

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

### **OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES**

#### **MARTIN de VIVIÈS (Ile Amsterdam)**

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 Martin de Viviers est pris en charge par le Territoire des Terres Australes et Antarctiques Françaises.

**OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES**  
faites à l'Observatoire de Martin de Viviers  
Ile Amsterdam 1983  
par  
J. BITTERLY, J. FOLQUES, R. SCHLICH  
et S. DOUILLET

L'observatoire magnétique de Martin de Viviers à l'Ile Amsterdam a pour coordonnées géographiques : 37° 48' S et 77° 34' E ; les coordonnées géomagnétiques sont 46,7° S et 140,6° E. L'observatoire magnétique permanent a été ouvert officiellement en avril 1981 (BITTERLY et al., 1983).

En 1983, M. Douillet a séjourné à Martin de Viviers où il était chargé du programme des observations magnétiques.

Les observations magnétiques effectuées concernent exclusivement la mesure absolue des éléments du champ magnétique terrestre et l'enregistrement continu analogique et numérique de ses variations. L'observatoire de Martin de Viviers comporte un magnétomètre tri-directionnel du type « Fluxgate » et un magnétomètre à protons (résolution 0,25 nT) pour l'enregistrement des variations lentes des composantes H, D, Z et de l'intensité F du champ magnétique terrestre. Les informations sont enregistrées numériquement toutes les minutes sur bandes magnétiques (7 pistes et 9 pistes). Un microcalculateur est associé au système d'acquisition : il permet l'enregistrement des données sur disquettes (5 1/4") ainsi qu'un prétraitement (tests de validité) des informations en temps réel. Deux imprimantes et un enregistreur graphique du type potentiométrique complètent les équipements déjà cités.

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. Les mesures directes de l'intensité des composantes horizontale H et verticale Z, possibles grâce à un circuit de courant de compensation stable et ultralinéaire, se font en association avec un magnétomètre à protons, ce qui permet une calibration à chaque série de mesures. Le magnétomètre théodolite portable a été utilisé de façon régulière en 1983 et il constitue l'étalon de référence de l'observatoire.

Un magnétomètre ELSEC 770 (résolution 0,25 nT) est utilisé journalièrement pour contrôler l'évolution de la valeur de la différence de champ 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 du capteur : meilleure que 0,4 nT/°C
- stabilité thermique de l'électronique associée : meilleure que 0,2 nT/°C
- coefficient de température de la référence tension : 4 ppm/°C
- stabilité thermique du coffret mesure : meilleure que 0,3 nT/°C
- température de fonctionnement du capteur et de l'électronique associée :  $25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$
- stabilité à long terme : meilleure que 1 nT/mois

Les caractéristiques indiquées sont valables pour un champ compensé de 50.000 nT.

#### 2. MAGNÉTOMÈTRE A PROTONS A PRÉCESSION LIBRE

- précision  $\pm 1 \text{ nT}$  ;
- résolution :  $\pm 0,25 \text{ nT}$ .

#### 3. DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT NUMÉRIQUE ASSOCIÉ

Le dispositif d'acquisition numérique reçoit les signaux délivrés par les capteurs, variomètre tri-axial et magnétomètre à protons, et les convertit en informations numériques. Ce dispositif (technologie C - MOS faible consommation) a pour principales fonctions :

- la génération des informations de temps
- le multiplexage des signaux analogiques (H, D, Z)
- la conversion analogique/numérique de ces signaux
- la mise au format d'enregistrement de ces signaux
- le déclenchement de la mesure du champ total F et la transmission du train d'impulsions correspondant à la mesure
- la mise au format d'enregistrement de l'ensemble des informations numériques (codage Décimal Codé Binaire)
- la génération des signaux de commande de l'enregistreur magnétique faible consommation (7 pistes, 200 b.p.i.).

Un coffret de commande et de contrôle effectue la liaison entre le dispositif d'acquisition numérique et le dérouleur de bande magnétique à défilement continu (9 pistes, 800 b.p.i.). Ce coffret comporte un microprocesseur 8 bits et une mémoire de 8 K octets assurant une autonomie de plusieurs heures vis-à-vis des interruptions du secteur. Une imprimante de contrôle permet de visualiser les messages de contrôle ou d'erreur (fonctionnement permanent en mode « Journal »).

Caractéristiques du dispositif d'enregistrement :

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

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.

Le microordinateur (32 K) et l'unité de disquettes associée sont connectés directement au dispositif d'acquisition numérique.

#### 4. ENREGISTREMENTS GRAPHIQUES ASSOCIÉS

L'enregistreur à 4 voies, du type potentiométrique, a une sensibilité de 4 nT/mm, la vitesse d'enregistrement est de 20 mm/heure.

Pour l'année 1983, toutes les observations ont été ramenées au pilier de référence, dit « pilier absolu ».

Les mesures sont, comme nous l'avons déjà mentionné pour les observations effectuées en 1981 et 1982 (BITTERLY et al., 1983), fortement influencées par les caractéristiques magnétiques des basaltes de surface situés dans l'environnement proche des capteurs :

- le gradient vertical de champ total à l'aplomb du pilier absolu et dans la zone de mesure est de l'ordre de 90 nT/m,
- le gradient vertical de champ total à l'emplacement de la sonde à protons au shelter variomètre est de l'ordre de 500 nT/m,
- la différence de champ total entre le pilier absolu et l'emplacement du variomètre triaxial est de l'ordre de 440 nT.

Ces valeurs déterminées en 1981 ont été confirmées et démontrent la forte hétérogénéité de la distribution des éléments du champ magnétique dans la zone des abris. 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.

Il n'existe pas de discontinuité entre le réseau de mesures 1982 et le réseau 1983 ; les conditions d'observation n'ont pas été modifiées.

Les valeurs de base  $H_0$ ,  $\hat{D}_0$  et  $Z_0$  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  $\hat{D}_0$ .

Ho = 19193,1 + 0,021 J	du	01.01.	au	11.04.1983
Ho = 19195,0 + 0,002 J	du	12.04.	au	18.07.1983
Ho = 19201,0 - 0,028 J	du	19.07.	au	23.10.1983
Ho = 19193,9 - 0,004 J	du	24.10.	au	31.12.1983
Do = - 40° 35,4' - 0,0090 J	du	01.01.	au	10.02.1983
Do = - 40° 35,7' - 0,0003 J	du	11.02.	au	08.04.1983
Do = - 40° 36,4' + 0,0058 J	du	09.04.	au	11.07.1983
Do = - 40° 35,2' - 0,0003 J	du	12.07.	au	29.10.1983
Do = - 40° 31,5' - 0,0125 J	du	30.10.	au	31.12.1983
Zo = - 47454,3 - 0,019 J	du	01.01.	au	09.03.1983
Zo = - 47456,9 + 0,019 J	du	10.03.	au	12.07.1983
Zo = - 47448,6 - 0,024 J	du	13.07.	au	15.10.1983
Zo = - 47461,6 + 0,021 J	du	16.10.	au	31.12.1983
Fo = 292,7 - 0,002 J	du	01.01.	au	24.03.1983
Fo = 295,9 - 0,040 J	du	25.03.	au	28.05.1983
Fo = 288,5 + 0,010 J	du	29.05.	au	12.08.1983
Fo = 291,5	du	13.08.	au	21.08.1983
Fo = 292,0	du	22.08.	au	25.08.1983
Fo = 287,3 + 0,023 J	du	26.08.	au	11.11.1983
Fo = 303,7 - 0,029 J	du	12.11.	au	31.12.1983

Pour chaque élément enregistré, on observe des périodes de temps pour lesquelles il existe une évolution régulière en fonction du temps des valeurs calculées des lignes de base. On a donc calculé, pour ces intervalles de temps, 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. Bien que l'on ait à nouveau vérifié en 1983 que ces fluctuations sont significativement corrélées aux variations de la température moyenne observée à 5 cm de profondeur, il n'est toujours pas possible de proposer une interprétation quantitative de cette évolution. Des contrôles périodiques du nivellement de la platine support du capteur tri-axial ont permis de montrer que le pilier du variomètre était parfaitement stable (la résolution des mesures de niveau est de l'ordre de 5 secondes d'arc).

Compte tenu du taux relativement faible des dérives observées (inférieur à 2 nT par mois), on peut de toute évidence conclure que les valeurs moyennes calculées pour 1983 sont 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 19.000 nanoteslas, les valeurs de D, exprimées en 1/10 de minute, sont rapportées à une base de 40° W et celles de Z, exprimées en nanoteslas à une base de - 47.000 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 1983,5	Variation séculaire
Horizontale H	19 144 nT	- 2,0 nT
Déclinaison D	40° 47,2' W	+3,2' W
Verticale Z	- 47 419 nT	+ 3,0 nT
Champ total F	51 139 nT	- 3,0 nT

On a représenté sur la dernière page de ce fascicule les courbes des variations saisonnières et annuelles de chacune des composantes H, D, Z pour tous les jours, les jours calmes et les jours perturbés de l'année 1983.

## 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.*

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.G.I. Canberra, décembre 1979.*

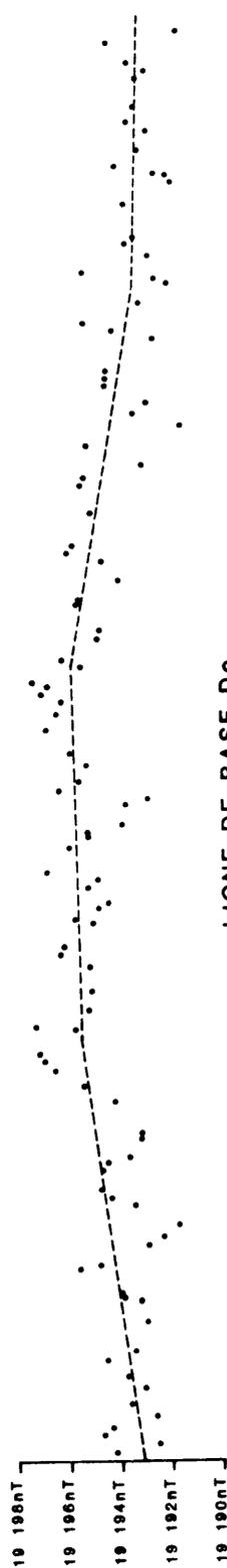
BITTERLY, J., FOLQUES, J., SCHLICH, R., TISSOT, J.D., CANTIN, J.M. et BONNET, J., 1983 - Observations magnétiques faites à l'observatoire de Martin de Vivies (Ile Amsterdam), 1981.  
*Fascicule Institut de Physique du Globe de Strasbourg, 1983.*

BITTERLY, J., FOLQUES, J., SCHLICH, R., et BERTHIER, M., 1984 - Observations magnétiques faites à l'observatoire de Martin-de-Vivies (Ile Amsterdam) 1982.  
*Fascicule Institut de Physique du Globe de Strasbourg, 1984.*

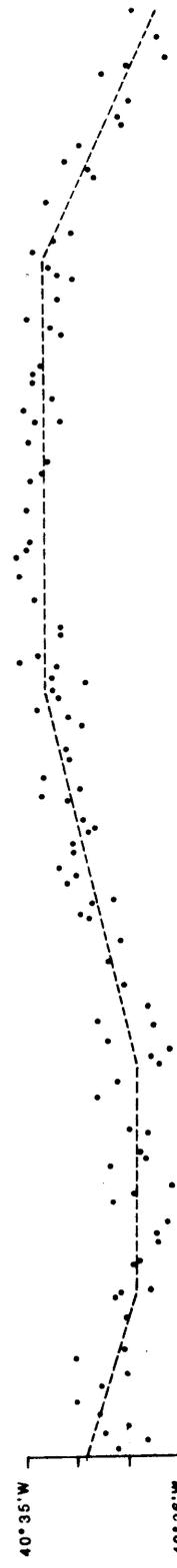
## TABLEAUX

- 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 l'année 1983.
- Valeurs moyennes annuelles des éléments du champ magnétique (1981-1983).

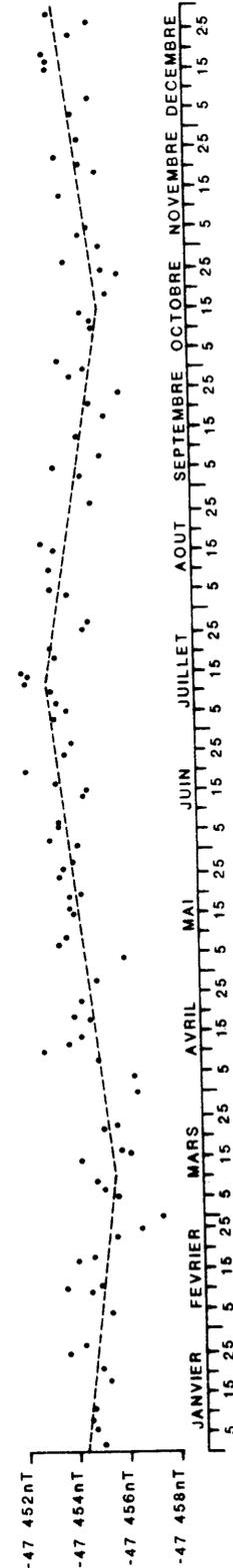
LIGNE DE BASE Ho



LIGNE DE BASE D0



LIGNE DE BASE Zo



LIGNES DE BASE DE MARTIN DE VIVIES (ILE AMSTERDAM) - 1983

magnétomètre tri-directionnel "Fluxgate"

MARTIN DE VIVIÈS (AMSTERDAM) 37 50'S - 77 34'E

VALEURS MOYENNES MENSUELLES ANNEE 1983 - REPERES ACTUELS (1981)

TOUS LES JOURS

MOIS	D	(I)	H	(X)	(Y)	Z	(F)	F enr.
JANV	-40 45.4	-68 00.5	19152	14507	-12503	-47424	51145	51146
FEVR	-40 46.7	-68 01.5	19137	14491	-12499	-47426	51141	51142
MARS	-40 47.4	-68 01.6	19134	14487	-12500	-47421	51136	51137
AVRI	-40 47.1	-68 01.6	19134	14488	-12498	-47420	51135	51135
MAI	-40 47.4	-68 01.3	19138	14490	-12503	-47419	51136	51136
JUIN	-40 46.7	-68 00.8	19145	14497	-12504	-47415	51134	51134
JUIL	-40 46.3	-68 00.3	19151	14503	-12506	-47412	51134	51134
AOÛT	-40 47.5	-68 00.7	19146	14495	-12508	-47415	51135	51135
SEPT	-40 47.6	-68 00.4	19150	14498	-12511	-47414	51136	51137
OCTO	-40 48.1	-68 00.8	19146	14493	-12511	-47419	51138	51139
NOVE	-40 48.2	-68 00.8	19148	14494	-12513	-47424	51144	51144
DECE	-40 47.9	-68 00.4	19153	14499	-12515	-47424	51146	51146
MOY.								
ANN.	-40 47.2	-68 00.9	19144	14495	-12506	-47419	51138	51139

(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 Martin de Viviers : D,F,H,Z

MARTIN DE VIVIÈS (AMSTERDAM) 37 50'S - 77 34'E

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

TOUS LES JOURS

AN.	D	(I)	H	(X)	(Y)	Z	(F)	F enr.
1981.5	-40 40.2	-68 00.2	19154	14528	-12483	-47419	51141	51141
1982.5	-40 44.0	-68 00.9	19146	14508	-12493	-47422	51141	51142
1983.5	-40 47.2	-68 00.9	19144	14495	-12506	-47419	51138	51139

(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 Martin de Viviers : D,F,H,Z