

INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE
Service des Observatoires Magnétiques
5, rue René Descartes
67084 STRASBOURG CEDEX
FRANCE

OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES

PORT ALFRED (Crozet)

L'Institut de Physique du Globe de Paris a assuré jusqu'en 1979 la publication et la diffusion des observations magnétiques faites aux observatoires 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 4, 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 1er 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'observations et à un observatoire.

Le fonctionnement de l'observatoire magnétique de Port-Alfred est pris en charge par le Territoire des Terres Australes et Antarctiques Françaises.

OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES faites à l'Observatoire de PORT-ALFRED (Crozet) 1982 par

J. BITTERLY, M. MUNSCHY, R. SCHLICH, J. FOLQUES
et Ph. ANDREA

L'observatoire magnétique de Port-Alfred dans l'archipel des Crozet a pour coordonnées géographiques : $46^{\circ} 26' S$ et $51^{\circ} 52' E$; les coordonnées géomagnétiques correspondantes sont : $51,2^{\circ} S$ et $109,4^{\circ} E$. Il a été ouvert officiellement en janvier 1974, suite à une recommandation formulée par l'Association Internationale de Géomagnétisme et d'Aéronomie de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale (SCHLICH et al., 1976).

En 1982, M. MUNSCHY et Ph. ANDREA ont séjourné à Port-Alfred où ils étaient chargés du programme des observations magnétiques.

L'observatoire de Port-Alfred comporte, pour ce qui intéresse les observations magnétiques classiques, un magnétomètre tri-directionnel du type «Fluxgate» et un magnétomètre à protons pour l'enregistrement des variations lentes des composantes H, D et Z et de l'intensité F du champ magnétique terrestre. Les variations (H, D, Z et F) sont enregistrées numériquement sur bande magnétique et sont visualisées par enregistrement graphique. Les mesures absolues ont été effectuées d'une part à l'aide des appareils utilisés au cours des années précédentes (Q.H.M. n° 367 et 732, Théodolite Chasselon n° 170, magnétomètre à protons GEOMETRICS G 816 identique au magnétomètre associé au variomètre Fluxgate) et d'autre part à l'aide du nouveau magnétomètre théodolite portable, construit et mis au point par le service des Observatoires Magnétiques de l'Institut de Physique du Globe (CANTIN et al., 1979). Cet appareil est constitué d'un théodolite ZEISS 010 B (version amagnétique) spécialement adapté pour recevoir une sonde du type «Fluxgate». Les mesures de déclinaison et d'inclinaison sont réalisées avec une précision meilleure que cinq secondes d'angle. Des mesures directes de l'intensité des composantes horizontale H et verticale Z sont également possibles grâce à un circuit de courant de compensation stable et ultralinéaire : dans ce cas, la calibration est contrôlée à chaque série de mesures par association avec un magnétomètre à protons (BITTERLY et al., 1983). Ce magnétomètre théodolite a été utilisé de façon régulière en 1982, il est adopté, depuis 1981, comme étalon de référence de l'observatoire. Les caractéristiques essentielles du variomètre Fluxgate, du magnétomètre à protons et des dispositifs d'enregistrement associés, sont rappelées ci-dessous :

1. VARIOMETRE TRI-DIRECTIONNEL FLUXGATE

- sensibilité : 5 mV/nT (précision 0,1 %)
- bruit : 0,1 nT, crête à crête, dans la bande 0 à 0,5 Hz
- stabilité thermique, capteurs et électronique associée : proportionnelle au champ compensé, soit 0,4 nT/°C pour H (16.200 nT) et 0,9 nT/°C pour Z (33.700 nT)
- stabilité thermique du coffret mesure : meilleure que 0,3 nT/°C
- stabilité à long terme : meilleure que 1 nT/ mois
- température de fonctionnement, capteurs et électronique associée : 18° ± 1°C
- température de fonctionnement du coffret mesure : 27 à 30°C, selon la température ambiante du laboratoire.

2. MAGNÉTOMETRE A PROTONS A PRESSION LIBRE

- précision : ± 1 nanotesla.

3. DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT NUMÉRIQUE ASSOCIÉ

- dynamique : ± 1.000 nT (± 10.000 points)
- résolution : ± 0,1 nT
- cadence d'échantillonnage : une information toutes les minutes
- durée d'intégration du signal : 40 ms par composante (H, D, Z)

Les informations «champ magnétique» sont enregistrées séquentiellement dans l'ordre H, D, Z et F. Toutes les 20 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 ASSOCIÉS

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 nT
- valeur d'échelle : 4 nT/mm (précision 1 %)
- vitesse d'enregistrement : 20 mm/heure

Enregistreur à sensibilité réduite :

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

Pour l'année 1982, toutes les observations ont été ramenées au pilier de référence, dit «pilier absolu».

Pour les composantes H, \hat{D} et Z, les valeurs H_0 , \hat{D}_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.

Les valeurs de base pour l'enregistrement numérique sont données ci-dessous : elles sont exprimées en nanoteslas pour H_0 , Z_0 et F_0 et en degrés, minutes et dixièmes de minute pour \hat{D}_0 .

$H_0 = 16325,5 - 0,005$	J	du	01.01.	au	08.01.1982
$H_0 = 16325,7 - 0,020$	J	du	09.01.	au	28.05.1982
$H_0 = 16346,2 - 0,172$	J	du	29.05.	au	16.07.1982
$H_0 = 16312,0 + 0,002$	J	du	17.07.	au	26.11.1982
$H_0 = 16289,3 + 0,070$	J	du	27.11.	au	31.12.1982

$D_0 = - 43^\circ 15,8 - 0,011$	J	du	01.01.	au	22.02.1982
$D_0 = - 43^\circ 16,6 + 0,005$	J	du	23.02.	au	24.05.1982
$D_0 = - 43^\circ 15,2 - 0,005$	J	du	25.05.	au	31.12.1982

$Z_0 = - 33542,8 + 0,044$	J	du	01.01.	au	05.02.1982
$Z_0 = - 33541,0 - 0,006$	J	du	06.02.	au	30.04.1982
$Z_0 = - 33522,9 - 0,156$	J	du	01.05.	au	05.10.1982
$Z_0 = - 33595,3 + 0,103$	J	du	06.10.	au	31.12.1982

$F_0 = 292,3 - 0,076$	J	du	01.01.	au	18.02.1982
$F_0 = 290,4 + 0,018$	J	du	19.02.	au	28.05.1982
$F_0 = 260,3 + 0,228$	J	du	29.05.	au	06.07.1982
$F_0 = 284,7 + 0,098$	J	du	07.07.	au	17.09.1982
$F_0 = 324,6 - 0,055$	J	du	18.09.	au	31.12.1982

Les discontinuités observées le 28.05.1982 pour les valeurs de base \hat{D}_0 et F_0 sont dues à une intervention à proximité de l'abri des variomètres ; des travaux de chantier ont modifié l'environnement de l'abri (déplacements de blocs de roches basaltiques).

Pour chaque composante, il existe des périodes pour lesquelles on constate une évolution régulière en fonction du temps des valeurs calculées des lignes de base. On a donc calculé, pour des intervalles de temps choisis, par la méthode des moindres carrés, les équations liant linéairement les valeurs H_0 , \hat{D}_0 , Z_0 et F_0 des lignes de base au numéro J du jour dans l'année. Ce mode de calcul a pour effet de lisser en partie les fluctuations journalières et saisonnières déjà signalées les années précédentes et que l'on attribue à une variation des propriétés magnétiques des matériaux (sol, murs de l'abri) proches des capteurs et des piliers de mesure (BITTERLY et al., 1983).

A partir du 17 juin 1982, une modification des installations de régulation thermique et de l'isolation a permis d'améliorer la stabilité en température de l'ensemble de la maçonnerie (murs, dalle) et du sous-sol de l'abri variomètre.

La température des parties en béton reste maintenant comprise entre + 10 et + 15°C alors qu'auparavant, elle pouvait varier entre - 2 et + 14°C. La température du sous-sol de l'abri est, de ce fait, beaucoup plus stable. Finalement, il apparaît que cette modification a entraîné, contre toute attente, une amplification de la fluctuation saisonnière des lignes de base. Ainsi, les variations extrêmes observées pour H_0 dépassent maintenant 12 nT au lieu de 7 en 1981, celles de Z_0 passent de 8 nT en 1981 à 20 nT et celles de F_0 atteignent 14 nT au lieu de 10 nT. Ces variations restent toujours très fortement corrélées avec l'évolution de la température moyenne extérieure.

Compte tenu de ces nouveaux résultats, il n'est plus possible d'attribuer l'origine des fluctuations des lignes de base aux seuls effets de la température sur les propriétés magnétiques des parois de l'abri des variomètres, comme cela avait été suggéré (BITTERLY et al., 1982). Il faut admettre qu'il existe, au niveau des deux abris (mesures absolues et variomètre), des «effets de sol» qui modifient le champ local.

En effet, les déterminations faites en 1982 montrent que le champ perturbateur lié aux variations thermiques des matériaux aimantés proches des abris est plus intense au niveau de l'abri mesures absolues qu'au niveau de l'abri des variomètres.

En conclusion, une isolation thermique plus efficace à l'aplomb de l'abri de mesures absolues pourrait atténuer l'amplitude des fluctuations observées pour les lignes de base. Les travaux correspondants ont été entrepris au début de l'année 1983.

Quoi qu'il en soit, les valeurs moyennes annuelles calculées pour les éléments D, H, Z et F sont valables ; les valeurs de la variation séculaire déterminées depuis 1974, date de création de l'observatoire, jusqu'en 1982, restent significatives.

Les valeurs instantanées et les valeurs de champ moyen ont été calculées à partir des valeurs numériques H, D, Z et F 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 (SCHLICH, 1962). Les jours calmes et perturbés interna-

tionaux sont repérés par les lettres Q et D. Les moyennes diurnes n'ont pas été calculées pour les jours ou 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 H, exprimées en nanoteslas, sont données par rapport à une base de 16.000 nanoteslas, les valeurs de \hat{D} , exprimées en 1/10 de minute, sont rapportées à une base de 43°W et celles de Z, exprimées en nanoteslas à une base de - 33.000 nanoteslas. On obtient les valeurs moyennes horaires pour les différentes composantes du champ terrestre en ajoutant ou retranchant aux valeurs de base les chiffres inscrits dans les tableaux.

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 suivant le cas en 1/10 de nanotesla ou 1/100 minute, 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	Moyennes annuelles 1982	Variation séculaire
Horizontale H	16 272 nT	- 10 nT
Déclinaison \hat{D}	43° 21,4'W	8,3'W
Verticale Z	- 33 470 nT	+ 28 nT
Champ total F	37 215 nT	- 31 nT

RÉFÉRENCES

SCHLICH, R., 1962 - Étude des observations réalisées à la station de Port-aux-Français (Kerguelen) septembre 1957 à décembre 1958. *Publication Française de l'A.G.I., C.N.R.S., série III, fascicule 4.*

SCHLICH, R., BITTERLY, J., BLOND, B. et KRINICKI, J.C., 1976 - Observations magnétiques faites à l'observatoire de Port-Alfred (Crozet) 1974. *Fascicule Institut de Physique du Globe de Paris.*

CANTIN, J.M., GILBERT, D., BITTERLY, J. et SCHLICH, R., 1979 - Magnétomètre portable pour la mesure de la déclinaison et l'inclinaison du champ magnétique terrestre. *Communication présentée à la XVIIème Assemblée Générale de l'U.G.G.I., Canberra, décembre 1979.*

BITTERLY, J., FOLQUES, J., DECAUX, P. et BONNET, J., 1982 - Observations magnétiques faites à l'observatoire de Port-Alfred (Crozet) 1980. *Fascicule Institut de Physique du Globe de Strasbourg.*

BITTERLY, J., FOLQUES, J., SCHWEBEL, L. et BROUILLET, D., 1983 - Observations magnétiques faites à l'observatoire de Port-Alfred (Crozet) 1981. *Fascicule Institut de Physique du Globe de Strasbourg.*

BITTERLY, J., CANTIN, J.M., SCHLICH, R., GILBERT, D. and FOLQUES, J., 1983 - Portable magnetometer theodolite with Fluxgate sensor for earth's magnetic field component measurements. *Communication présentée à la XVIIIème Assemblée Générale de l'U.G.G.I., Hamburg, août 1983.*

TABLEAUX

- valeurs moyennes horaires pour H, \hat{D} et Z pour 1982.
- Écarts horaires pour H, \hat{D} et Z pour tous les jours, les jours calmes et les jours perturbés pour 1982.
- Valeurs moyennes annuelles ramenées aux repères actuels (1974-1982).
- Indices K pour l'année 1982.

