperton, ENE Pacifique. Datations, sédimentologie et géochimie. Sciences Géologiques. Strasbourg (sous presse).
LACROIX A., 1939. Clipperton, île de Pâques et Pitcairn, esquisse lithologique. Ann. Institut. Océano. : 290-330.

MENARD H.W., FISHER R.L., 1958. Clipperton fracture zone in the Northeastern. Equatorial Pacific. Journal of Geology, 66, : 239-253.
Niaussat P.M., 1978. Le lagon et l'atoll de Clipperton. Travaux et Mémoires de l'Académie des Sciences d'Outre-Mer.
OBERMULLER A.G., 1959. Contribution à l'étude géologique et minérale de l'île de Clipperton en Polynésie française. In : Recherches géologiques et minéralogiques en Polynésie française. Inspection générale des Mines et de la géologie. Paris : 47-60. 11 pl., 1 carte.
TALWANIM., HEIRTZLER J.R., 1965. Computation of magnetic anomalies caused by two-dimensional structures of arbitrary shape. Computers in Mineral industries, part 1. Stanford Univer. Publ. Geol. Sciences, 9 : 464-480.