

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 1981 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 A L'OBSERVATOIRE DE PORT-ALFRED (Crozet)
1981
par
J. BITTERLY, J. FOLQUES, R. SCHLICH, L. SCHWEBEL
et D. BROUILLET

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 1981, L. SCHWEBEL et D. BROUILLET 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 d'un 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. Ce magnétomètre théodolite a été utilisé de façon régulière en 1981 et il constitue à présent l'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: $18^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$.
- température de fonctionnement du coffret mesure: 27 à 30°C, selon la température ambiante du laboratoire.

2. MAGNETOMETRE A PROTONS A PRECESSION LIBRE

- précision ± 1 nanotesla.

3. DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT NUMERIQUE ASSOCIE

- dynamique: $\pm 1\ 000$ nT ($\pm 10\ 000$ points).
- résolution: $\pm 0,1$ 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 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 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 1981, toutes les observations ont été ramenées au pilier de référence, dit „pilier absolu“. Cependant les conditions de mesures ont été modifiées par suite de la mise en service du magnétomètre portable utilisé comme étalon de référence et par ailleurs, durant la campagne d'été 1980 — 1981, on a procédé à la détermination définitive de l'azimut de la balise repère installée lors de la création de l'observatoire en 1974. En effet, à cette époque il avait fallu admettre les déterminations provisoires disponibles pour la géodésie locale très imprécise. Aucune détermination par la méthode de la distance zénithale du soleil n'avait pu être effectuée car la lunette de visée du théodolite magnétique Chasselon était détériorée. En février 1981, l'azimut de la direction „pilier absolu-balise repère“ a été calculé d'une part à l'aide de nombreuses mesures de la distance zénithale du soleil et d'autre part en reprenant l'ensemble des tours d'horizon sur les points géodésiques locaux identifiables et pour lesquels on disposait des coordonnées U. T. M. recalculées. La correction d'azimut adoptée est de $-37'36'' \text{ E}$.

Il existe donc une discontinuité entre les réseaux de mesures 1980 et 1981. Pour la déclinaison, cette discontinuité s'explique essentiellement par la correction adoptée pour l'azimut de la balise repère. Pour les autres éléments, cette discontinuité s'explique à la fois par le changement d'étalon (les Q. H. M. ont été remplacés par le nouveau magnétomètre portable) et par l'existence d'un gradient de champ important, de l'ordre de 60 nT par mètre pour la direction verticale, à l'aplomb du pilier absolu. En 1981, les mesures ont en effet été effectuées en un point situé à environ 6 cm au-dessus du point de mesure de 1980: ce que l'on appelle traditionnellement les repères de l'observatoire ont été changés. Des séries de mesures comparatives effectuées en 1980 (BITTERLY et al., 1982) et en 1981 ont permis de préciser les écarts entre l'ancien et le nouveau réseau. Pour la déclinaison \hat{D} , l'écart

angulaire est finalement égal à $-36'54''$ E. Pour la composante horizontale H, l'écart moyen calculé est de $-2,9$ nT. Pour la composante verticale Z, il est de $+2,4$ nT. Pour le champ total F, l'écart mesuré est de $-1,6$ nT. Ces écarts expriment algébriquement la correction à appliquer aux valeurs de champ pour passer de l'ancien (1980) au nouveau (1981) réseau de mesures.

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 .

$H_0 = 16\ 325,5 + 0,016$ J	du 01. 01. au 27. 01. 1981
$H_0 = 16\ 325,9 - 0,001$ J	du 28. 01. au 06. 07. 1981
$H_0 = 16\ 329,5 - 0,020$ J	du 07. 07. au 25. 08. 1981
$H_0 = 16\ 323,6 + 0,005$ J	du 26. 08. au 31. 12. 1981

$\hat{D}_0 = -42^\circ 09,5' - 0,007$ J	du 01. 01. au 15. 02. 1981
$\hat{D}_0 = -42^\circ 11,0' + 0,016$ J	du 16. 02. au 08. 04. 1981
$\hat{D}_0 = -42^\circ 09,6' + 0,006$ J	du 09. 04. au 05. 09. 1981
$\hat{D}_0 = -42^\circ 06,6' - 0,006$ J	du 06. 09. au 27. 10. 1981
$\hat{D}_0 = -43^\circ 11,7' - 0,011$ J	du 27. 10. au 31. 12. 1981

$Z_0 = -33\ 544,2 + 0,033$ J	du 01. 01. au 12. 03. 1981
$Z_0 = -33\ 539,9 - 0,028$ J	du 13. 03. au 21. 09. 1981
$Z_0 = -33\ 558,9 + 0,044$ J	du 22. 09. au 31. 12. 1981

$F_0 = 292,9 - 0,010$ J	du 01. 01. au 27. 02. 1981
$F_0 = 289,6 + 0,046$ J	du 28. 02. au 22. 06. 1981
$F_0 = 295,6 + 0,012$ J	du 23. 06. au 04. 10. 1981
$F_0 = 319,9 - 0,076$ J	du 05. 10. au 31. 12. 1981

La discontinuité observée le 27. 10. 1981 pour les valeurs de base \hat{D}_0 est due à une intervention au niveau du variomètre triaxial (réorientation du capteur).

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 , F_0 et Z_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 doit attribuer à une variation des propriétés magnétiques des matériaux (sol, murs de l'abri) proches des capteurs et des piliers de mesure (BITTERLY et al., 1982).

Quoiqu'il en soit, les valeurs moyennes annuelles calculées pour les éléments \hat{D} , H, Z et F sont valables; les valeurs de la variation séculaire déterminées depuis 1974, date de création de l'observatoire, jusqu'en 1981 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 \hat{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 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	Moyenne annuelle 1981	Variation séculaire
Horizontale H	16 281 nT	— 11 nT
Déclinaison D	43°13,1' W	9,2' W
Verticale Z	— 33 498 nT	+ 28 nT
Champ total F	37 246 nT	— 31 nT

Pour plus de clarté, on présente dans deux tableaux récapitulatifs distincts, pages 60 et 61, les valeurs moyennes annuelles publiées dans les fascicules déjà parus (1974 — 1980) et les valeurs moyennes annuelles ramenées aux repères actuels. A partir de cette dernière série homogène on a rétabli les valeurs correspondantes de la variation séculaire calculées pour les éléments H, D, X, Y, Z et pour le champ total F entre 1974 et 1981 (tableau page 62).

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.*
- 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^{ème} 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.*

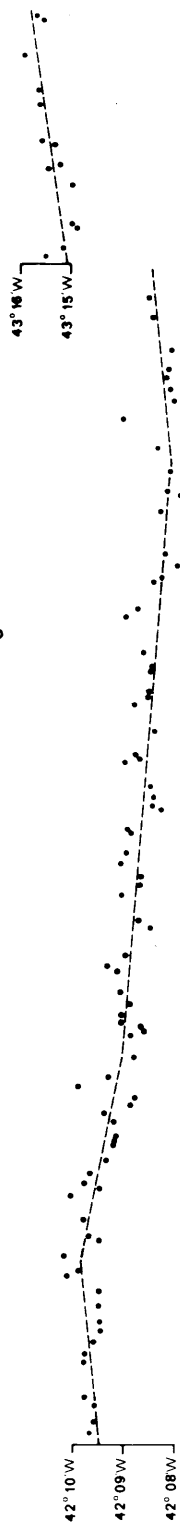
TABLEAUX

- Valeurs moyennes horaires pour H, D et Z pour 1981
- Ecart horaire pour H, D et Z pour tous les jours, les jours calmes et les jours perturbés pour 1981.
- Valeurs moyennes annuelles antérieurement publiées (1974 — 1980)
- Valeurs moyennes annuelles ramenées aux repères actuels (1974 — 1981)
- Variation séculaire calculée pour les années 1974 à 1981 incluses.

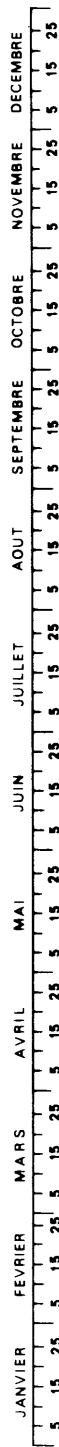
LIGNE DE BASE H₀



LIGNE DE BASE D₀



LIGNE DE BASE Z₀



LIGNES DE BASE DE PORT ALFRED (CROZET) - 1981 -
Magnétomètre tri-directionnel "Fluxgate"

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

VALEURS MOYENNES MENSUELLES ANNEE 1981

TOUS LES JOURS

MOIS	D	(I)	H	(X)	(Y)	Z	F
JANV	-43 07.6	-64 03.6	16300	11896	-11143	-33509	37262
FEVR	-43 09.9	-64 04.6	16288	11880	-11143	-33511	37260
MARS	-43 11.2	-64 05.6	16276	11867	-11138	-33514	37258
AVRI	-43 13.2	-64 06.5	16264	11852	-11137	-33507	37246
MAI	-43 13.2	-64 05.7	16273	11858	-11143	-33506	37249
JUIN	-43 12.5	-64 03.8	16291	11874	-11153	-33494	37247
JUIL	-43 13.8	-64 04.7	16280	11861	-11150	-33494	37241
AOUT	-43 15.0	-64 04.9	16277	11855	-11152	-33493	37239
SEPT	-43 14.6	-64 04.5	16280	11859	-11153	-33490	37238
OCTO	-43 16.0	-64 05.3	16271	11848	-11151	-33492	37236
NOVE	-43 15.2	-64 04.3	16282	11858	-11156	-33489	37238
DECE	-43 14.8	-64 02.7	16296	11870	-11165	-33479	37235
MOY.							
ANN.	-43 13.1	-64 04.7	16281	11865	-11149	-33498	37246

Eléments enregistrés : D,F,H,Z

PORT-ALFRED <CROZET> 46 26'S - 51 52'E

VALEURS MOYENNES ANNUELLES 19...5 - REPERES ACTUEL6 (1981)

TOUS LES JOURS

ANNEE	D	(I)	H	(X)	(Y)	Z	F
1974	-42	7.2	16.6	12082.	-10923.	-33807.	37529.
1975	-42	17.3	14.1	12051.	-10961.	-33751.	37480.
1976	-42	26.6	12.2	12021.	-10993.	-33702.	37435.
1977	-42	36.7	9.9	11991.	-11030.	-33647.	37387.
1978	-42	46.3	9.1	11954.	-11057.	-33610.	37350.
1979	-42	55.2	7.2	11927.	-11090.	-33569.	37314.
1980	-43	3.9	4.9	11903.	-11124.	-33526.	37278.
1981	-43	13.1	4.7	11866.	-11149.	-33498.	37247.

Elements enregistrés : D,F,H,Z