

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

OBSERVATIONS MAGNETIQUES
MARTIN DE VIVIES (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 Viviers est pris en charge par le Territoire des Terres Australes et Antarctiques Françaises.

OBSERVATIONS MAGNETIQUES
faites à l'Observatoire de Martin de Viviers
Ile AMSTERDAM - 1984

par
J. BITTERLY, J. FOLQUES, R. SCHLICH et Ph. GROS

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

En 1984, M. GROS 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 pré-traitement (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 1984 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.

Ce magnétomètre à protons (résolution 0,25 nT) est également utilisé 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 donnés 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 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. MAGNETOMETRE A PROTONS A PRECESSION LIBRE

- précision : ± 1 nT.
- résolution : $\pm 0,25$ nT

3. DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT NUMERIQUE

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 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 : ± 1.000 nT (± 10.000 points)
- résolution : $\pm 0,1$ 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. ENREGISTREMENT GRAPHIQUE ASSOCIE

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 1984, 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 1983, l'étalon 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 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 1983 et le réseau 1984 ; les conditions d'observation n'ont pas été modifiées.

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

$H_0 = 19192,4 - 0,004 J$	du 01.01 au 21.02.1984
$H_0 = 19192,0 + 0,004 J$	du 22.02 au 08.06.1984
$H_0 = 19192,7$	du 09.06 au 26.07.1984
$H_0 = 19196,3 - 0,018 J$	du 27.07 au 17.10.1984
$H_0 = 19191,7 - 0,002 J$	du 18.10 au 31.12.1984
$\hat{D}_0 = - 40^\circ 36,0' - 0,004 J$	du 01.01 au 22.02.1984
$\hat{D}_0 = - 40^\circ 36,6' + 0,008 J$	du 23.02 au 14.06.1984
$\hat{D}_0 = - 40^\circ 36,2' + 0,005 J$	du 15.06 au 31.07.1984
$\hat{D}_0 = - 40^\circ 34,3' - 0,004 J$	du 01.08 au 01.11.1984
$\hat{D}_0 = - 40^\circ 33,2' - 0,007 J$	du 02.11 au 31.12.1984
$Z_0 = - 47454,0 + 0,080 J$	du 01.01 au 13.01.1984
$Z_0 = - 47452,5 - 0,030 J$	du 14.01 au 11.04.1984
$Z_0 = - 47459,1 + 0,034 J$	du 12.04 au 27.05.1984
$Z_0 = - 47454,2 + 0,001 J$	du 28.05 au 27.10.1984
$Z_0 = - 47460,9 + 0,023 J$	du 28.10 au 31.12.1984

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 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. Bien que l'on ait à nouveau vérifié en 1984 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 triaxial 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 et la variation séculaire calculées pour 1984 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 $40^\circ W$ 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 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 dans le tableau ci-dessous :

Composante	Moyenne annuelle 1984	Variation séculaire
Horizontale H	19136 nT	- 9,0 nT
Déclinaison \hat{D}	$40^\circ 50,7' W$	+ 3,6' W
Verticale Z	- 47436 nT	- 16 nT
Champ total F	51150 nT	+ 12 nT

Les caractéristiques des principaux orages magnétiques enregistrés à l'observatoire de Martin de Viviès sont données à la fin du fascicule.

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.

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 XVIIème 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 (île Amsterdam) 1981.

Fascicule Institut de 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.

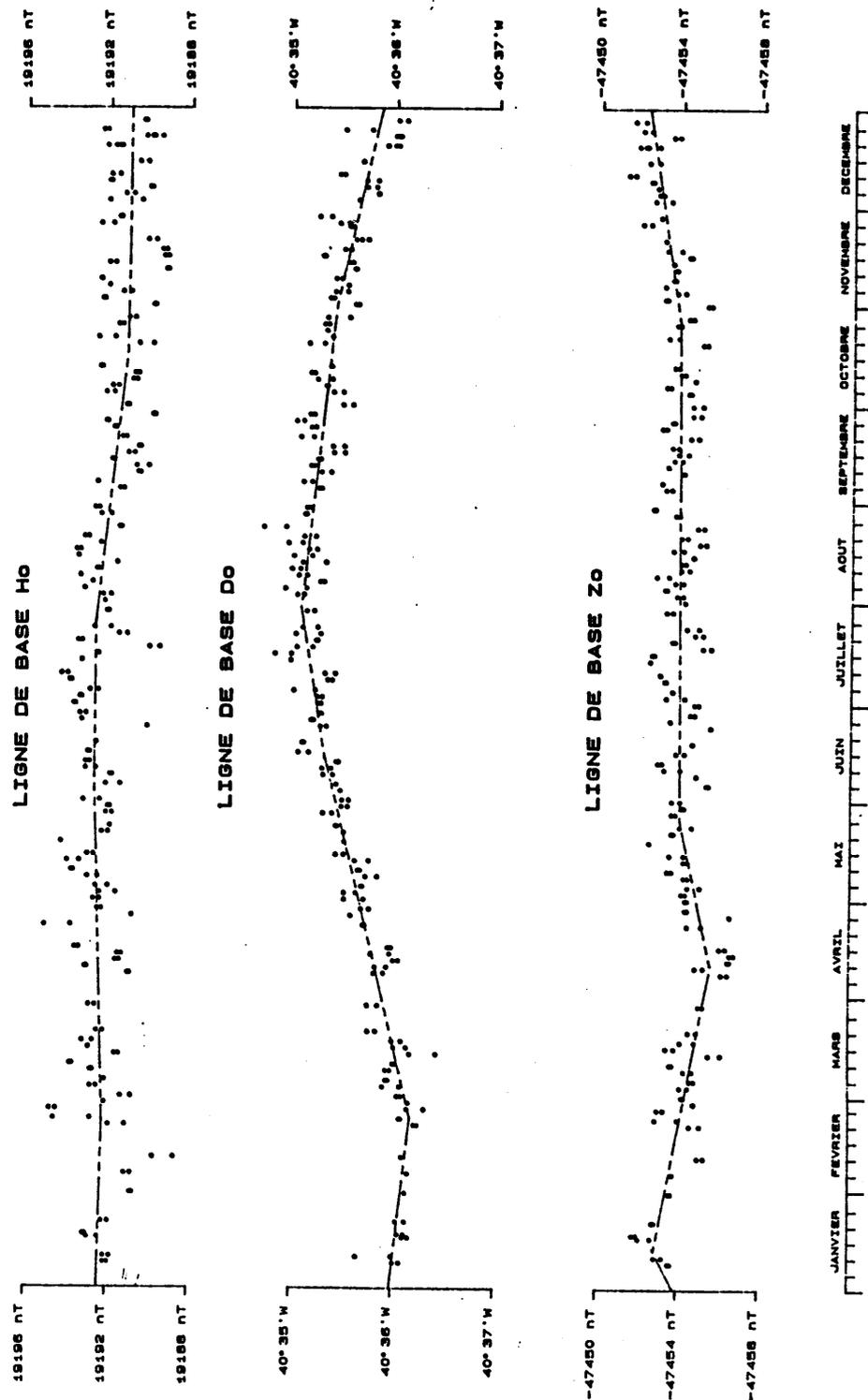
Geophysical Surveys 6, p. 233-239.

BITTERLY, J., FOLQUES, J., SCHLICH, R. et DOUILLET, S., 1985 - Observations magnétiques faites à l'observatoire de Martin de Viviers (île Amsterdam) 1983.

Fascicule Institut de Physique du Globe de Strasbourg, 1985.

TABLEAUX

- valeurs moyennes horaires pour H, \hat{D} et Z pour 1984.
- écarts horaires moyens 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 des éléments du champ magnétique (1981-1984).
- valeurs déterminées pour la variation séculaire des éléments du champ magnétique (1981-1984).
- caractéristiques des principaux orages magnétiques enregistrés en 1984 à l'observatoire de Martin de Viviers.



MARTIN DE VIVIES (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
1984.5	-40 50.7	-68 01.8	19136	14476	-12515	-47436	51150	51151

(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

VARIATION SECLAIRE - REPERES ACTUELS (1981)

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

(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+1 et n.

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

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

VALEURS MOYENNES MENSUELLES ANNEE 1984 - REPERES ACTUELS (1981)

TOUS LES JOURS

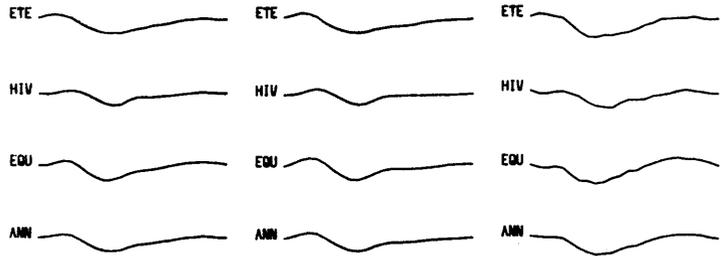
MOIS	D	(I)	H	(X)	(Y)	Z	(F)	F enr.
JANV	-40 48.3	-68 00.7	19149	14494	-12513	-47420	51141	51145
FEVR	-40 49.3	-68 01.5	19140	14484	-12512	-47433	51149	51150
MARS	-40 50.3	-68 02.2	19130	14473	-12509	-47436	51148	51148
AVRI	-40 51.2	-68 02.4	19125	14466	-12510	-47429	51140	51141
MAI	-40 50.8	-68 02.1	19130	14471	-12511	-47431	51144	51144
JUIN	-40 50.3	-68 01.7	19137	14478	-12514	-47431	51146	51146
JUIL	-40 50.5	-68 01.5	19139	14479	-12516	-47432	51148	51148
AOUT	-40 51.3	-68 01.7	19137	14475	-12519	-47436	51151	51151
SEPT	-40 51.8	-68 02.4	19130	14468	-12516	-47444	51155	51155
OCTO	-40 51.8	-68 02.0	19135	14472	-12520	-47443	51157	51158
NOVE	-40 51.7	-68 02.0	19137	14473	-12520	-47447	51161	51161
DECE	-40 51.6	-68 01.9	19140	14476	-12522	-47448	51163	51163
MOY.								
ANN.	-40 50.7	-68 01.8	19136	14476	-12515	-47436	51150	51151

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

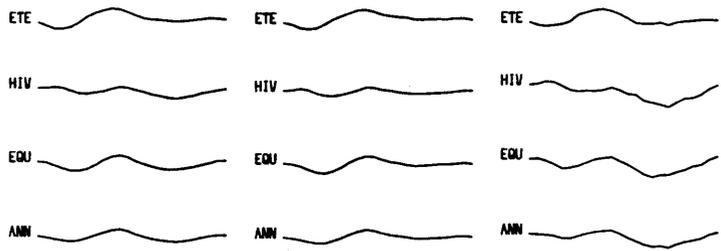
F enr. : F enregistré (données fournies par le magnétomètre à protons)

Eléments enregistrés à Martin de Vivies : D,F,H,Z

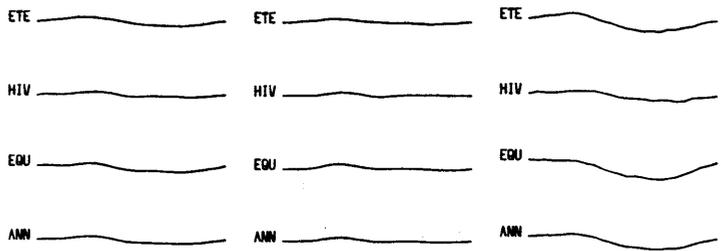
HEURES 0 3 6 9 12 15 18 21 24 HEURES 0 3 6 9 12 15 18 21 24 HEURES 0 3 6 9 12 15 18 21 24



H COMPOSANTE HORIZONTALE



D DECLINAISON



Z COMPOSANTE VERTICALE

HEURES 0 3 6 9 12 15 18 21 24 HEURES 0 3 6 9 12 15 18 21 24 HEURES 0 3 6 9 12 15 18 21 24
TOUS LES JOURS JOURS CALMES JOURS PERTURBES

MARTIN DE VIVIES (AMSTERDAM) VARIATIONS JOURNALIERES 1984