

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 1<sup>er</sup> 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 1983

par  
J. BITTERLY, R. SCHLICH, J. FOLQUES  
et J. BONNET

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 1983, J. Bonnet, C. Gentils et P. Delat 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, 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 1983 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 (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., 1984). 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. VARIOMÈTRE TRI-DIRECTIONNEL « FLUXGATE »

- sensibilité : 5 mV/nT, (précision 0,1 %)
- bruit : 0,1 nT, crête à crête, dans la bande de 0 à 0,5 Hz
- stabilité thermique, capteurs et électronique associé : 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° C ± 1° C.
- température de fonctionnement du coffret mesure : 27 à 30° C, selon la température ambiante du laboratoire.

### 2. MAGNÉTOMÈTRE A PROTONS A PRÉCESSION LIBRE

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

### 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 millisecondes 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. 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 1983, toutes les observations ont été ramenées au pilier de référence, dit « pilier absolu ».

Pour les composantes H, D et Z, les valeurs Ho, Do et Zo 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 Fo 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 Ho, Zo et Fo et en degrés, minutes et dixièmes de minute pour Do.

Ho =	16314,9	+	0,069	J	du	01.01.	au	06.02.1983
Ho =	16315,6	-	0,005	J	du	07.02.	au	07.08.1983
Ho =	16290,8	+	0,084	J	du	08.08.	au	15.09.1983
Ho =	16306,0	+	0,026	J	du	16.09.	au	31.12.1983
Do =	- 43° 16,8	-	0,0048	J	du	01.01.	au	01.02.1983
Do =	- 43° 17,0	+	0,0013	J	du	02.02.	au	24.05.1983
Do =	- 43° 17,8	+	0,0165	J	du	25.05.	au	05.08.1983
Do =	- 43° 13,2	-	0,0081	J	du	06.08.	au	16.10.1983
Do =	- 43° 09,9	-	0,0195	J	du	17.10.	au	31.12.1983
Zo =	- 33557,8	+	0,138	J	du	01.01.	au	16.02.1983
Zo =	- 33547,4	-	0,080	J	du	17.02.	au	26.03.1983
Zo =	- 33554,4	+	0,002	J	du	27.03.	au	31.05.1983
Zo =	- 33544,1	-	0,066	J	du	01.06.	au	23.07.1983
Zo =	- 33556,9	-	0,004	J	du	24.07.	au	16.10.1983
Zo =	- 33582,4	+	0,084	J	du	17.10.	au	31.12.1983
Fo =	303,4	-	0,115	J	du	01.01.	au	18.02.1983
Fo =	293,8	+	0,078	J	du	19.02.	au	07.04.1983
Fo =	300,5	+	0,011	J	du	08.04.	au	26.05.1983
Fo =	290,8	+	0,076	J	du	27.05.	au	25.07.1983
Fo =	308,3	-	0,009	J	du	26.07.	au	14.10.1983
Fo =	332,3	-	0,092	J	du	15.10.	au	31.12.1983

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 Ho, Do, Zo et Fo 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 1983, l'amplitude de la composante

saisonnaire de ces fluctuations ne dépasse pas 8 nT pour la composante H, elle atteint 11 nT pour la composante Z et pour le champ total F et elle est de l'ordre de 2,5' (soit 12 nT) pour la composante  $\hat{D}$ . Les variations extrêmes observées, qu'elles soient journalières ou saisonnières, restent toujours très fortement corrélées avec l'évolution de la température moyenne extérieure. 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). Le taux moyen d'évolution observé reste, 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 1983 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 nanotesla 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 :

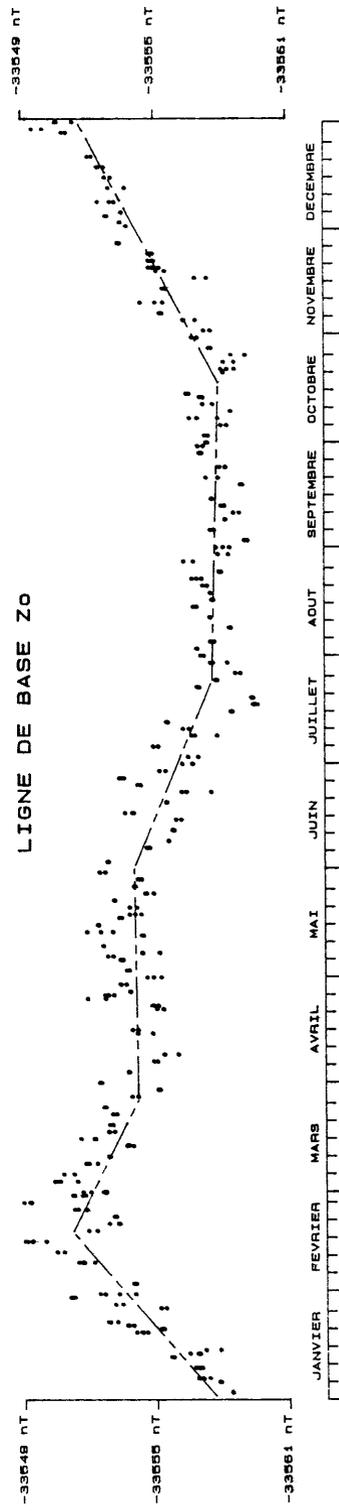
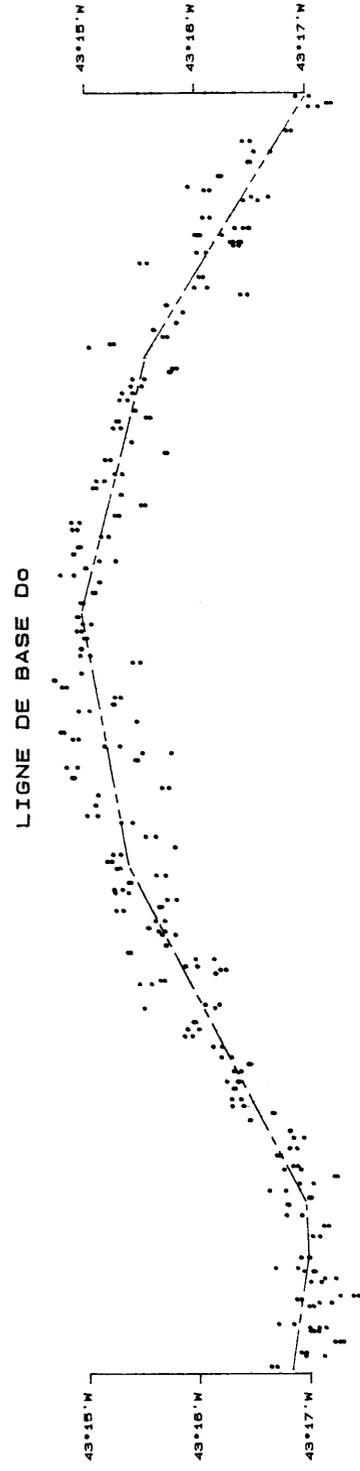
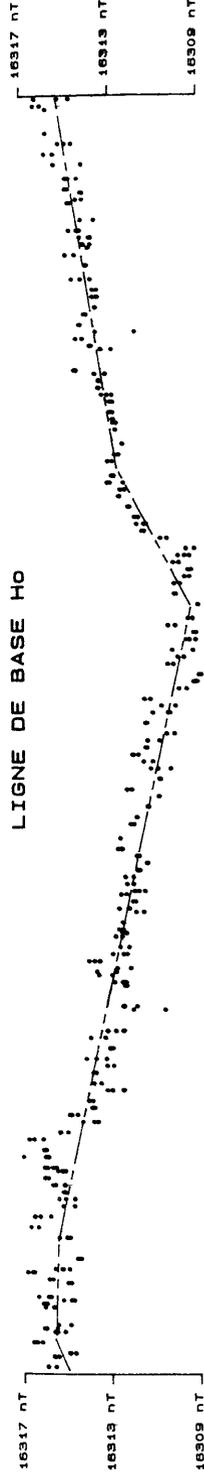
Composante	Moyenne annuelle 1983	Variation séculaire
Horizontale H	16 275 nT	+3 nT
Déclinaison $\hat{D}$	43° 29,8' W	+8,4' W
Verticale Z	- 33 430 nT	+ 40 nT
Champ total F	37 181 nT	- 34 nT

## 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 XVII<sup>e</sup> Assemblée Générale de l'U.G.C.I., Canberra, décembre 1979.*
- 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., MUNSCHY, M., SCHLICH, R., FOLQUES, J. et ANDRÉA, 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, D et Z pour 1983.
- Écarts horaires moyens pour H, D et Z pour tous les jours, les jours calmes et les jours perturbés pour 1983.
- Valeurs moyennes mensuelles calculées pour les éléments du champ magnétique pour tous les jours pour 1983.
- Valeurs moyennes annuelles ramenées aux repères actuels (1974-1983).
- Indices K pour l'année 1983.



LIGNES DE BASES DE PORT ALFRED (CROZET) - 1983 -

Magnetometre tri-directionnel "Fluxgate"

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

VALEURS MOYENNES MENSUELLES ANNEE 1983 - REPERES ACTUELS (1981)

TOUS LES JOURS

MOIS	D	(I)	H	(X)	(Y)	Z	(F)	F enr.
JANV	-43 25.2	-64 02.9	16281	11826	-11190	-33454	37205	37205
FEVR	-43 26.5	-64 03.9	16270	11814	-11188	-33455	37202	37202
MARS	-43 28.6	-64 03.9	16266	11804	-11192	-33448	37193	37193
AVRI	-43 28.7	-64 03.5	16267	11804	-11193	-33438	37185	37185
MAI	-43 29.5	-64 03.2	16269	11803	-11197	-33436	37184	37183
JUIN	-43 29.4	-64 02.6	16274	11807	-11200	-33429	37180	37180
JUIL	-43 29.7	-64 01.6	16280	11810	-11205	-33418	37173	37172
AOUT	-43 30.8	-64 02.1	16274	11802	-11205	-33418	37170	37170
SEPT	-43 31.4	-64 01.6	16278	11803	-11210	-33415	37169	37169
OCTO	-43 32.4	-64 01.9	16276	11798	-11212	-33416	37169	37169
NOVE	-43 33.1	-64 01.5	16280	11799	-11217	-33417	37172	37172
DECE	-43 33.0	-64 00.9	16288	11805	-11222	-33416	37174	37174
MOY.								
ANN.	-43 29.8	-64 02.5	16275	11806	-11203	-33430	37181	37181

(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)

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

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

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

(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)

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