

INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE
Service des Observatoires Magnétiques
5, rue René Descartes
67084 STRASBOURG CEDEX
FRANCE
Tél. 88 41 63 00
Télex 890518 F

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

OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES faites à l'Observatoire de Martin de Viviès ILE AMSTERDAM - 1986

par

J. BITTERLY, J. FOLQUES, R. SCHLICH et J.F. COUETTE

Ce fascicule présente les résultats des observations magnétiques faites à l'Observatoire de Martin de Viviès (Ile Amsterdam) durant l'année 1986. Cet observatoire permanent a été ouvert en avril 1981 avec le support logistique et financier du Territoire des Terres Australes et Antarctiques Françaises, il est placé sous la responsabilité scientifique de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg. A Martin de Viviès, les mesures absolues sont réalisées avec un magnétomètre théodolite portable à vanne de flux pour les mesures des éléments D, I, H, Z et avec un magnétomètre à protons à précession libre ELSEC 770 pour la mesure de l'intensité du champ total. L'enregistrement continu des variations du champ magnétique terrestre est assuré à l'aide d'un variomètre tri-axial à vanne de flux et d'un magnétomètre à protons spécialement adapté. Un dispositif d'acquisition numérique à faible consommation (technologie C-MOS) effectue la numérisation et la mise en forme des signaux délivrés par les capteurs. Les informations «champ magnétique» sont échantillonnées toutes les minutes et sont enregistrées sur bande magnétique ou sur disque souple. Les données sont traitées sur un mini-ordinateur HP 1000. Les valeurs moyennes horaires et les valeurs instantanées sont archivées sur bandes magnétiques et diffusées annuellement aux Centres Mondiaux concernés.

MARTIN DE VIVIÈS OBSERVATORY (Amsterdam Island),

Magnetic results 1986

This report presents the results of geomagnetic measurements carried out at the french magnetic observatory of Martin de Viviès (Amsterdam Island) during the year 1986. This permanent observatory has been established in April 1981 with the logistic and financial support of Territoire des Terres Australes et Antarctiques Françaises and is operated by Institut de Physique du Globe de Strasbourg (Service des Observatoires Magnétiques). At Martin de Viviès absolute measurements are made with an IPGS portable magnetometer theodolite with fluxgate sensor (D, I, H, Z) and a proton precession magnetometer type ELSEC 770 (total intensity F). A three components fluxgate variometer and a proton magnetometer are used to monitor the geomagnetic field variations. A low-power data logger (C-MOS technology) samples the field values at one minute intervals. The data are recorded on magnetic tape or floppy disk and processed on a HP 1000 computer. Annual means, hourly means and one minute values for all the observed magnetic elements are supplied on magnetic tape and sent on a yearly basis to the World Data Centers for Geomagnetism. Copies of this data may be obtained from these centers.

L'observatoire magnétique de Martin de Viviers à l'île Amsterdam a été ouvert officiellement en avril 1981 (BITTERLY et al., 1983). 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.

En 1986, J.F. COUETTE a séjourné à Martin de Viviers où il était chargé du programme des observations magnétiques.

CARACTÉRISTIQUES DE L'OBSERVATOIRE (OBSERVATORY CONSTANTS)

Code (IAGA code):	AMS
Latitude géographique (geographic latitude):	37° 48' S
Longitude géographique (geographic longitude):	77° 34' E
Latitude géomagnétique (geomagnetic latitude):	46,7° S
Longitude géomagnétique (geomagnetic longitude):	140,6° E
Altitude (Height above msl):	48 m
Limite pour K = 9 (lower limit for K = 9):	460 nT

L'observatoire de Martin de Viviers comporte un magnétomètre tri-directionnel à vanne de flux 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 bande magnétique et sur disque souple. Deux imprimantes et un enregistreur graphique du type potentiométrique complètent les équipements déjà cités.

MESURES ABSOLUES

Les mesures absolues (D, I, H et Z) ont été effectuées en 1986 à l'aide du magnétomètre théodolite portable à vanne de flux, construit et mis au point par le service des observatoires magnétiques de l'Institut de Physique du Globe (BITTERLY et al., 1984). Cet appareil est constitué d'un théodolite ZEISS 010 B (version amagnétique) spécialement adapté pour recevoir une sonde à vanne de flux dont la résolution est de 0,2 nT. 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. La précision des mesures directes des éléments H et Z est de l'ordre du nanotesla. Les mesures de l'intensité du champ total F sont effectuées régulièrement au pilier absolu à l'aide d'un magnétomètre ELSEC 770, il est

ainsi possible de 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.

ENREGISTREMENT DES VARIATIONS DU CHAMP MAGNÉTIQUE

Le schéma synoptique de la chaîne de mesure est représenté sur la figure 1. Les caractéristiques essentielles du variomètre à vanne de flux, du magnétomètre à protons et des dispositifs d'enregistrement associés, sont données ci-dessous:

Variomètre tri-directionnel

- sensibilité: 5 mV/nT (précision 0,1 %)
- bruit: 0,1 nT crête à crête, dans la bande 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° ± 2°C
- stabilité à long terme: meilleure que 1 nT/mois.

Les caractéristiques indiquées sont valables pour un champ compensé de 50000 nT.

Magnétomètre à protons à précession libre

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

Dispositif d'enregistrement numérique

Le dispositif d'acquisition numérique (BITTERLY et al., 1979) reçoit les signaux délivrés par les capteurs, variomètre tri-axial et magnétomètre à protons associé, 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 bpi).

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 bpi). Ce coffret comporte un microprocesseur 8 bits et une mémoire tampon de 16 K octets qui assure une autonomie de vingt heures. Une imprimante permet de visualiser les messages de contrôle ou d'erreur (fonctionnement permanent en mode «Journal»).

Caractéristiques du dispositif d'acquisition numérique :

- dynamique: 1000 nT (10000 points)
- résolution : 0,1 nT
- durée d'intégration du signal: 40 ms par composante (H, D, Z)
- cadence d'échantillonnage: une information toutes les minutes.

La chaîne de mesure est complétée par un micro-ordinateur 32 K et une unité de disques souples (5" 1/4). Il est ainsi possible d'effectuer, en temps réel, un test de vérification de la cohérence entre les valeurs instantanées du champ total reconstitué à partir de trois éléments H, D, Z, et les valeurs du champ total mesurées par le magnétomètre à protons.

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.

Enregistrement graphique associé

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

RÉDUCTION DES OBSERVATIONS

Pour l'année 1986, toutes les observations ont été ramenées au pilier de référence, dit «pilier absolu»; le magnétomètre théodolite portable à vanne de flux a été utilisé de façon régulière et il constitue, comme en 1985, l'appareil de référence de l'observatoire.

Les mesures sont, comme nous l'avons déjà mentionné pour les observations effectuées depuis 1981 (BITTERLY et al., 1985), 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 correspondant à l'emplacement du théodolite est 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 tri-axial 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, D et Z, les valeurs H_0 , 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 1985 et le réseau 1986; les conditions d'observation n'ont pas été modifiées.

Les valeurs de base H_0 , D_0 , 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 D_0 .

$H_0 = + 19191,7 - 0,007 * J$	du 01.01. au 11.02.1986
$H_0 = + 19191,3 + 0,016 * J$	du 12.02. au 07.05.1986
$H_0 = + 19193,6 - 0,001 * J$	du 08.05. au 20.05.1986
$H_0 = + 19199,5 - 0,043 * J$	du 21.05. au 29.06.1986
$H_0 = + 19190,5 + 0,007 * J$	du 30.06. au 03.09.1986
$H_0 = + 19196,7 - 0,019 * J$	du 04.09. au 12.11.1986
$H_0 = + 19184,9 + 0,019 * J$	du 13.11. au 31.12.1986

$D_0 = - 40^{\circ} 35,9' - 0,007 * J$	du 01.01. au 13.02.1986
$D_0 = - 40^{\circ} 36,4' + 0,003 * J$	du 14.02. au 27.05.1986
$D_0 = - 40^{\circ} 37,5' + 0,011 * J$	du 28.05. au 22.08.1986
$D_0 = - 40^{\circ} 33,7' - 0,006 * J$	du 23.08. au 29.10.1986
$D_0 = - 40^{\circ} 32,4' - 0,010 * J$	du 30.10. au 31.12.1986

$Z_0 = - 47451,3 + 0,016 * J$	du 01.01. au 12.02.1986
$Z_0 = - 47449,7 - 0,019 * J$	du 13.02. au 26.04.1986
$Z_0 = - 47461,6 + 0,082 * J$	du 27.04. au 21.05.1986
$Z_0 = - 47444,7 - 0,037 * J$	du 22.05. au 05.07.1986
$Z_0 = - 47454,9 + 0,018 * J$	du 06.07. au 17.12.1986
$Z_0 = - 47427,8 - 0,059 * J$	du 18.12. au 31.12.1986

$F_0 = + 293,2 - 0,009 * J$	du 01.01. au 19.02.1986
$F_0 = + 293,5 - 0,016 * J$	du 20.02. au 24.04.1986
$F_0 = + 298,8 - 0,063 * J$	du 25.04. au 25.05.1986
$F_0 = + 290,1 - 0,003 * J$	du 26.05. au 24.06.1986
$F_0 = + 289,3 - 0,002 * J$	du 25.06. au 19.08.1986
$F_0 = + 286,1 + 0,016 * J$	du 20.08. au 09.12.1986
$F_0 = + 276,5 + 0,044 * J$	du 10.12. au 31.12.1986

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 (figure 2). On a donc calculé, pour ces intervalles de temps, par la méthode des moindres carrés, les équations liant linéairement les valeurs H_0 , 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. Bien que l'on ait à nouveau vérifié en 1986 que ces fluctuations sont significativement corrélées aux variations de la température moyenne observée à 50 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 dérivés observées (inférieur à 2 nT par mois), on peut de toute évidence conclure que les valeurs moyennes et la variation séculaire calculées pour 1986 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 et sur disques souples.

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

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 19000 nanoteslas, les valeurs de D, exprimées en 1/10 minute, sont rapportées à une base de 40°W et celles de Z, exprimées en nanoteslas à une base de -47000 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 à partir desquelles est déterminée la variation séculaire sont données ci-contre :

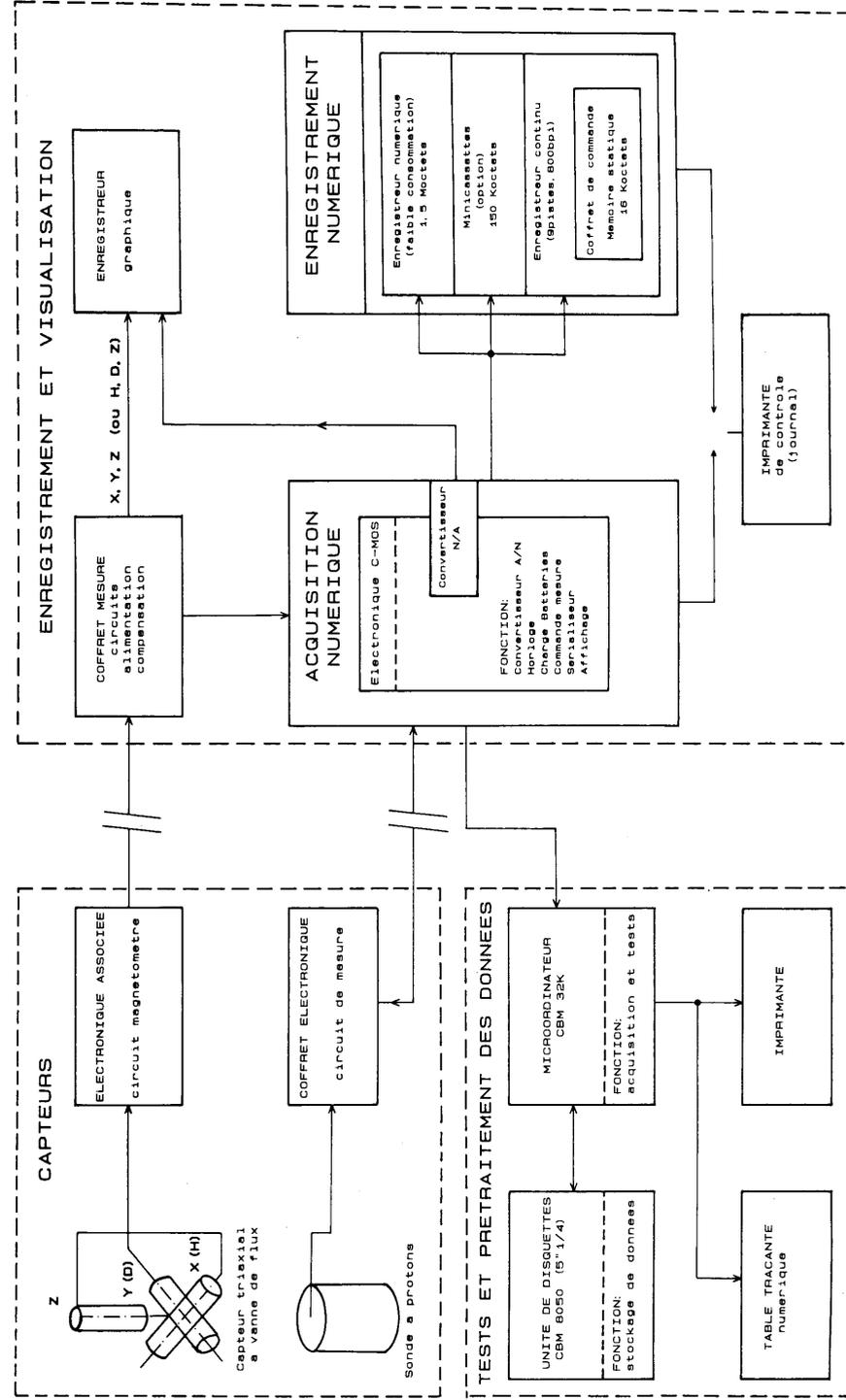
Composante	Moyenne annuelle 1986,5	Variation séculaire
Horizontale H	19104 nT	- 22 nT
Déclinaison D	40° 58, 2' W	+ 4,1' W
Verticale Z	- 47509 nT	- 46 nT
Champ total F	51206 nT	+ 34 nT

TABLEAUX DE DONNÉES

- Valeurs moyennes horaires pour H, D et Z pour 1986.
- Ecarts horaires moyens pour H, D, et Z pour tous les jours, les jours calmes et les jours perturbés pour 1986.
- Valeurs moyennes mensuelles calculées pour les éléments du champ magnétique pour tous les jours de l'année 1986.
- Valeurs moyennes annuelles des éléments du champ magnétique (1981-1986).
- Valeurs déterminées pour la variation séculaire des éléments du champ magnétique (1982-1986).
- Indices K pour l'année 1986.
- Caractéristiques des principaux orages magnétiques enregistrés en 1986 à l'observatoire Martin de Viviers.

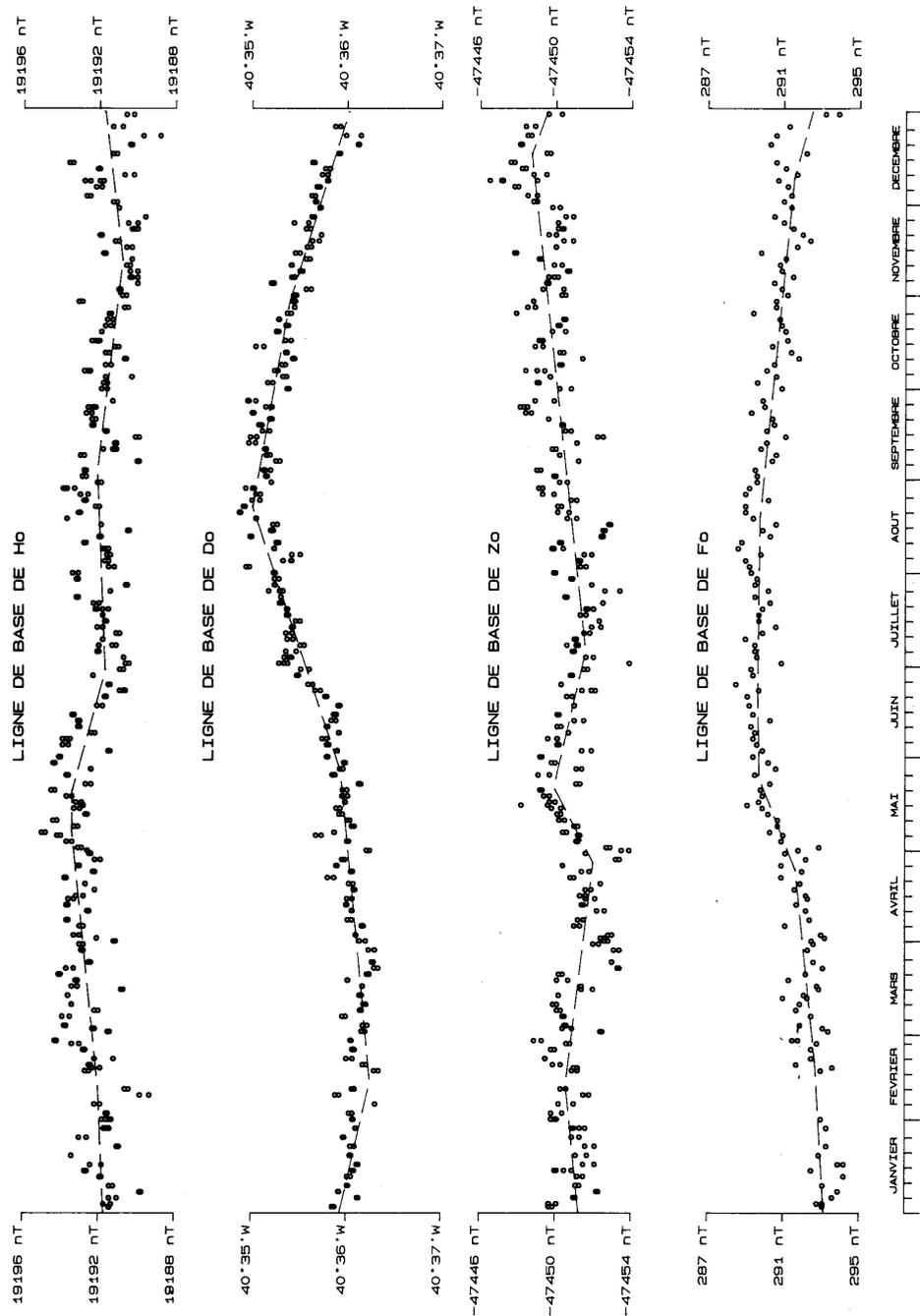
RÉFÉRENCES

- SCHLICH R., 1962** – Etude des observations réalisées à la station de Portaux-Français (Kerguelen), septembre 1957 à décembre 1958.
Publication Française de l'A.G.I., CNRS, série III, fascicule 4.
- BITTERLY J., CANTIN J.M. et SCHLICH R., 1979** – Enregistrement numérique des variations du champ magnétique dans les observatoires français de haute latitude.
Communication présentée à la XVII^e Assemblée Générale de l'UGGI, Canberra, décembre 1979.
- BITTERLY J., FOLQUES J., SCHLICH R., TISSOT J.D., CANTIN J.M., BONNET J., 1983** – Observations magnétiques faites à l'observatoire de Martin de Viviers (Ile Amsterdam), 1981.
Fascicule Institut Physique du Globe de Strasbourg, 1983.
- BITTERLY J., CANTIN J.M., SCHLICH R., FOLQUES J. et GILBERT D., 1984** – Portable magnetometer with fluxgate sensor for earth's magnetic field component measurements.
Geophysical Surveys 6, p. 233-239.
- BITTERLY J., FOLQUES J., SCHLICH R. et DOUILLET S., 1985** – Observations magnétiques faites à l'observatoire de Martin de Viviers (Ile Amsterdam), 1983.
Fascicule Institut de Physique du Globe de Strasbourg, 1985.



OBSERVATOIRES DES TERRES AUSTRALES ET ANTARCTIQUES FRANCAISES
 ENREGISTREMENT NUMERIQUE DES VARIATIONS DU CHAMP MAGNETIQUE
 SCHEMA SYNOPTIQUE DE LA CHAINE DE MESURE

Fig. 1



LIGNES DE BASE MARTIN DE VIVIES (AMSTERDAM) - 1986 -

Fig. 2

MARTIN DE VIVIES (AMSTERDAM) 37°50'S - 77°34'E
VALEURS MOYENNES MENSUELLES ANNEE 1986 - REPERES ACTUELS

TOUS LES JOURS

MOIS	D	(I)	H	(X)	(Y)	Z	(F)	F enr.
JANV	-40°56.1	-68°04.2	19119	14443	-12526	-47488	51192	51192
FEVR	-40°58.8	-68°05.9	19097	14417	-12524	-47499	51194	51194
MARS	-40°57.9	-68°05.5	19103	14425	-12524	-47500	51198	51199
AVRI	-40°57.4	-68°05.1	19109	14431	-12526	-47498	51197	51198
MAI	-40°58.2	-68°05.5	19104	14425	-12526	-47503	51200	51201
JUIN	-40°57.5	-68°05.1	19110	14431	-12527	-47502	51201	51202
JUIL	-40°57.8	-68°05.2	19109	14430	-12527	-47504	51204	51204
AOUT	-40°58.3	-68°05.7	19104	14424	-12526	-47509	51206	51207
SEPT	-40°59.2	-68°06.3	19097	14415	-12525	-47517	51211	51211
OCTO	-40°58.9	-68°06.2	19100	14419	-12526	-47523	51218	51218
NOVE	-40°59.5	-68°06.6	19097	14414	-12526	-47529	51222	51223
DECE	-40°59.0	-68°06.3	19104	14422	-12529	-47533	51229	51230
MOY.								
ANN.	-40°58.2	-68°05.6	19104	14425	-12526	-47509	51206	51206

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

Valeurs de D et de I : en degrés, minutes et dixièmes de minutes

Valeurs de H, X, Y, Z, F : en nanoteslas

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

VALEURS MOYENNES ANNUELLES 19...5 - REPERES ACTUELS

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
1984.5	-40°50.7'	-68°01.8'	19136	14476	-12515	-47436	51150	51151
1985.5	-40°54.1'	-68°03.1'	19126	14456	-12523	-47463	51172	51172
1986.5	-40°58.2'	-68°05.6'	19104	14425	-12526	-47509	51206	51206

(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 Vivies : D,F,H,Z

Valeurs de D et de I : en degrés, minutes et dixièmes de minutes

Valeurs de H,X,Y,Z,F : en nanoteslas

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

VARIATION SECLAIRE - REPERES ACTUELS

TOUS LES JOURS

AN.	D	(I)	H	(X)	(Y)	Z	(F)	F enr.
1982	-03.8'	-00.7'	-9	-21	-10	-4	0	1
1983	-03.2'	00.0'	-1	-12	-13	3	-3	-3
1984	-03.6'	-01.0'	-9	-20	-9	-16	12	12
1985	-03.4'	-01.3'	-9	-19	-8	-27	22	21
1986	-04.1'	-02.5'	-22	-32	-3	-46	34	34

(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 Vivies : D,F,H,Z

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

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