

INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE
SERVICE DES OBSERVATOIRES MAGNETIQUES
5, rue René Descartes
67084 STRASBOURG CEDEX
FRANCE

OBSERVATIONS MAGNETIQUES — DUMONT D'URVILLE (Terre Adélie)

L'Institut de Physique du Globe de Paris a assuré jusqu'en 1979 la publication et la diffusion des observations magnétiques faites aux observations des Terres Australes et Antarctiques Françaises. Les données des années 1957 et 1958 ont été publiées dans les Publications Françaises de l'Année Géophysique Internationale (série III, fascicule 3, 1962), celles des années 1959 à 1963 dans les Annales de l'Institut de Physique du Globe de Paris (tomes XXXII, 1964 et XXXIV, 1966) et celles des années 1964 à 1978 dans les fascicules „Observations Magnétiques“ édités entre 1969 et 1979.

A compter du 1^{er} janvier 1980 ces données sont publiées et diffusées par l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg. La présentation sous forme de fascicules a été conservée, chaque fascicule étant consacré à une année d'observation et à un observatoire.

Le fonctionnement de l'observatoire de Dumont d'Urville est pris en charge par le Territoire des Terres Australes et Antarctiques Françaises. Les Expéditions Polaires Françaises assurent pour le compte du Territoire la gestion de l'établissement permanent de Dumont d'Urville dans le district de Terre Adélie.

OBSERVATIONS MAGNETIQUES
faites à l'Observatoire de Dumont d'Urville (Terre Adélie)
1980
par
J. BITTERLY, J. FOLQUES, R. SCHLICH, A. JEANNE
et G. LAMY

L'observatoire magnétique de Dumont d'Urville en Terre Adélie a pour coordonnées géographiques: $66^{\circ} 40' S$ et $140^{\circ} 01' E$; les coordonnées géomagnétiques correspondantes sont $75,6^{\circ} S$ et $230,8^{\circ} E$. Créé à l'occasion de l'Année Géophysique Internationale en 1957, cet observatoire a été entièrement rénové au cours de l'été austral 1973 (Schlich et al., 1975). Quelques améliorations ont été apportées aux installations existantes en janvier 1976; en particulier le dispositif d'enregistrement numérique des variations lentes, installé en 1973, a été remplacé par un dispositif de conception plus récente.

En 1980, A. JEANNE et G. LAMY ont séjourné à Dumont d'Urville où ils étaient chargés du programme des observations magnétiques.

L'observatoire de Dumont d'Urville comporte, pour ce qui intéresse les observations classiques, un magnétomètre tri-directionnel du type „Fluxgate“ et un magnétomètre à protons pour l'enregistrement des variations des composantes X, Y, Z et de l'intensité F du champ magnétique terrestre. Les variations (X, Y, Z et F) sont enregistrées numériquement sur bande magnétique et sont visualisées par enregistrement graphique. Le magnétographe La Cour a été maintenu en fonctionnement au cours de l'année 1980. Les mesures absolues ont été effectuées sur le pilier de référence, à l'aide des Q.H.M. 141 et 742, et d'un magnétomètre à protons GEOMETRICS G 816 identique au magnétomètre associé au variomètre Fluxgate. Les Q.H.M. sont de fabrication spéciale, ils permettent de mesurer des champs horizontaux de quelques centaines de gammas et de déterminer la valeur de la déclinaison.

Les caractéristiques essentielles du variomètre Fluxgate, du magnétomètre à protons et des dispositifs d'enregistrement associés, sont données ci-dessous:

1. VARIOMETRE TRI-DIRECTIONNEL FLUXGATE.

- sensibilité: $5 \text{ m V}/\gamma$, (précision 0,1 %)
- bruit: $0,1 \gamma$, crête à crête, dans la bande 0 à 0,5 Hz
- stabilité thermique des capteurs: $0,1 \gamma/^{\circ}C$
- stabilité thermique de l'électronique associée: $0,15 \gamma/^{\circ}C$ pour un champ compensé de 50 000 gammas.

- stabilité à long terme: 1 γ /mois
- température de fonctionnement: 11,4°C \pm 0,8°C

2. MAGNETOMETRE A PROTONS A PRECESSION LIBRE.

- temps de comptage pour la mesure: 0,368 s permettant une lecture directe en gammas.
- précision \pm 1 gamma

3. DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT NUMERIQUE ASSOCIE.

- dynamique: \pm 1 000 gammas (\pm 10 000 points)
- résolution: \pm 0,1 gamma
- écart de linéarité du convertisseur analogique-numérique: inférieur à 0,5 γ pour 1 000 γ .
- durée d'intégration du signal: 40 millisecondes par composante (X,Y,Z)
- cadence d'échantillonnage: une information toutes les minutes.

Les informations „champ magnétique“ sont enregistrées séquentiellement dans l'ordre X, Y, Z et F. Toutes les vingt minutes, ces informations sont complétées par l'indicatif de l'observatoire, la date et l'heure. La précision du temps est de l'ordre de 0,5 seconde.

4. ENREGISTREMENTS GRAPHIQUES ASSOCIES.

Le dispositif est équipé de deux enregistreurs, l'un à sensibilité normale et l'autre à sensibilité réduite.

Enregistreur à sensibilité normale:

- dynamique: 1 000 γ
- valeurs d'échelle: 4 γ /mm, (précision 1 %) pour X, Y, Z et F
- vitesse d'enregistrement: 40 mm / heure

Enregistreur à sensibilité réduite:

- dynamique: décalage de zone automatique
- valeur d'échelle: 10 γ /mm, (précision 5 %)
- vitesse d'enregistrement: 20 mm / heure

Pour l'année 1980, toutes les observations ont été ramenées au pilier de référence tel qu'il a été réaménagé en 1978 (Schlich et al., 1979). Le Q.H.M. 742 a été conservé comme référence pour le calcul des lignes de base des composantes X et Y. Le magnétomètre à protons GEOMETRICS, installé depuis 1978, constitue la référence pour les mesures de F.

Pour les composantes X, Y et Z les valeurs de X_0 , Y_0 et Z_0 de la ligne de base correspondent au zéro électrique des variomètres, défini pour une valeur choisie du courant de compensation. Pour le champ total F la stabilité

de la ligne de base dépend essentiellement de l'oscillateur de référence; sa valeur F_0 est définie par la différence de champ entre le „pilier absolu“ et l'emplacement de la sonde à protons. Pour la composante verticale Z, les déterminations de lignes de base ont été faites à partir des mesures de F (avec la sonde du magnétomètre installée au pilier de référence) et des valeurs calculées correspondantes de X et de Y.

Il n'existe pas de discontinuité notable entre le réseau de mesures 1979 et le réseau 1980; les conditions d'observation et les étalons n'ont pas été modifiés.

Les déterminations effectuées en 1980 montrent qu'il existe, comme les années précédentes, une évolution saisonnière des lignes de base X_0 et Y_0 liée à la variation de la température moyenne du sol. Cette évolution régulière ne dépasse pas globalement 10 γ pour la composante X; elle est plus importante pour la composante Y, en particulier entre les mois de janvier et d'avril, période pour laquelle une évolution totale de 25 γ est observée. Afin de tenir compte de cette évolution au cours du temps, on a calculé, par une méthode de moindres carrés, pour des intervalles de temps choisis, une équation liant linéairement la valeur de la ligne de base à l'indice J du jour dans l'année. L'erreur qui résulte de cette approximation n'excède jamais deux gammas pour X et cinq gammas pour Y. Pour les valeurs calculées de F_0 et de Z_0 on observe également une faible évolution qui semble pouvoir être corrélée avec la température moyenne du sol. Cette évolution n'excède pas 4 gammas et on détermine comme précédemment, par une méthode de moindres carrés, une équation liant linéairement les valeurs des lignes de base F_0 et Z_0 à l'indice J du jour dans l'année. Cette approximation n'entraîne pas d'erreur appréciable pour les valeurs de F et de Z calculées.

Pour expliquer cette évolution saisonnière des valeurs de lignes de base on a effectué pour les composantes horizontales X et Y des contrôles périodiques du nivellement de la platine du variomètre Fluxgate. Des variations saisonnières d'environ 20 secondes d'arc suivant la direction nord-sud et d'environ 50 secondes d'arc suivant la direction est-ouest géographique ont été mises en évidence entre les mois de janvier et de juillet 1980. Ces variations, probablement liées aux contraintes thermiques et mécaniques s'exerçant sur le pilier ancré dans le sol (la température moyenne du sol à —50 cm varie de + 3° en été à — 16° C en hiver) doivent être confirmées par des contrôles complémentaires; la précision des mesures de nivellement effectuées est de l'ordre de \pm 10 secondes d'arc. Pour les valeurs de base F_0 on a cherché à préciser cette évolution en mesurant journallement en 1980 la différence de champ total entre le pilier absolu et l'emplacement de la sonde à protons dans l'abri variomètre. Un effet saisonnier inférieur à 3 γ , apparemment corrélié avec la température moyenne du sol semble pouvoir être mis en évidence.

Ces observations nous conduisent à formuler deux hypothèses pour expliquer les fluctuations annuelles et quasi répétitives des lignes de base mises en évidence depuis l'installation du varimètre Fluxgate en 1973:

— variation saisonnière de la verticalité du pilier supportant le variomètre: ce mouvement d'inclinaison du pilier suivant un axe préférentiel pourrait partiellement expliquer les variations des valeurs de X_0 et de Y_0 . En effet, un écart d'inclinaison de 50 secondes d'arc peut entraîner une variation théorique de 17γ pour une composante horizontale mais ne modifiera pratiquement pas la valeur de la composante verticale. Toutefois les contrôles de niveau effectués en 1980, s'ils fournissent une indication vraisemblable en ce qui concerne l'ordre de grandeur de la variation de la ligne de base Y_0 , ne permettent pas a priori de rendre compte de l'ensemble des variations observées.

— variation de l'aimantation des roches superficielles proches du capteur Fluxgate en fonction de la température du sol. Cet effet, que l'on doit supposer directif, est difficile à évaluer à l'aide des données dont nous disposons; il faudrait en effet, connaître les coefficients de température pour les roches en présence et localiser précisément, au niveau des abris magnétiques, les sources d'anomalies supposées responsables des perturbations mises en évidence.

En fait, il est possible qu'il faille expliquer ces fluctuations cycliques par une combinaison de ces deux effets. Une prospection détaillée des sites de mesure et d'enregistrement et la poursuite durant plusieurs années des contrôles réguliers de nivellement du capteur Fluxgate devraient permettre d'interpréter ces variations saisonnières des lignes de base. Il est intéressant de remarquer qu'une situation identique a été signalée à l'observatoire antarctique de Scott Base (Rodgers, 1980). Quoi qu'il en soit, les valeurs moyennes calculées pour les éléments X, Y, Z et F restent valables et les taux de variation séculaire déterminés pour la période 1973 — 1980 doivent être considérés comme significatifs.

Les valeurs de base X_0 , Z_0 et F_0 (exprimées en gammas), pour l'enregistrement numérique, sont données ci-dessous:

$X_0 = - 912 + 0,221 J$	du 01. 01. 1980 au 06. 02. 1980
$X_0 = - 897 - 0,195 J$	du 07. 02. 1980 au 16. 03. 1980
$X_0 = - 997 - 0,195 J$	du 17. 03. 1980 au 25. 03. 1980
$X_0 = - 1027 + 0,153 J$	du 26. 03. 1980 au 11. 04. 1980
$X_0 = - 1003 - 0,081 J$	du 12. 04. 1980 au 19. 05. 1980
$X_0 = - 1013 - 0,006 J$	du 20. 05. 1980 au 30. 10. 1980
$X_0 = - 1052 + 0,120 J$	du 31. 10. 1980 au 31. 12. 1980

$Y_0 = - 448 - 0,208 J$	du 01. 01. 1980 au 18. 01. 1980
$Y_0 = - 458 + 0,230 J$	du 19. 01. 1980 au 04. 05. 1980
$Y_0 = - 430$	du 05. 05. 1980 au 29. 10. 1980
$Y_0 = - 372 - 0,190 J$	du 30. 10. 1980 au 31. 12. 1980
$Z_0 = - 70316 + 0,037 J$	du 01. 01. 1980 au 22. 01. 1980
$Z_0 = - 70315 - 0,030 J$	du 23. 01. 1980 au 16. 03. 1980
$Z_0 = - 70215 - 0,030 J$	du 17. 03. 1980 au 21. 06. 1980
$Z_0 = - 70220$	du 22. 06. 1980 au 20. 10. 1980
$Z_0 = - 70232 + 0,040 J$	du 21. 10. 1980 au 31. 12. 1980
$F_0 = 111,0 - 0,064 J$	du 01. 01. 1980 au 25. 01. 1980
$F_0 = 108,8 + 0,022 J$	du 26. 01. 1980 au 02. 06. 1980
$F_0 = 112,2$	du 03. 06. 1980 au 28. 10. 1980
$F_0 = 124,3 - 0,040 J$	du 29. 10. 1980 au 31. 12. 1980

Les valeurs instantannées et les valeurs de champ moyen ont été calculées à partir des valeurs numériques enregistrées sur bandes magnétiques.

Les valeurs publiées dans les tableaux qui suivent sont les valeurs moyennes horaires, centrées sur les demi-heures T.U. Pour la présentation des tableaux de valeurs moyennes, on a utilisé les mêmes normes que celles définies dans les publications de l'Année Géophysique Internationale (Lebeau et Schlich, 1962). Les jours calmes et perturbés internationaux sont repérés par les lettres Q et D. Les moyennes diurnes n'ont pas été calculées pour les jours où manquaient plus de 12 données horaires; pour les jours où le nombre de données manquantes était inférieur ou égal à 12, on a substitué à ces données les moyennes mensuelles des heures correspondantes, valeurs qui figurent dans les dernières lignes des tableaux. Les moyennes diurnes ainsi obtenues sont signalées par une parenthèse. La moyenne de toutes les valeurs fournit la valeur moyenne mensuelle.

Dans les tableaux, toutes les valeurs de Z, exprimées en gammas, sont données par rapport à une base de $- 70\ 000$ gammas. Les valeurs de X, exprimées en gammas, sont rapportées à une base de $- 500$ gammas. On obtient les valeurs moyennes horaires pour les composantes Z et X en retranchant aux valeurs de base les chiffres inscrits dans les tableaux. Pour Y, les tableaux fournissent directement, au signe près, les valeurs moyennes horaires.

On a calculé en outre, pour chacune des composantes enregistrées, afin de déterminer les variations journalières du champ, les écarts horaires moyens pour tous les jours, les jours calmes et les jours perturbés internationaux. Ces résultats exprimés en $1/10$ de gamma sont rassemblés dans des tableaux distincts. L'été correspond aux mois de novembre, décembre, janvier, février et l'hiver aux mois de mai, juin, juillet, août.

Les moyennes annuelles à partir desquelles est déterminée la variation séculaire sont données dans le tableau ci-dessous:

Composantes	Moyenne annuelle 1980	Variation séculaire
Verticale Z	- 70 123 γ	+ 71 γ
Horizontale X	- 1 093 γ	- 40 γ
Horizontale Y	- 437 γ	+ 4 γ
Champ total F	70 134 γ	- 69 γ

REFERENCES

LEBEAU, A. et SCHLICH, R., 1962 — Etude des observations réalisées à la station de Dumont d'Urville (Terre Adélie), avril 1957 à décembre 1958. *Publication Française de l'A.G.I., C.N.R.S., série III, fascicule 3.*

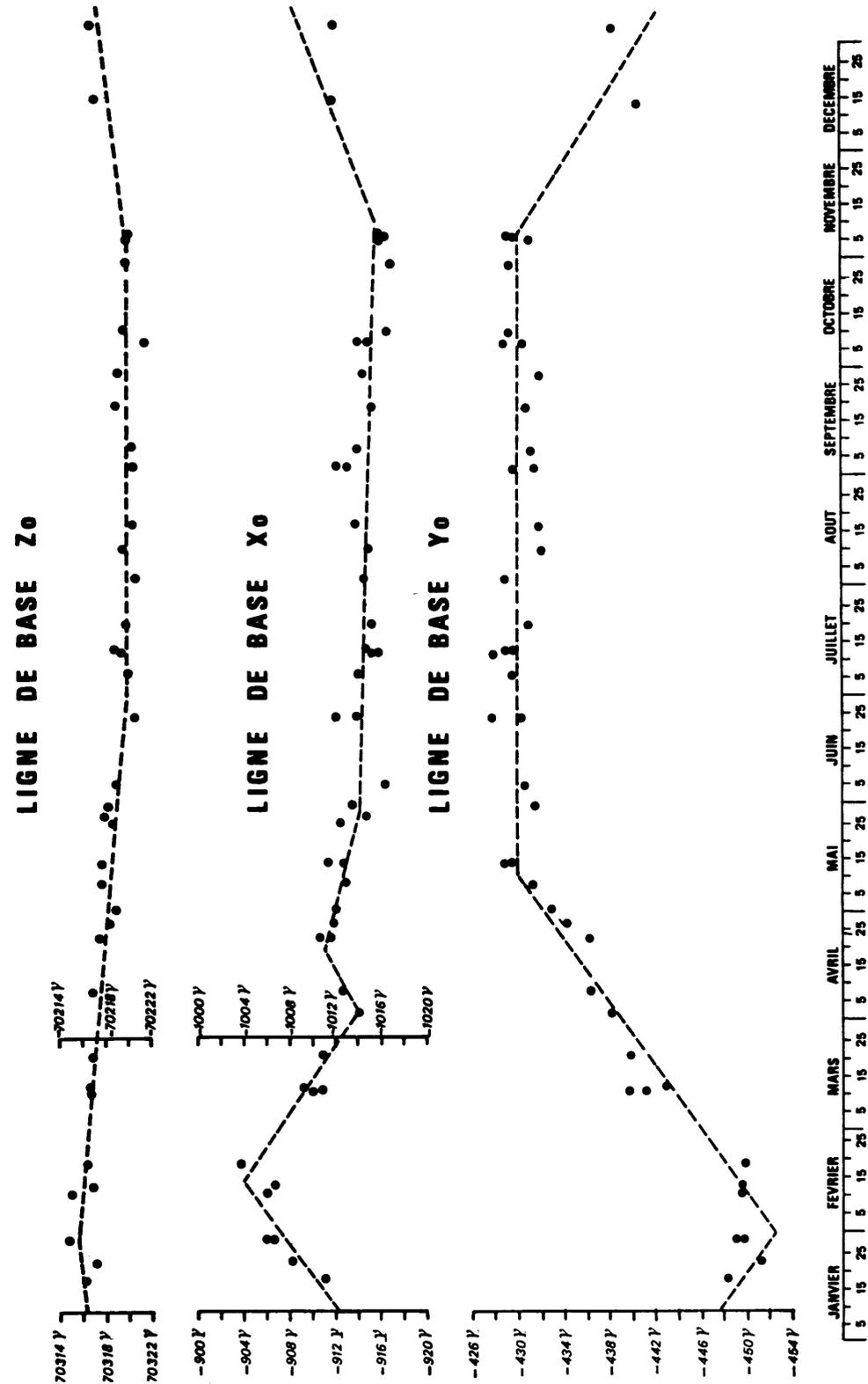
RODGERS, T.A., 1980 — Seasonal variations in the La Cour baseline values at Scott Base, Antarctica. *IAGA NEWS No. 18, pp. 108 — 112.*

SCHLICH, R., BITTERLY, J., OLLIVIER, B. et PETIT, J. R., 1975 — Observations magnétiques faites à l'observatoire de Dumont d'Urville (Terre Adélie), 1973. *Fascicule Institut de Physique du Globe de Paris.*

SCHLICH, R., BITTERLY, J., HUNAUULT, F. et LANCELIN, Ph., 1979 — Observations magnétiques faites à l'observatoire de Dumont d'Urville (Terre Adélie), 1978. *Fascicule Institut de Physique du Globe de Paris.*

TABLEAUX

- Valeurs moyennes horaires pour Z, X et Y pour 1980
- Ecartis horaires moyens pour Z, X et Y pour tous les jours, les jours calmes et les jours perturbés pour 1980.



LIGNES DE BASE DUMONT D'URVILLE 1980
Magnétomètre tri-directionnel "Fluxgate"