

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

OBSERVATIONS MAGNETIQUES

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 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'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 MAGNETIQUES faites à l'observatoire de Port Alfred CROZET - 1984

par
J. BITTERLY, R. SCHLICH, J. FOLQUES, V. TRINIAC
et A. BRAUN

L'observatoire magnétique de Port Alfred dans l'archipel des Crozet a pour coordonnées géographiques : 46°26'S et 51°52'E ; les coordonnées géomagnétiques correspondantes sont : 51,2°S et 109,4°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 1984, V. Triniac et A. Braun 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 en 1984 à l'aide du magnétomètre théodolite portable, construit et mis au point par le service des Observatoires Magnétiques de l'Institut de Physique du Globe (Bitterly et al., 1985). 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 horizontales H et verticales 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. Ce magnétomètre à protons (résolution 0,25 nT) est également utilisé pour contrôler l'évolution de la valeur de la différence de champ total entre le « pilier absolu » et l'emplacement de la sonde à protons installée dans l'abri des variomètres.

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 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 0,3 nT/°C pour H (16.200 nT) et 0,6 nT/°C pour Z (33.700 nT)
- stabilité thermique du coffret mesure : meilleure que 0,3 nT/°C
- stabilité à long terme : meilleure que 2 nT/mois sur l'ensemble de l'année 1984
- température de fonctionnement, capteurs et électronique associée : 18° ± 1°C
- température de fonctionnement du coffret mesure : 25 à 30°C, selon la température ambiante du laboratoire en 1984

2. MAGNETOMETRE A PROTONS A PRECESSION LIBRE

- précision : ± 1 nT ; résolution : ± 0,25 nT

3. DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT NUMERIQUE ASSOCIE

- 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 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. ENREGISTREMENT GRAPHIQUE ASSOCIE

L'enregistrement graphique est assuré par un enregistreur du type « potentiométrique » :

- dynamique : 1.000 nT
- valeur d'échelle : 4 nT/mm (précision 1 %)
- vitesse d'enregistrement : 20 mm/heure

Pour l'année 1984, toutes les observations ont été ramenées au pilier de référence, dit « pilier absolu ». Il n'existe pas de discontinuité entre les réseaux de mesures 1983 (Bitterly et al., 1985) et le réseau de mesures 1984.

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 minutes pour \hat{D}_0 .

$H_0 = 16315,3 + 0,026 J$	du 01.01 au 09.01.1984
($H_0 = 16316,9 - 0,105 J$)	du 10.01 au 13.01.1984 (relation approchée)
($H_0 = 16315,6 - 0,078 J$)	du 14.01 au 18.01.1984 (relation approchée)
$H_0 = 16315,5 - 0,024 J$	du 19.01 au 12.03.1984
$H_0 = 16316,3 - 0,036 J$	du 13.03 au 08.05.1984
$H_0 = 16315,2 - 0,027 J$	du 09.05 au 11.09.1984
$H_0 = 16301,7 + 0,026 J$	du 12.09 au 31.12.1984

$\hat{D}_0 = - 43^\circ 17,0 - 0,020 J$	du 01.01 au 09.01.1984
($\hat{D}_0 = - 43^\circ 17,8$)	du 10.01 au 18.01.1984 (valeur approchée)
$\hat{D}_0 = - 43^\circ 15,8 - 0,012 J$	du 19.01 au 03.03.1984
$\hat{D}_0 = - 43^\circ 17,5 + 0,017 J$	du 04.03 au 15.06.1984
$\hat{D}_0 = - 43^\circ 15,2 + 0,002 J$	du 16.06 au 08.09.1984
$\hat{D}_0 = - 43^\circ 11,4 - 0,013 J$	du 09.09 au 31.12.1984

$Z_0 = - 33551,4 + 0,084 J$	du 01.01 au 09.01.1984
($Z_0 = - 33547,5$)	du 10.01 au 13.01.1984 (valeur approchée)
($Z_0 = - 33543,8 - 0,268 J$)	du 14.01 au 18.01.1984 (relations approchées)
$Z_0 = - 33549,9 + 0,057 J$	du 19.01 au 18.03.1984
$Z_0 = - 33540,0 - 0,070 J$	du 19.03 au 06.09.1984
$Z_0 = - 33562,3 + 0,019 J$	du 07.09 au 03.10.1984
$Z_0 = - 33573,7 + 0,060 J$	du 04.10 au 31.12.1984

$F_0 = 298,7 - 0,092 J$	du 01.01 au 09.01.1984
($F_0 = 294,2$)	du 10.01 au 13.01.1984 (valeur approchée)
($F_0 = 283,3 + 0,782 J$)	du 14.01 au 18.01.1984 (relation approchée)
$F_0 = 299,8 - 0,091 J$	du 19.01 au 07.03.1984
$F_0 = 288,8 + 0,072 J$	du 08.03 au 03.09.1984
$F_0 = 319,9 - 0,054 J$	du 04.09 au 02.10.1984
$F_0 = 323,4 - 0,067 J$	du 03.10 au 31.12.1984

On notera que, pour la période du 09 au 19 janvier 1984, les valeurs des lignes de base H_0 , \hat{D}_0 et Z_0 , sont relativement mal définies. Des interventions au niveau de l'électronique du variomètre ont perturbé son fonctionnement à plusieurs reprises durant cet intervalle de temps. Les valeurs adoptées pour H_0 , \hat{D}_0 et Z_0 ne reposent que sur les séries de mesures absolues effectuées avant et après ces interventions. Il faut admettre que du 09 au 19 janvier 1984 inclus, les valeurs instantanées des éléments H, \hat{D} et Z du champ magnétique ne sont pas connues à mieux que ± 10 nanoteslas.

Par ailleurs, le fonctionnement de l'électronique de mesure du magnétomètre à protons associé au variomètre triaxial a été perturbé entre le 15 et le 30 mars. Les valeurs du champ total calculées pour cette période sont entachées d'une incertitude de ± 5 nT ; les valeurs calculées pour les composantes H, \hat{D} et F ne sont pas affectées.

En dehors des intervalles signalés plus haut il existe, pour chaque composante, 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. En 1984, l'amplitude de la composante saisonnière de ces fluctuations ne dépasse pas 8 nT pour la composante H, elle est de l'ordre de 13 nT pour la composante Z et pour le champ total F et elle atteint 3' pour la composante D. Les variations extrêmes observées, qu'elles soient journalières ou saisonnières, restent toujours très fortement corrélées avec l'évolution de la température moyenne extérieure. En particulier, on observe durant les périodes du 29 juin au 15 juillet et du 01 au 16 octobre 1984, des écarts brusques de 2 à 3 degrés de la température moyenne du sous-sol qui correspondent à une fluctuation anormale des valeurs calculées pour H_0 , \hat{D}_0 , Z_0 et F_0 . On a montré qu'il fallait attribuer ces fluctuations à des « effets de sol » qui modifient le champ local dans l'environnement proche du pilier de mesures absolues et des capteurs (Bitterly et al., 1984). Il en résulte, pour les périodes concernées, une incertitude estimée à ± 5 nT sur les valeurs calculées pour les éléments du champ magnétique à l'observatoire de Port Alfred. Néanmoins, pour le reste de l'année 1984, le taux moyen d'évolution observé demeure, dans tous les cas, inférieur à 4 nT/mois ; les approximations faites n'entraînent pas d'erreur supérieure à 2 nT pour les valeurs instantanées des éléments H, \hat{D} , Z et F du champ magnétique. Les valeurs moyennes annuelles et la variation séculaire calculées pour 1984 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 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 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 nanoteslas ou 1/100 de 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 :

Composante	Moyenne annuelle 1984	Variation séculaire
Horizontale H	16275 nT	0 nT
Déclinaison \hat{D}	43°39,8'W	9,9'W
Verticale Z	- 33401 nT	+ 29 nT
Champ total F	37155 nT	- 27 nT

REFERENCES

SCHLICH, R., 1962 - Etude 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.

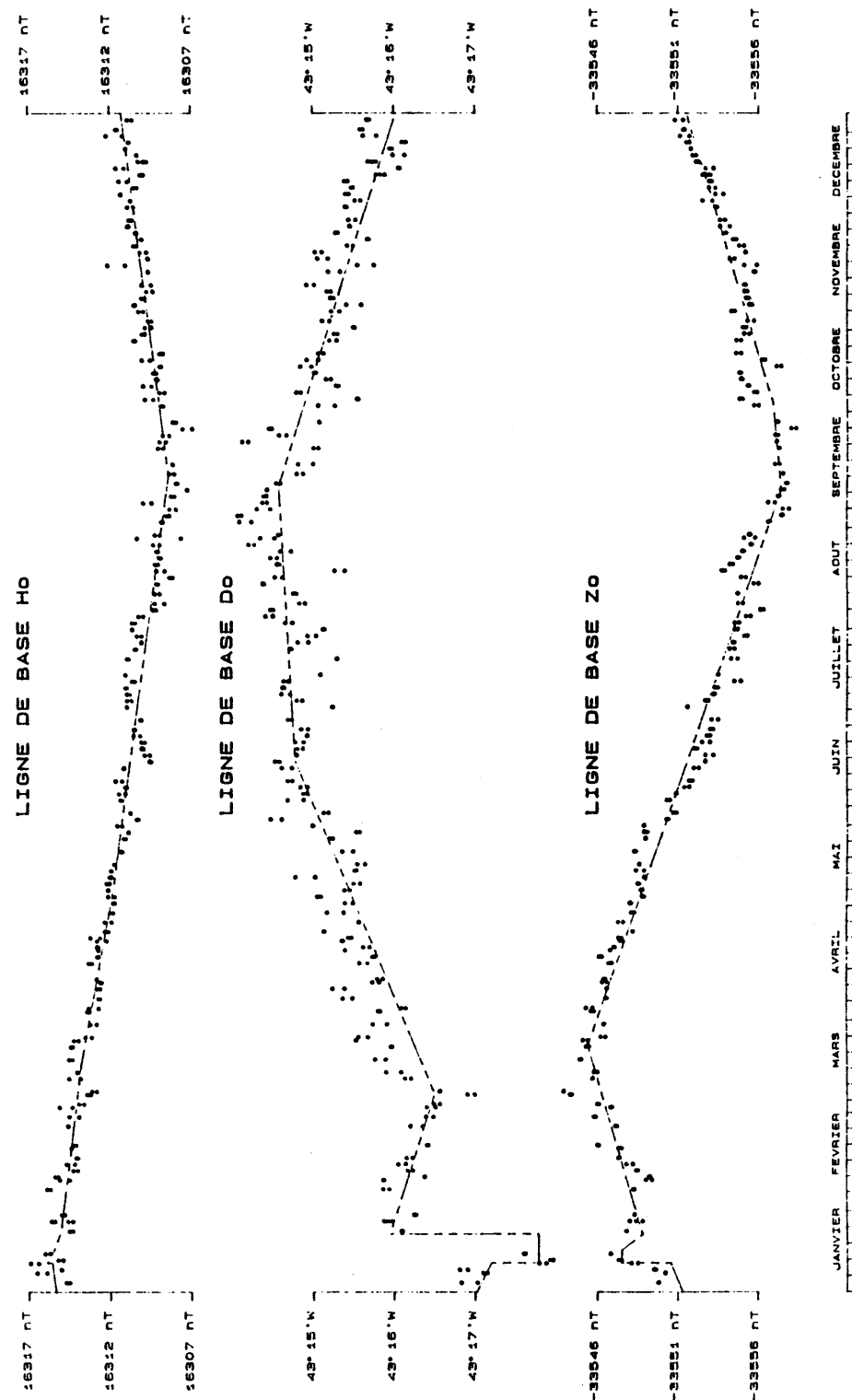
BITTERLY, J., CANTIN, J.M., SCHLICH, R., FOLQUES, J. and GILBERT, D., 1984 - Portable magnetometer theodolite with Fluxgate sensor for earth's magnetic field component measurements.
Geophysical Surveys 6, 233-239.

BITTERLY, J., SCHLICH, R., FOLQUES, J. et BONNET, J., 1985 - Observations magnétiques faites à l'observatoire de Port Alfred (Crozet) 1983.
Fascicule Institut de Physique du Globe de Strasbourg, 1-62.

BITTERLY, J., MUNSCHY, M., SCHLICH, R., FOLQUES, J. et ANDREA, Ph., 1984 - Observations magnétiques faites à l'observatoire de Port Alfred (Crozet) 1982.
Fascicule Institut de Physique du Globe de Strasbourg.

TABLEAUX

- valeurs moyennes horaires pour H, \hat{D} et Z pour 1984,
- écarts horaires pour H, \hat{D} et Z pour tous les jours, les jours calmes et les jours perturbés pour 1984,
- valeurs moyennes mensuelles calculées pour les éléments du champ magnétique pour l'année 1984,
- valeurs moyennes annuelles ramenées aux repères actuels (1974-1984),
- variation séculaire à l'observatoire de Port Alfred (1975-1984),
- indices K pour l'année 1984,
- caractéristiques des principaux orages magnétiques enregistrés à l'observatoire de Port Alfred en 1984.



VALEURS MOYENNES ANNUELLES 19...5 - REPERES ACTUELS (1981)

TOUS LES JOURS

AN.	D	(I)	H	(X)	(Y)	Z	(F)	F enr.
1974.5	-42 07.2	-64 16.6	16288	12081	-10924	-33807	37526	37529
1975.5	-42 17.3	-64 14.1	16290	12051	-10961	-33752	37477	37480
1976.5	-42 26.6	-64 12.2	16290	12021	-10993	-33703	37433	37434
1977.5	-42 36.7	-64 09.9	16292	11990	-11030	-33648	37385	37387
1978.5	-42 46.3	-64 09.1	16283	11953	-11058	-33610	37347	37349
1979.5	-42 55.2	-64 07.2	16286	11926	-11091	-33570	37312	37314
1980.5	-43 03.9	-64 04.9	16292	11903	-11125	-33526	37275	37277
1981.5	-43 13.1	-64 04.7	16282	11865	-11149	-33499	37246	37246
1982.5	-43 21.4	-64 04.4	16272	11831	-11171	-33470	37216	37216
1983.5	-43 29.8	-64 02.5	16275	11806	-11203	-33430	37181	37181
1984.5	-43 39.8	-64 01.3	16275	11774	-11236	-33401	37155	37155

PORT-ALFRED (CROZET) 46 26'S - 51 52'E

VALEURS MOYENNES MENSUELLES ANNEE 1984 - REPERES ACTUELS (1981)

TOUS LES JOURS

MOIS	D	(I)	H	(X)	(Y)	Z	(F)	F enr.
JANV	-43 34.1	-64 00.8	16287	11801	-11225	-33413	37171	37170
FEBV	-43 35.8	-64 01.5	16278	11788	-11225	-33411	37165	37165
MARS	-43 37.4	-64 02.1	16269	11777	-11224	-33408	37159	37159
AVRI	-43 39.1	-64 02.4	16263	11767	-11226	-33404	37153	37153
MAI	-43 38.9	-64 02.0	16268	11772	-11229	-33405	37156	37156
JUIN	-43 39.0	-64 01.3	16274	11775	-11233	-33398	37151	37151
JUIL	-43 39.6	-64 01.1	16275	11774	-11236	-33396	37151	37151
AOUT	-43 41.3	-64 01.2	16274	11768	-11241	-33396	37151	37151
SEPT	-43 42.0	-64 01.5	16270	11763	-11241	-33395	37148	37148
OCTO	-43 42.8	-64 01.0	16276	11764	-11247	-33394	37149	37150
NOVE	-43 43.4	-64 00.6	16280	11765	-11253	-33393	37150	37150
DECE	-43 43.7	-64 00.2	16285	11768	-11257	-33393	37152	37152
MOY.								
ANN.	-43 39.8	-64 01.3	16275	11774	-11236	-33401	37155	37155

VARIATION SECLAIRE - REPERES ACTUELS (1981)

TOUS LES JOURS

AN.	D	(I)	H	(X)	(Y)	Z	(F)	F enr.
1975	-10.1'	02.4'	3	-30	-37	56	-49	-49
1976	-09.3'	01.9'	-1	-30	-32	49	-44	-46
1977	-10.1'	02.4'	2	-31	-37	55	-48	-47
1978	-09.6'	00.8'	-9	-37	-28	37	-37	-38
1979	-08.9'	01.9'	3	-27	-33	41	-35	-35
1980	-08.6'	02.3'	6	-23	-34	43	-36	-37
1981	-09.2'	00.2'	-11	-38	-25	28	-29	-31
1982	-08.4'	00.3'	-10	-34	-22	29	-30	-30
1983	-08.4'	01.9'	3	-25	-31	40	-35	-34
1984	-09.9'	01.2'	-0	-33	-34	29	-27	-27

(F) : F calculé à partir de la relation $(F^2=H^2+Z^2)$

F enr. : F enregistré (données fournies par le magnétomètre à protons)

Eléments enregistrés à Port-Alfred : D,F,H,Z

La variation séculaire VS est définie par la différence entre les valeurs moyennes annuelles des années n+1 et n.

La valeur de VS est exprimée, selon le cas, en nanotesla ou en minute et dixième de minute.