

### Résumé

Cette note présente les résultats de la campagne de mesures de 1982 faite dans les stations du réseau magnétique de répétition de la France. Les résultats sont consignés dans plusieurs tableaux (valeurs absolues des éléments du champ dans les stations en 1982,5 et différences) et un jeu de figures (variation séculaire des éléments entre 1977,5 et 1982,5). La variation de la déclinaison, qui avait subi une forte accélération après 1969, augmente plus lentement qu'au cours du précédent intervalle de 5 ans.

### Summary

This note presents the results from the 1982 survey of the french array of magnetic repeat stations. Results are given in the form of several tables (1982,5 absolute values of the field components in the various stations and the corresponding 5 year differences) and a set of figures illustrating the secular variation between 1977,5 and 1982,5. The variation of declination D, which had exhibited a strong acceleration after 1969, increases less than during the previous 5-year time span.

OBSERVATIONS MAGNETIQUES - Fascicule n° 50

RESEAU MAGNETIQUE DE REPETITION DE LA FRANCE

RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1982

par D. GILBERT et J.L. LE MOUEL

#### REOCCUPATION DES STATIONS DE REPETITION EN 1982

Les Stations Magnétiques françaises de répétition ont été réoccupées entre le 10 mai et le 21 octobre 1982, soit cinq années après la campagne précédente (1,2). Les résultats des mesures sont rapportés à l'époque 1982.5. La réoccupation s'est faite en cinq tournées distinctes ayant toutes l'Observatoire de Chambon-la-Forêt pour point de départ et d'arrivée :

10 mai-20 mai	France Ouest	6 stations
1er juin-13 juin	France Nord-Est	7 stations
28 août-3 sept.	France Corse	4 stations
9 sept-24 sept.	France Sud Ouest	8 stations
5 oct.-21 oct.	France Sud Est	7 stations

MM. R. SCHEIB-GLUNTZ, B. CLAVE DE OTAOLA et L. PARMENTIER ont participé à ces missions.

#### I - EXECUTION DES MESURES

Les mesures ont été faites par D. GILBERT et J.L. LE MOUEL selon un mode opératoire assez différent de celui qui était adopté lors des précédentes campagnes. On a mesuré :

- la déclinaison, D, au moyen d'un théodolite à vanne de flux et d'un théodolite à aimant Chasselon
- l'inclinaison, I, au moyen du théodolite à vanne de flux
- la composante horizontale, H, au moyen d'un QHM
- l'intensité du champ total, F, à l'aide de deux magnétomètres à protons.

### A - Contrôle des appareils à l'Observatoire de Chambon-la-Forêt

#### Théodolites et mesure de D

Des mesures de la déclinaison ont été faites sur le pilier de mesures absolues à l'aide du théodolite Chasselon n° 65606 et du théodolite à vanne de flux IPG Paris-IPG Strasbourg n° 2 utilisés pendant la campagne.

Aucune différence systématique appréciable entre les valeurs de D déduites de ces mesures et les valeurs simultanées de D déduites des enregistrements et des repères de l'observatoire n'a été mise en évidence.

Note. La dispersion des mesures réduites est par contre très différente selon le théodolite utilisé : de l'ordre de 30" pour le théodolite Chasselon, elle n'est que de 5" pour le théodolite à vanne de flux (en observatoire).

#### Théodolite et mesure de I

Il a été vérifié à l'Observatoire que les mesures de I fournies par le théodolite ne présentaient aucune différence systématique appréciable avec les valeurs simultanées déduites des enregistrements et des repères de l'observatoire. La dispersion des mesures réduites est aussi de l'ordre de 5".

#### Magnétomètre à protons

Nous avons comparé les magnétomètres Geometrix G818 n° 102 et Elsec 770 n° 135 à l'étalon de l'observatoire (Elsec n° 413). Les résultats sont consignés dans le tableau Ia. Nous avons également vérifié que les valeurs fournies par ces magnétomètres sont indépendantes de l'orientation de l'axe de la sonde dans le plan horizontal.

Tableau Ia

	F Geometrics 102 ( nT)-F413	Elsec 135 ( nT)-F413
5 mai 1982	- 0,3	- 0,1
17 juin 1982	- 0,1	+ 0,2
23 août 1982	0,0	- 0,2
24 sept 1982	+ 0,1	0,0

#### Q.H.M.

Le QHM utilisé est le QHM 615. Il a été comparé aux repères de l'observatoire avant, pendant, et après la campagne. Les résultats de ces comparaisons sont consignés dans le tableau Ib. La correction apportée aux valeurs fournies par le QHM 615 a été prise variant linéairement de -20,0 au début de la campagne à -20,5 à la fin de la campagne.

Tableau Ib Différences QHM 615 - Etalon de Chambon

5 mai 1982	- 20,0
20 mai 1982	- 20,0
17 juin 1982	- 20,3
23 août 1982	- 20,4
8 sept 1982	- 20,5
24 sept 1982	- 20,5
21 oct 1982	- 20,5

Remarque - La campagne de 1982 est la première des campagnes régulières où l'on ait utilisé le théodolite à vanne de flux. Les performances de cet appareil en observatoire étaient bien connues. Mais, afin d'éviter toute incertitude sur les mesures en campagne grâce à un contrôle réciproque, nous avons décidé d'utiliser encore en 1982 les appareils classiques théodolite Chasselon et QHM. Ces derniers appareils ont donc surtout été utilisés à des fins de contrôle. Ces mesures nous ont toutefois permis d'estimer le gain de précision apporté par l'utilisation du nouveau théodolite (et la réduction des mesures à partir des données du variomètre triaxial à vanne de flux installé à Chambon-la-Forêt en 1978).

### B - Exécution des mesures sur le terrain

Dans chaque station, on commence par vérifier qu'il n'y a pas de corps perturbateur au voisinage de la borne ; pour cela on procède à une prospection rapide au moyen du magnétomètre à protons, puis à une série de mesures (NS et EW) à  $\pm 10$  mètres de part et d'autre de la borne - hauteur des mesures 1,40 m à 1,60 M, pas de 2 mètres -, enfin des mesures à la verticale de la borne de 20 en 20 cm de 0 à 2 m.

Pour limiter au mieux les erreurs entraînées par la réduction, on s'efforce de placer les mesures en dehors de la partie principale de la variation solaire ; pratiquement on fait un ensemble de mesures aussi tôt que possible dans la matinée, et un autre aussi tard que possible dans la soirée (dès que la visibilité est suffisante, et jusqu'à ce qu'elle ne le soit plus). On n'a pas cependant pu suivre ces règles dans toutes les stations.

Dans chaque station on a fait entre cinq à dix mesures de D et de I à l'aide du théodolite à vanne de flux, une à deux déterminations de H au QHM correspondant chacune à 4 ou 6 pointés (en intercalant au mieux mesures traditionnelles et mesures nouvelles). Tous les pointés (sauf ceux du théodolite Chasselon) correspondant à ces mesures ont été faites à des minutes rondes notées (voir plus loin). Pour F, après une comparaison des deux magnétomètres, on a déterminé avec précision l'écart entre le point de mesure (au-dessus de la borne, à la hauteur des autres instruments placés sur des trépieds) et un point auxiliaire situé à une quinzaine de mètres. En ce point auxiliaire, on a fait systématiquement des mesures de F simultanées avec les mesures de D, de I et H (donc aux minutes rondes) faites sur la borne. De plus, des lectures supplémentaires très fréquentes permettent de suivre, sur place, l'évolution et la situation magnétique.

### C - Réduction des observations

Les déterminations effectuées dans les stations durant la campagne 1982 ont été rapportées à l'époque 1982,5 (1 juillet 1982) à l'aide des données de l'Observatoire de Chambon-la-Forêt.

On sait que cette réduction des observations est basée sur l'hypothèse que l'écart entre la valeur instantanée d'un élément E et sa valeur moyenne annuelle centrée sur cet instant a la même valeur à la station S et à l'observatoire voisin O.

Soit  $E_{S,t}$  la valeur observée de l'élément E, à la station S, à l'instant t.  
 $E_{O,t}$  la valeur observée du même élément, au même instant, à l'observatoire O,  
 $\bar{E}_{S,t}$  la valeur moyenne de l'élément E à la station S pour une année centrée sur l'époque t,  
 $\bar{E}_{O,t}$  la valeur moyenne de l'élément E à l'observatoire pour une année centrée sur l'époque t.

On admet donc que :

$$E_{S,t} - \bar{E}_{S,t} = E_{O,t} - \bar{E}_{O,t} \quad (1)$$

La valeur moyenne au 1er juillet 1982,  $\bar{E}_{S,1982,5}$ , s'obtient ensuite en admettant, en outre, que la variation séculaire de l'élément entre l'époque t et le 1er juillet à la station S,  $\Delta E_S$ , est la même que la variation séculaire de cet élément à l'observatoire O,  $\Delta E_O$ . On a donc finalement :

$$\bar{E}_{S,1982,5} = \bar{E}_{O,1982,5} + (E_{S,t} - E_{O,t}) \quad (2)$$

En chaque station S, nous disposons pour chacun des éléments D,H,F,I de plusieurs séries de valeurs réparties sur différentes heures d'un même jour ou de deux jours consécutifs. Nous obtenons ainsi, pour chaque élément, plusieurs valeurs  $E_{S,t_i} - E_{O,t_i}$  de la différence instantanée  $E_{S,t} - E_{O,t}$  du fait de l'incertitude expérimentale qui affecte chacune des valeurs  $E_{S,t_i}$  et  $E_{O,t_i}$ , d'une part, et de la non uniformité des variations transitoires sur l'étendue du territoire, d'autre part. Pour déterminer la valeur définitivement attribuée à la différence instantanée  $E_{S,t} - E_{O,t}$ , nous avons examiné, sur les enregistrements de l'observatoire, la situation magnétique correspondant aux instants  $t_i$  de chaque mesure, et donné, éventuellement, un poids variable aux diverses estimations  $(E_{S,t_i} - E_{O,t_i})$  selon que la situation magnétique était plus ou moins calme et selon que le niveau de l'élément considéré était plus ou moins voisin du niveau stationnaire de nuit à l'instant de la mesure. On obtient après le calcul de la valeur moyenne ainsi pondérée l'estimation définitive de la différence  $E_{S,t} - E_{O,t}$ .

Note - Les enregistrements utilisés pour la réduction des mesures sont ceux du variomètre tridirectionnel à fluxgate de Chambon. Ce variomètre fournit à la fois un enregistrement numérique sur bande magnétique, 1 mesure/minute pour les éléments D,H,Z et F - un magnétomètre à protons est associé au variomètre H, D, Z - avec les définitions suivantes : 0,1 nT pour D, H et Z, 0,25 nT pour F, et un enregistrement analogique de ces mêmes éléments (vitesse de déroulement 2cm/heure ; valeurs d'échelle : 4nT/mm pour D, 4nT/mm pour H, 1,6nT/mm pour Z, 1nT/mm pour F). L'enregistrement numérique a été utilisé à chaque fois qu'il était disponible. Malheureusement une panne a fait que l'enregistrement analogique a dû être utilisé pour les stations de :

BIG - BON - DRA - FRA - GAR - LEO - MIG - RIE - TUC -  
VIL - AIL - CAL - CLA - CLC - LEM - NUR - QUI - SAI - SAL

Les enregistrements étant ceux des éléments D,H,Z,F, ce sont ces éléments qu'on a choisi de réduire. Autrement dit, on calcule  $Z = F \sin I$  et  $H = F \cos I$  (rappelons que des mesures de F sont faites aux instants mêmes des pointés de I) et l'on calcule les différences instantanées  $D_{S,ti} - D_{0,ti}$ ,  $H_{S,ti} - H_{0,ti}$ ,  $Z_{S,ti} - Z_{0,ti}$ ,  $F_{S,ti} - F_{0,ti}$ , dont on fait la moyenne comme il a été dit. Enfin on calcule les valeurs  $\bar{D}_{S,1982,5}$ ,  $\bar{H}_{S,1982,5}$ ,  $\bar{Z}_{S,1982,5}$ ,  $\bar{F}_{S,1982,5}$  en appliquant la formule (2). Comme les mesures de F sont plus nombreuses que celles de I, on obtient deux valeurs réduites de F :

$$\bar{F}_{S,1982,5} \text{ et } (\bar{H}_{S,1982,5}^2 + \bar{Z}_{S,1982,5}^2)^{1/2}$$

qui peuvent être légèrement différentes. Ces deux valeurs sont portées dans le tableau. L'on dispose ainsi d'un contrôle (faible à vrai dire). Dans le tableau, ces deux valeurs sont désignées par  $F_2$  et  $F_1$ .

## II - Présentation des résultats

Nous avons cette fois encore adopté la présentation préconisée par le manuel d'opérations pour le Levé Magnétique Mondial (3)(4). Les valeurs relatives aux premières stations de répétition, créées en 1947, sont rassemblées dans le tableau II, et les valeurs relatives aux stations complémentaires, créées à partir de 1965, dans le tableau III.

Le tableau IV récapitule les valeurs de la déclinaison correspondant aux campagnes de 1967, 1972, 1977, 1982 et les valeurs  $\Delta D$  des différences 82-77, 77-72, 72-67. Le tableau V donne les valeurs des différences  $\Delta F$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta Z$ ,  $\Delta I$ ,  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  72-67, 77-72, 82-77 ainsi que les valeurs pour les mêmes intervalles de temps de  $\Delta h = (\Delta X^2 + \Delta Y^2)^{1/2}$  et  $\alpha = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X}$ .

Les stations sont classées par longitudes croissantes pour D et par latitudes décroissantes pour les autres éléments.

TABLEAU II

FRANCE - Stations de répétition					
Service responsable : Institut de Physique du Globe de Paris					
D	F	H(FcosI)	Z(FsinI)	Z(FsinI)	
Instrument		Magnétomètre à protons	Théodolite à vanne de flux et magnétomètre à protons		
Comparaisons effectuées à Chambon-la-Forêt					
Précision	10"	0,5 nT	1 nT		

REDUCTION DES OBSERVATIONS

Toutes les mesures de D, H et F ont été réduites à l'aide des données de l'observatoire de Chambon-la-Forêt  
Epoque - 1982,5

Les observations précédentes ont été effectuées en 1977

Code	Station	-D	H	Z	X	-Y	I	F1	F2	L	$\lambda$	Alt.(m)
CLF	CHAMBON-LA-FORET	4° 03'2	20850	42152	20798	1474	63° 40'8	47027	47027	48° 01'4	2° 05'6 E	145
BIG	BIGUGLIA	0° 55'6	23692							42° 37'1	9° 25'4 E	100
BON	BONIFACIO	0° 58'5	24487	37967	24483	416	57° 10'8	45178	45178	41° 22'2	9° 10'3 E	20
BIO	BIONVILLE (1)	2° 32'9	20337	42771	20316	904	64° 34'2	47360	47359	49° 06'6	6° 29'5 E	313
BIO	BIONVILLE (2)	2° 32'8	20325	42765	20305	903	64° 34'8	47350	47350	49° 06'6	6° 29'5 E	313
DRA	DRAGIGNAN	1° 56'3	23204	39305	23191	785	59° 26'6	45643	45645	43° 33'9	6° 24'6 E	450
FRA	FRANGY	2° 39'6	21586	41334	21563	1002	62° 25'5	46631	46631	46° 43'5	5° 18'9 E	193
GAR	GARCHY (1)	3° 54'8	21283	41571	21233	1452	62° 53'3	46702	46702	47° 17'5	3° 04'2 E	193
GAR	GARCHY (2)	3° 55'6	21284	41576	21234	1458	62° 53'4	46707	46707	47° 17'6	3° 04'0 E	193

TABLEAU II (suite)

Code	Station	-D	H	Z	X	-Y	I	F1	F2	L	$\lambda$	Alt.(m)
LEO	LEON	4° 52'6	23027	39216	22944	1958	59° 34'7	45477	45478	43° 54'2	1° 18'7 W	6
MAR	MARLE	3° 27'9	20079	43097	20042	1214	65° 01'2	47545	47544	49° 45'0	3° 54'1 E	165
MIG	MIGRI	4° 53'2	21903	40750	21823	1866	61° 44'5	46264	46264	46° 05'7	0° 34'4 W	80
MAN	NANTES	5° 17'6	21291	41452	21200	1964	62° 48'8	46600	46601	47° 14'8	1° 33'6 W	35
NEU	NEUFCHATEL	4° 34'9	19963	43037	19896	1594	65° 07'1	47440	47440	49° 47'8	1° 30'7 E	230
RIE	RIEUPEYROUX (1)	3° 35'6	22846	39600	22801	1432	60° 01'2	45718	45718	44° 18'0	2° 13'9 E	800
RIE	RIEUPEYROUX (2)	3° 34'3	22834	39622	22790	1423	60° 02'7	45730	45731	44° 20'0	2° 17'1 E	675
SEG	SEGLIEN	6° 17'5	20857	41989	20731	2286	63° 35'1	46884	46883	48° 05'3	3° 11'1 W	226
TUC	TUCHAN	3° 14'0	23628	38588	23591	1333	58° 31'2	45248	45249	42° 52'5	2° 45'6 E	313
VIL	VILLENEUVE de MARC	2° 43'3	22232	40515	22207	1056	61° 14'7	46214	46214	45° 27'8	5° 08'8 E	480

(1) mesures sur station auxiliaire proche (P1)  
(2) nouvelle station sur borne I.G.N. ; lieu-dit Les Martres

TABLEAU III

11

FRANCE - Stations de répétition			
Service responsable : Institut de Physique du Globe de Paris			
D	F	H(FcosI)	Z(FsinI)
Instrument à vanne de flux Théodolite à vanne de flux à protons et magnétomètre à protons			
Comparaisons effectuées à Chambon-la-Forêt			
Précision	10"	0,5 nT	1 nT

## REDUCTION DES OBSERVATIONS

Toutes les mesures de D, H et F ont été réduites à l'aide des données de l'observatoire de Chambon-la-Forêt  
Epoque - 1982,5

Les observations précédentes ont été effectuées en 1977

Code	Station	-D	H	Z	X	-Y	I	F1	F2	L	$\lambda$	Alt. (m)
AIL	AILEFROIDE	2°08'6	22537	40101	22521	843	60°39'8	46000	46001	44°53'0	6°26'6 E	1513
AUV	AUVERSE	4°38'3	21086	41727	21017	1705	63°11'4	46752	46752	47°29'4	0°04'6 E	86
CAL	CALENZANA	1°15'5	23799	38629	23793	523	58°21'8	45371	45370	42°31'2	8°52'2 E	280
CLA	CLARENS	4°07'3	23422	38735	23362	1684	58°50'4	45266	45268	43°09'3	0°24'3 E	563
CLC	CLARENSAC	2°49'0	23110	39352	23082	1136	59°34'5	45636	45637	43°50'3	4°14'0 E	207
DEL	DELETTES	4°20'8	19591	43507	19535	1485	65°45'5	47714	47713	50°35'8	2°13'9 E	131
HAG	HAGENBACH	2°05'5	21093	42008	21079	770	63°20'3	47006	47007	47°38'4	7°09'2 E	318
LAM	LA MEURDRAQUIERE	5°38'9	20451	42495	20352	2013	64°18'0	47160	47160	48°51'2	1°24'7 W	125

TABLEAU III (suite)

Code	Station	-D	H	Z	X	-Y	I	F1	F2	L	$\lambda$	Alt. (m)
LEF	LE FAVRIL	4°42'1	20344	42710	20276	1668	64°31'8	47308	47309	49°10'8	0°31'1 E	173
LEM	LE MONESTIER	3°12'4	22122	40625	22087	1238	61°25'8	46258	46257	45°40'8	3°35'9 E	634
MAI	M. LES SOULAINES	3°05'6	20816	42300	20786	1123	63°47'9	47144	47145	48°17'8	4°46'4 E	280
MAH	MARLENHEIM	2°14'4	20605	42683	20590	805	64°13'9	47396	47396	48°37'8	7°28'9 E	359
NUR	NURET LE FERRON	4°02'5	21614	41231	21560	1523	62°20'1	46553	46553	46°40'4	1°28'4 E	172
PLO	PLOUDALMEZEAU	6°59'3	20639	42249	20486	2511	63°57'8	47020	47021	48°30'6	4°38'8 W	66
QUI	QUINZENA	0°48'5	24027	38197	24024	339	57°49'8	45125	45124	42°06'6	9°19'9 E	400
SAI	ST EMILION	4°28'7	22552	39893	22483	1761	60°31'2	45826	45826	44°51'9	0°08'7 W	14
SAL	SALON-LA TOUR (1)	3°54'5	22229	40408	22177	1515	61°11'0	46118	46119	45°27'6	1°30'7 E	491

(1) nouvelle station sur borne I.G.N. ; lieudit St Ybard

12

TABLEAU IV

Déclinaisons pour les années 1967,5-1972,5-1977,5-1982,5

Stations classées par longitudes croissantes

Code	Station (-D)	1967,5	AD	1972,5	AD	1977,5	AD	1982,5	$\lambda$	L
PLO	PLODUALMEZEAU	8° 55'1	25'8	8° 29'3	41'2	7° 48'1	48'8	6° 59'3	4° 38'8 W	48° 30'6
SEG	SEGLIEN	8° 09'5	21'7	7° 47'8	41'2	7° 06'6	49'1	6° 17'5	3° 11'1 W	48° 05'3
NAN	NANTES	7° 07'1	22'7	6° 44'3	39'7	6° 04'7	47'0	5° 17'6	1° 33'6 W	47° 14'8
LAM	LA MEURDRAQUIERE	7° 26'9	22'5	7° 04'4	38'0	6° 26'4	47'5	5° 38'9	1° 24'7 W	48° 51'2
LEO	LEON	6° 41'6	25'6	6° 15'9	37'1	5° 38'9	46'3	4° 52'6	1° 18'7 W	43° 54'2
MIG	MIGRE	6° 40'5	24'6	6° 15'9	37'4	5° 38'5	45'3	4° 53'2	0° 34'4 W	46° 05'7
SAI	ST EMILION	6° 16'9	25'1	5° 51'7	36'1	5° 15'6	46'9	4° 28'7	0° 08'7 W	44° 51'9
AUV	AUVERSE	6° 23'0	20'1	6° 02'9	39'8	5° 23'1	44'8	4° 38'3	0° 04'6 E	47° 29'4
CLA	CLARENS	5° 50'6	21'6	5° 29'0	36'6	4° 52'4	45'1	4° 07'3	0° 24'3 E	43° 09'3
LEF	LE FAVRIL	6° 25'8	18'9	6° 06'9	38'5	5° 28'4	46'3	4° 42'1	0° 31'1 E	49° 10'8
NUR	NURET-LE-FERRON	5° 44'8	21'7	5° 23'1	35'9	4° 47'2	44'7	4° 02'5	1° 28'4 E	46° 40'4
NEU	NEUFCHATEL	6° 17'2	21'2	5° 55'9	36'6	5° 19'3	44'5	4° 34'9	1° 30'7 E	49° 47'8
SAL	SALON-LA-TOUR	5° 40'8	22'5	5° 18'3	-	-	-	3° 54'5	1° 31'7 E	45° 29'8
DEL	DELETTES	6° 02'8	19'7	5° 43'1	38'4	5° 04'7	43'9	4° 20'8	2° 13'9 E	50° 35'8
RIE	RIEUPEYROUX	5° 15'6	22'7	4° 52'9	-	-	-	3° 35'6	2° 13'9 E	44° 18'0

TABLEAU IV (Suite)

Code	Station (-D)	1967,5	AD	1972,5	AD	1977,5	AD	1982,5	$\lambda$	L
CLF	CHAMBON-LA-FORET	5° 42'5	20'1	5° 22'4	35'5	4° 46'9	43'7	4° 03'2	2° 15'6 E	48° 01'4
TUC	TUCHAN	4° 51'1	20'6	4° 30'4	33'0	3° 57'4	43'4	3° 14'0	2° 45'6 E	42° 52'5
GAR	GARCHY	5° 32'1	18'8	5° 13'3	35'0	4° 38'3	43'5	3° 54'8	3° 04'3 E	47° 17'5
LEH	LE MONESTIER	4° 47'3	17'9	4° 29'3	31'0	3° 58'3	45'9	3° 12'4	3° 35'9 E	45° 40'8
MAR	MARLE	5° 00'4	13'7	4° 46'7	37'8	4° 08'9	41'0	3° 27'9	3° 54'1 E	49° 45'0
CLC	CLARENSAC	4° 23'4	18'8	4° 04'6	31'9	3° 32'7	43'7	2° 49'0	4° 14'0 E	43° 50'3
MAI	MAISONS LES SOUL.	4° 41'5	20'9	4° 20'5	32'8	3° 47'7	42'1	3° 05'6	4° 46'4 E	48° 17'8
VIL	VILLENEUVE DE M.	4° 14'4	21'3	3° 53'1	31'7	3° 21'4	38'1	2° 43'3	5° 08'8 E	45° 27'8
FRA	FRANGY	4° 08'5	14'6	3° 53'8	32'0	3° 21'8	42'2	2° 39'6	5° 18'9 E	46° 43'5
DRA	DRAGUIGNAN	3° 25'1	18'8	3° 06'3	30'8	2° 35'5	39'2	1° 56'3	6° 24'6 E	43° 33'9
AIL	AILEFROIDE	-	-	-	-	2° 49'6	41'0	2° 08'6	6° 26'6 E	44° 53'0
BIO	BIONVILLE	3° 57'9	11'9	3° 46'0	32'4	3° 13'6	40'7	2° 32'9	6° 29'6 E	49° 06'6
HAG	HAGENBACH	3° 34'5	18'0	3° 16'5	30'3	2° 46'2	40'7	2° 05'5	7° 09'2 E	47° 38'4
MAH	MARLENHEIM	3° 40'2	13'8	3° 26'4	32'2	2° 54'2	39'8	2° 14'4	7° 28'9 E	48° 37'8
CAL	CALENZANA	2° 36'3	13'8	2° 22'5	29'5	1° 53'0	37'5	1° 15'5	8° 52'2 E	42° 31'2
BON	BONIFACIO	2° 19'5	13'6	2° 05'9	30'9	1° 35'0	36'5	0° 58'5	9° 10'3 E	41° 22'2
QUI	QUINZENA	2° 11'1	18'9	1° 52'2	26'6	1° 25'6	37'1	0° 48'5	9° 19'9 E	42° 06'6
BIG	BIGUGLIA	2° 16'6	20'1	1° 56'5	25'9	1° 30'6	35'0	0° 55'6	9° 25'4	42° 37'1



TABLEAU V

Eléments :  $\Delta F, \Delta H, \Delta Z, \Delta I, \Delta X, \Delta Y, \Delta h, \Delta \alpha$   
Années 1967, 5, 1972, 5, 1977, 5, 1982, 5  
(Stations classées par latitudes décroissantes)

$\Delta h = (\Delta X^2 + \Delta Y^2)^{1/2}$

$\alpha = \arctg \Delta Y / \Delta X$

	72-67	77-72	82-77	72-67	77-72	82-77	72-67	77-72	82-77	72-67	77-72	82-77	72-67	77-72	82-77	72-67	77-72	82-77	72-67	77-72	82-77	72-67	77-72	82-77	L
Codes $\Delta F$	$\Delta F$	$\Delta H$	$\Delta H$	$\Delta Z$	$\Delta Z$	$\Delta Z$	$-\Delta I$	$-\Delta I$	$-\Delta I$	$\Delta X$	$\Delta X$	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Y$	$\Delta Y$	$\Delta h$	$\Delta h$	$\Delta h$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	L
DEL	183	151	88	132	106	78	6'3	5'5	0'5	164	152	63	94	205	245	189	255	253	29°49'	53°27'	73°35'	29°49'	53°27'	73°35'	50°35'8
NEU	177	145	81	119	96	68	7'3	6'3	0'9	177	159	68	103	197	253	205	253	262	30°12'	51°06'	74°57'	30°12'	51°06'	74°57'	49°47'8
MAR	179	152	91	129	108	80	5'9	5'1	0'3	155	145	58	67	209	255	169	254	242	23°23'	59°15'	76°08'	23°23'	59°15'	76°08'	49°45'0
LEF	170	142	76	108	90	58	7'9	6'5	1'7	181	164	78	91	211	267	203	267	278	26°42'	52°09'	73°43'	26°42'	52°09'	73°43'	49°10'8
BIO	179	149	107	131	111	100	5'2	4'1	-0'7	145	127	49	60	183	239	157	223	244	22°29'	59°15'	78°25'	22°29'	59°15'	78°25'	49°06'5
LAM	168	130	69	102	68	49	8'3	8'4	2'2	190	185	87	109	204	274	219	275	287	29°51'	47°48'	72°23'	29°51'	47°48'	72°23'	48°37'8
MNH	172	159	102	125	122	99	5'0	3'6	-1'2	141	125	41	73	186	237	159	224	241	27°22'	56°06'	80°11'	27°22'	56°06'	80°11'	48°30'6
PLD	165	115	55	91	43	27	9'7	10'1	3'9	211	208	109	122	218	281	244	301	301	30°02'	46°21'	68°48'	30°02'	46°21'	68°48'	48°17'8
MAI	167	154	89	116	107	80	5'6	5'2	0'1	152	145	56	114	188	252	190	237	258	36°52'	52°22'	77°28'	36°52'	52°22'	77°28'	48°05'3
SEG	162	118	62	90	49	34	9'4	9'3	3'6	202	197	105	103	224	287	227	298	306	27°01'	48°40'	69°54'	27°01'	48°40'	69°54'	48°01'4
CLF	165	137	86	104	82	70	7'2	6'9	1'3	172	163	72	104	200	260	201	258	270	31°10'	50°49'	74°31'	31°10'	50°49'	74°31'	48°17'5
HAG	170	155	92	121	111	89	5'1	4'5	-1'1	144	133	39	101	178	248	176	222	251	35°03'	53°14'	81°04'	35°03'	53°14'	81°04'	47°38'4
AUV	166	131	72	101	68	51	7'9	8'0	2'3	181	179	84	102	226	268	208	288	281	29°24'	51°37'	72°36'	29°24'	51°37'	72°36'	47°29'4
GAR	164	135	85	103	81	71	7'3	6'2	0'9	171	155	69	99	203	265	198	255	274	30°04'	52°38'	79°24'	30°04'	52°38'	79°24'	47°17'5
NAN	148	122	67	74	52	39	9'6	9'1	3'5	198	191	100	115	224	283	229	294	300	30°09'	49°33'	70°32'	30°09'	49°33'	70°32'	48°14'8

TABLEAU V (Suite)

	72-67	77-72	82-77	72-67	77-72	82-77	72-67	77-72	82-77	72-67	77-72	82-77	72-67	77-72	82-77	72-67	77-72	82-77	72-67	77-72	82-77	72-67	77-72	82-77	L
Codes $\Delta F$	$\Delta F$	$\Delta H$	$\Delta H$	$\Delta Z$	$\Delta Z$	$\Delta Z$	$-\Delta I$	$-\Delta I$	$-\Delta I$	$\Delta X$	$\Delta X$	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Y$	$\Delta Y$	$\Delta h$	$\Delta h$	$\Delta h$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	L
FRA	162	145	93	105	92	85	6'2	5'9	-0'4	155	150	53	80	191	262	174	243	267	2°18'	5°51'	78°34'	2°18'	5°51'	78°34'	46°43'5
NUR	161	128	73	93	64	55	8'1	7'9	1'6	184	172	73	117	210	276	218	271	285	32°28'	50°41'	79°12'	32°28'	50°41'	79°12'	46°40'4
MIG	157	115	67	81	48	34	9'1	8'5	3'8	198	178	103	133	219	280	239	282	298	33°53'	50°54'	69°48'	33°53'	50°54'	69°48'	46°05'7
LEM	158	136	82	92	79	63	7'4	6'3	1'3	171	153	73	101	187	291	199	242	300	30°34'	50°43'	79°55'	30°34'	50°43'	79°55'	49°40'8
SAL	150	-	-	79	-	-	8'3	-	-	182	-	-	126	-	-	221	-	-	34°42'	-	-	34°42'	-	-	45°29'8
VIL	154	145	90	88	91	78	7'3	5'6	0'1	168	149	58	125	195	243	209	245	250	36°39'	52°37'	76°35'	36°39'	52°37'	76°35'	49°27'8
AIL	-	-	93	-	-	83	-	-	-0'2	-	-	54	-	-	266	-	-	271	-	-	78'32'	-	-	78'32'	44°53'0
SAI	147	107	57	64	35	25	9'9	9'0	3'8	202	179	98	142	219	300	247	283	316	39°06'	50°44'	79°55'	39°06'	50°44'	79°55'	44°51'9
RIE	139	-	-	62	-	-	9'0	-	-	185	-	-	133	-	-	228	-	-	33°43'	-	-	33°43'	-	-	44°18'0
LEO	142	97	54	56	9	18	10'1	11'3	4'3	205	203	103	147	227	301	252	305	318	33°39'	48°12'	79°07'	33°39'	48°12'	79°07'	43°34'2
CLC	151	134	77	81	68	55	7'5	7'1	1'7	170	163	74	113	203	289	204	260	298	33°37'	51°14'	79°38'	33°37'	51°14'	79°38'	43°50'3
DRA	153	137	94	88	82	80	6'5	5'4	0'2	159	141	61	117	200	262	197	245	269	36°21'	54°49'	76°54'	36°21'	54°49'	76°54'	43°33'9
CLA	134	115	54	47	32	18	10'1	10'0	4'1	195	193	98	126	232	299	232	302	315	32°52'	50°15'	79°51'	32°52'	50°15'	79°51'	43°09'3
TUC	143	121	70	57	51	38	9'7	7'6	3'1	193	174	90	124	214	293	229	270	307	32°43'	52'32	72°56'	32°43'	52'32	72°56'	42°52'5
CAL	147	137	111	89	78	106	5'2	5'6	-1'5	139	142	48	89	198	258	165	244	262	32°38'	54°21'	79°28'	32°38'	54°21'	79°28'	42°31'2
QUI	141	143	110	82	87	97	5'6	4'7	-0'5	140	135	58	126	181	258	188	226	264	41°59'	53°17'	77°20'	41°59'	53°17'	77°20'	42°06'6
BON	167	155	96	108	103	80	4'5	4'0	0'1	144	134	59	90	215	259	170	253	266	32°00'	58°04'	77°10'	32°00'	58°04'	77°10'	41°22'2

### III - Discussion des Résultats

On a vu que la valeur réduite à l'époque 1982,5 de l'élément E à la station S,  $\bar{E}_{S,1982,5}$ , est obtenue à partir de la valeur moyenne annuelle de l'élément à Chambon-la-Forêt,  $\bar{E}_{0,1982,5}$ , en appliquant la relation :

$$\bar{E}_{S,1982,5} = \bar{E}_{0,1982,5} + (E_{S,t} - E_{0,t}) + (\Delta E_0 - \Delta E_S)$$

Nous allons essayer d'évaluer l'incertitude liée à chacun des termes de cette relation.

#### A - Incertitude liée au terme $(\Delta E_0 - \Delta E_S)$

$\Delta E_0$  et  $\Delta E_S$  représentent la "variation séculaire" de l'élément E à l'observatoire et à la station entre le jour de la mesure à la station et le 1er juillet 1982.

On peut évaluer, a posteriori, les limites de l'erreur que l'on a commise en négligeant la correction  $\Delta E_0 - \Delta E_S$ . En effet, si nous examinons les valeurs réduites, avec cette simplification, aux époques 1977,5 et 1982,5 dans les stations de répétition, nous observons les variations séculaires maximales et minimales suivantes :

- F : + 86 nT à Chambon, soit environ 17 nT par an,  
 + 107 nT à Bionville, Est de la France, soit environ 21 nT/an,  
 + 54 nT à Léon, Sud-Ouest de la France, soit environ 11 nT/an
- H : + 52 nT à Chambon, soit environ 11 nT/an,  
 + 75 nT à Léon, au Sud-Ouest, soit environ 15 nT/an,  
 + 28 nT à Hagenbach, à l'Est, soit environ 6 nT/an
- Z : + 70 nT à Chambon, soit environ 14 nT/an,  
 + 100 nT à Bionville, Est de la France, soit environ 20 nT/an,  
 + 18 nT à Clarens au Sud de la France, soit environ 4 nT/an

- D : - 43,7' à Chambon, soit environ - 8,7'/an,  
 - 48,8' à Ploudalmezeau, à l'Ouest, soit environ - 9,8'/an,  
 - 40,7' à Hagenbach, à l'Est, soit environ - 8,1'/an.

Si l'on tient compte de la distribution de la variation séculaire sur le territoire français et du laps de temps écoulé entre le premier juillet et la date des mesures dans chaque station, on constate que l'erreur maximale que l'on a pu commettre en négligeant le terme  $\Delta E_0 - \Delta E_S$  est de l'ordre de :

- 0,3' à 0,4' sur D  
 1,5 nT sur H  
 2 nT sur Z  
 2,5 nT sur F

#### B - Incertitude liée au terme $(E_{S,t} - E_{0,t})$

L'incertitude liée à ce terme est la résultante, d'une part des incertitudes provenant de la mesure de l'élément E à l'instant t, à la station et à l'observatoire, d'autre part de l'approximation qui consiste à admettre que les écarts instantanés à la valeur moyenne  $(E_{S,t} - \bar{E}_{S,t})$  et  $(E_{0,t} - \bar{E}_{0,t})$  sont les mêmes au même instant à la station S et à l'observatoire O.

a/ Erreurs de mesure à la station S. On dispose pour chaque station, comme nous l'avons dit, de deux séries de mesures de D, H, Z et F, l'une tôt le matin, l'autre tard le soir (en règle générale). On peut estimer l'erreur possible sur le résultat d'une série de mesures à :

- |        |               |   |
|--------|---------------|---|
| 20"    | sur $D_{S,t}$ | (mesures au théodolite à vanne de flux) |
| 1,5 nT | sur $H_{S,t}$ | " "                                     |
| 1 nT   | sur $Z_{S,t}$ | " "                                     |
| 0,5 nT | sur $F_{S,t}$ | (mesures au magnétomètre à protons)     |

b/ Erreurs de mesure à l'observatoire O. Les valeurs correspondantes des éléments à Chambon sont relevées aux instants  $t$  (rappelons que les mesures sont faites à des minutes rondes) sur les magnétogrammes numériques ou analogiques de l'observatoire. L'incertitude sur les valeurs individuelles  $E_{o,t}$  fournies par l'observatoire est de l'ordre de :

15" sur  $D_{o,t}$   
 2 nT sur  $H_{o,t}$   
 1,5 nT sur  $Z_{o,t}$   
 1 nT sur  $F_{o,t}$

c/ Erreurs de réduction des variations transitoires. Il est bien connu que l'hypothèse que l'on est contraint d'adopter pour les besoins de la réduction, suivant laquelle :

$$E_{S,t} - \bar{E}_{S,t} = E_{O,t} - \bar{E}_{O,t}$$

est valable seulement en première approximation. En fait, l'écart instantané  $E_{S,t} - \bar{E}_{S,t}$  est la somme de plusieurs termes dont les plus importants sont fournis par la variation solaire journalière et par les variations d'agitation du type "baie" dont la durée est comprise entre quelques minutes et deux heures environ. L'amplitude et la forme de ces variations dépendent des coordonnées géographiques de la station considérée et, aussi, par le jeu des courants telluriques induits, des structures de la croûte et du manteau au voisinage de la station. En outre, la variation diurne est gouvernée par l'heure solaire locale tandis que les variations d'agitation sont synchrones en temps universel.

Ainsi que nous l'avons signalé, nous nous sommes efforcés de placer les mesures en dehors de la partie principale de la variation solaire journalière, de telle sorte que la valeur de l'élément magnétique au moment de la mesure soit aussi voisine que possible de la valeur "stationnaire" qu'on observe pendant la nuit. Dans ces conditions, la différence de forme

ou d'amplitude de la variation diurne, de même que la différence d'heure locale à la station et à l'observatoire, interviennent peu. De plus, comme les deux ensembles de mesures, dans chaque station, sont situés l'un en début de matinée, l'autre en fin d'après-midi, il arrive souvent qu'au moins l'une des séries de mesures correspondant à chacun des éléments ait été effectuée par situation magnétique calme.

Finalement, après avoir tiré parti du nombre de déterminations de la différence  $(E_{S,t} - E_{O,t})$ , on arrive à la conclusion que l'incertitude portant sur la valeur définitive du terme  $(E_{S,t} - E_{O,t})$  est en général inférieure à :

30" sur  $D$ ,  
 2 nT sur  $H$ ,  
 3 nT sur  $Z$ ,  
 3 nT sur  $F$ .

pour des stations de la France continentale. Ces estimations sont évidemment basées sur la distribution des différentes valeurs  $E_{S,ti} - E_{O,ti}$  dont on dispose en chaque station. On peut admettre que l'incertitude liée à ce terme est légèrement supérieure lorsqu'il s'agit d'une station de Corse (voir remarque).

#### C - Incertitude liée au terme $\bar{E}_{O,1982,5}$

Traditionnellement,  $\bar{E}_{O,1982,5}$  représente la valeur moyenne de l'ensemble des valeurs horaires pour l'année 1982. Pour éliminer de la moyenne l'influence des variations d'agitation, on pourrait songer à déterminer la valeur moyenne à partir des valeurs horaires correspondant aux cinq jours les plus calmes de chaque mois. De même, pour éliminer l'influence de la variation solaire sur la valeur moyenne annuelle, on pourrait prendre pour celle-ci la valeur moyenne calculée sur une valeur horaire de nuit, par exemple la valeur moyenne entre 2h et 3h T.U. Le tableau IV donne les valeurs des différentes moyennes relevées à Chambon pour l'année 1982.

Tableau VI Valeurs moyennes relevées à Chambon pendant l'année 1982

	D	H	Z	F	I
Tous les jours	-4° 03'2	20850	42152	47027	65° 40'9
Jours calmes	-4° 03'9	20861	42148	47028	65° 40'0
Jours agités	-4° 02'4	20831	42159	47025	65° 42'3
Toutes les nuits	-4° 01'8	20858	42151	47029	65° 40'3
Nuits calmes	-4° 02'7	20861	42153	47033	65° 40'2
Nuits agitées	-4° 00'1	20850	42146	47021	65° 40'7

L'incertitude sur  $\bar{E}_{0,1982,5}$  est la même quelle que soit la nature de la valeur moyenne considérée. Elle dépend des moyens mis en oeuvre à l'observatoire et peut être estimée à :

0,1' sur  $\bar{D}_{0,1982,5}$

0,5 nT sur  $\bar{H}_{0,1982,5}$

0,5 nT sur  $\bar{Z}_{0,1982,5}$

0,5 nT sur  $\bar{F}_{0,1982,5}$

#### D - Conclusions

En définitive, nous estimons les incertitudes maximales à :

1' sur  $\bar{D}_{S,1982,5}$

4 nT sur  $\bar{H}_{S,1982,5}$

3,5 nT sur  $\bar{Z}_{S,1982,5}$

4 nT sur  $\bar{F}_{S,1982,5}$

NB - La discussion de la précision de la réduction telle qu'elle est faite ici, qui repose sur l'application successive des formules (1) et (2), n'est pleinement justifiée que si on peut assimiler la valeur moyenne annuelle du champ observé à la valeur moyenne annuelle du champ d'origine interne soumis à la variation séculaire proprement dite. On sait qu'il n'en est pas strictement ainsi (cf. tableau VI). On pourrait utiliser directement et uniquement la formule (2).

Nous conservons cette façon de faire par souci d'homogénéité avec les rédactions précédentes.

Remarque - A Bonifacio (Corse) un rayonnement électromagnétique puissant (semaphore) perturbe les mesures de F. Malgré la multiplication de ces mesures, l'incertitude est plus élevée que dans les autres stations. On peut l'estimer à 10 nT sur  $\bar{F}_{S,1982,5}$ , 10 nT sur  $\bar{Z}_{S,1982,5}$  et 5 nT sur  $\bar{H}_{S,1982,5}$ .

#### Remarque sur l'appareillage

Le théodolite à vanne de flux I.P.G. Paris/I.P.G. Strasbourg a pour élément de base le théodolite Zeiss 010A, théodolite "à seconde". Son utilisation a permis d'améliorer très nettement la précision des mesures sur le terrain (un facteur 3 pour Z et D par rapport aux campagnes précédentes). De plus le théodolite 010A a des performances remarquables pour ce qui est des déterminations géodésiques et astronomiques : 20" pour une détermination d'orientation par le Soleil... Le mode de dépouillement et de calcul a également apporté un progrès très sensible. Ce gain ne se reporte pas entièrement sur les valeurs réduites définitives en raison de l'erreur due à l'inhomogénéité des variations transitoires, évidemment indépendante de l'appareillage. Il reste appréciable comme le montre la comparaison des incertitudes résultantes estimées en 1977 et 1982 :

	1977	1982
D	2,5'	1'
H	7	4 nT
Z	-	3,5 nT
F	7 nT	4 nT

#### IV - Campagne de 1980

En 1977 ((1) pp. 5 et 6), on notait que certaines stations étaient dégradées et qu'il était urgent d'y remédier sous peine de perdre le bénéfice des mesures antérieures. Nous avons donc effectué une mission d'une dizaine de jours en juillet 1980 (D. Gilbert et L. Parmentier) et visité les stations de Clarens (CLA), Nuret-le-Ferron (NUR), Rieupeyroux (RIE), St Emilion (SAI), Salon-la-Tour (SAL).

Les stations de (SAL) et (RIE) avaient été réoccupées sans grand espoir en 1977. Par suite de constructions intempestives dans l'environnement proche - réserve d'eau en béton armé ou antenne de télécommunication -, les résultats de 1977 se sont effectivement révélés inutilisables. Les stations de (NUR), (SAI) et (CLA) avaient été signalées à notre attention pour des raisons diverses : borne renversée ou déplacée (CLA et NUR), constructions d'habitation en cours à proximité (SAI).

Nous avons créé à SAL et RIE des stations auxiliaires P1. Chaque station P1 a été choisie d'une part assez éloignée de la station antérieure PO pour être en dehors du champ d'anomalie affectant celle-ci (on s'en est assuré grâce à une prospection à l'aide du magnétomètre à protons), d'autre part assez rapprochée pour que l'on puisse viser PO de P1 et P1 de PO ainsi que les repères géodésiques habituels. On a ainsi transporté en P1 les azimuts connus en PO. A (SAL), nous avons de plus choisi une autre borne PO<sub>1</sub> dans le voisinage de PO et effectué des séries de mesures alternativement aux deux stations P1 et PO<sub>1</sub>.

A (CLA) nous avons remis la borne en place en la recalant dans son empreinte et nous avons confirmé cette remise en place par des visées de soleil.

Dans toutes ces stations, nous avons effectué des séries de mesures magnétiques en utilisant sensiblement le mode opératoire décrit plus haut. Les résultats correspondants sont consignés dans le tableau VII.

TABLEAU VII

FRANCE - Stations de répétition											
Service responsable : Institut de Physique du Globe de Paris											
Code	Station	D	F	H	Z	X	Y	I	F1	F2	Alt. (m)
Instrument											
		Théodolite à vanne de flux		Magnétomètre à protons		Théodolite à vanne de flux et magnétomètre à protons					
Comparaisons effectuées à Chambon-la-Forêt											
Précision		10"		0,5 nT		1 nT					

#### REDUCTION DES OBSERVATIONS

Toutes les mesures de D, H et F ont été réduites à l'aide des données de l'observatoire de Chambon-la-Forêt  
Epoque - 1980,5

Les observations précédentes ont été effectuées en 1977

Code	Station	-D	H	Z	X	Y	I	F1	F2	L	λ	Alt. (m)
CLA	CLARENS	4° 24'4"	23411	38719	23342	1799	58° 50'5"	45246	45247	43° 09'3"	0° 24'3" E	563
NUR	NURET LE FERRON	4° 19'6"	21615	41209	21553	1630	62° 19'3"	46534	46534	46° 40'4"	1° 28'4" E	172
RIE	RIEUPEYROUX (P1)	3° 53'8"	22846	39580	22793	1552	60° 00'3"	45700	45700	44° 18'0"	2° 13'9" E	800
SAI	ST EMILION	4° 46'6"	22531	39877	22453	1876	60° 32'0"	45802	45802	44° 15'9"	0° 08'7" W	14
SAL	SALON LA TOUR (P1)	4° 17'2"	22195	40331	22133	1659	61° 10'5"	46035	46035	45° 29'8"	1° 31'7" E	456
SAL	SALON LA TOUR (2)	4° 12'0"	22222	40379	22162	1627	61° 10'5"	46090	46090	45° 27'6"	1° 30'7" E	491

(P1) station auxiliaire proche

(2) nouvelle station sur borne I.G.N. ; lieudit St Ybard

### V - Etat du réseau

Dans le fascicule n° 35 (campagne 1977) l'urgence de mesures conservatoires était soulignée. Certaines de ces mesures ont été prises en 1980 (§ IV), d'autres en 1982. Elles sont résumées ci-après.

- a/ SALON-LA-TOUR (SAL) Nouvelle station créée sur la borne IGN n° 14 du répertoire 21-33 UZERCHE lieudit St Ybard à 4 km au SSW de SAL.
- RIEUPEYROUX (RIE) Nouvelle station créée sur la borne IGN n° 23 du répertoire 23-39 Rieupeyroux lieudit Les Martres à 45 km au NE de RIE.
- BIONVILLE (BIO) Nouvelle station créée sur la borne IGN n° 2 du répertoire 35-13 St Avold à 10 mètres au NW de la borne I.P.G.
- GARCHY (GAR) Rattachement de la borne IPG et du pilier de mesures absolues du Centre de Recherches Géophysiques.
- LEON (LEO) Les mesures nécessaires ont été prises pour assurer la protection de cette borne en calcaire située dans un terrain de camping.

Certaines mesures restent à prendre dans les stations suivantes :

#### b/ Mesures conservatoires non urgentes

- SEGLIEN (SEG) Remplacer la borne de calcaire qui est dégradée. Vérifier les azimuts des clochers de Silfiac et Seglien par un orientation sur le soleil.
- MAISONS-LES-SOULAINES Redresser la borne et demander aux autorités départementales concernées la construction d'un terrain d'accès sur le fossé (RD n° 74).

<u>CALENZANA</u>	(CAL)	Remplacer les piquets de bois protégés par des cairns actuellement en place par des bornes définitives en pierre dure.
<u>QUINZENA</u>	(QUI)	

#### c/ Mesures urgentes

<u>NANTES</u>	(NAN)	Créer une station de remplacement. La borne IGN n° 39 du répertoire Nantes 12-23 semble convenir.
<u>ST EMILION</u>	(SAI)	Créer une nouvelle station, borne à rechercher
<u>NURET-LE-FERRON</u>	(NUR)	Créer une nouvelle station, borne à rechercher
<u>BIGUGLIA</u>	(BIG)	Créer une nouvelle station, borne à rechercher
<u>BONIFACIO</u>	(BON)	Créer une nouvelle station, borne à rechercher

## VI - La Variation séculaire du champ magnétique terrestre en France, entre les époques 1977,5 et 1982,5

Nous avons reporté sur deux figures la variation séculaire des sept éléments du champ magnétique terrestre relevée entre les époques 1977,5 et 1982,5 dans les stations du réseau français de répétition :  $\Delta D$ ,  $\Delta F$ ,  $\Delta H$  et  $\Delta I$  sur la figure 1,  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$  sur la figure 2.

On voit sur ces cartes que la variation séculaire de H augmente régulièrement du Nord-Est (28 nT à Hagenbach) au Sud-Ouest (75 nT à Léon), tandis que la variation séculaire de Z diminue du nord-Est (100 nT à Bionville) au Sud-Ouest (18 nT à Léon). Cette inversion dans les distributions respectives des variations séculaires de H et de Z fait que, si la distribution de la variation de F ressemble à celle de Z, la différence entre le Nord-Est et le Sud-Ouest est plus faible : 107 nT à Bionville, 54 nT à Léon.

D'une manière générale, la régularité de la distribution de la variation séculaire sur le territoire français métropolitain apparaît particulièrement bien sur la figure 2 où nous avons adopté la représentation usuelle : la variation séculaire de Z est traduite par des courbes d'égale variation, isopores de Z, et la variation séculaire dans le plan horizontal par les vecteurs  $\Delta \vec{h} = (\Delta X, \Delta Y)$  (ou  $\alpha, \Delta h$  ; cf. tableau VI). L'examen attentif des figures 1 et 2 montre que les estimations d'incertitudes faites dans le paragraphe précédent sont effectivement surévaluées.

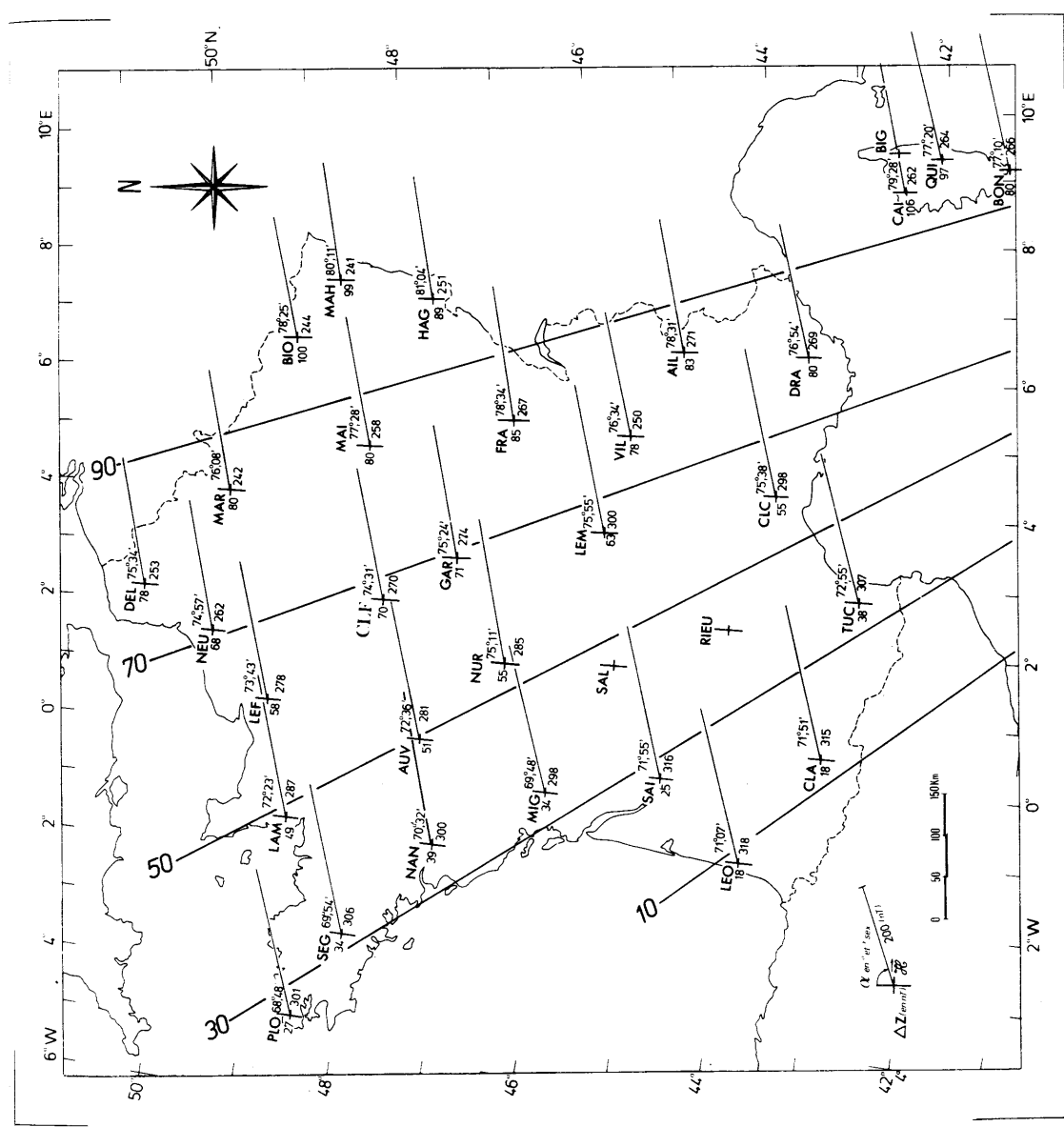
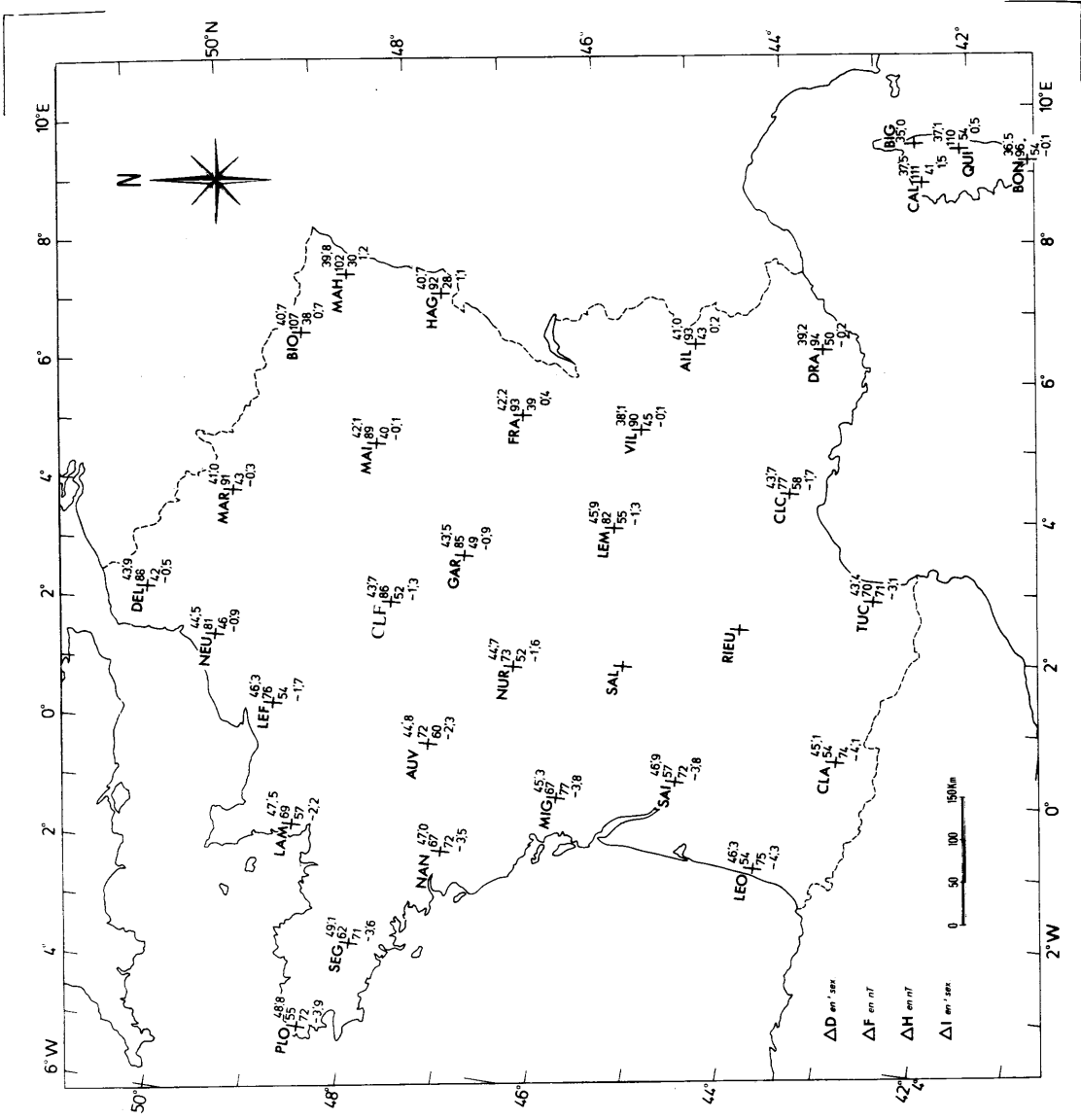
On observe que le taux de la variation de la déclinaison qui avait subi une accélération après 1969 (5)(6) augmente plus lentement au cours de l'intervalle de temps 1977-1982 qu'il n'avait augmenté au cours du précédent intervalle de cinq ans.

Nous remercions Marie-Annick LE MOUËL, Eloi LE MOUËL, Léone GILBERT et Victor ANDRIAMPANANA pour leur aide pendant une partie de la campagne de mesures, Jacqueline WERMELINGER pour l'exécution du mémoire et Gisèle DUPIN pour l'exécution des cartes.

## LEGENDES DES FIGURES

Fig. 1 - Variation séculaire des éléments D, F, H et I dans les stations de répétition entre les époques 1977,5 et 1982,5.

Fig. 2 - Variation séculaire des composantes horizontale  $\vec{h}$  et verticale Z dans les stations de répétition entre les époques 1977,5 et 1982,5. On a reporté le vecteur  $\Delta \vec{h}$  ( $\Delta X, \Delta Y$  ou  $\Delta h, \alpha$ ), la valeur  $\Delta Z$  et les isopores de la composante verticale.





TABLEAUX

- Ia - Comparaison des magnétomètres à protons
- Ib - Différence QHM - étalon Chambon-la-Forêt
- II - Résultats 1982,5 - Stations de répétition fondées en 1947
- III - Résultats 1982,5 - Stations complémentaires
- IV - Déclinaisons et écarts pour les années 1967,5 - 1972,5 - 1977,5 et 1982,5. Les stations sont classées par longitudes croissantes
- V - Ecarts des éléments  $\Delta F$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta Z$ ,  $\Delta I$ ,  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta \vec{h}$  et  $\alpha$  pour les années 1967,5 - 1972,5 - 1982,5. Les stations sont classées par latitudes décroissantes
- VI - Valeurs moyennes relevées à Chambon-la-Forêt pendant l'année 1982
- VII - Campagne 1980,5

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - V. COURTILLOT, J.L. LE MOUËL et B. LEPRETRE, 1978, Réseau magnétique de répétition de la France, campagne 1977, Observations magnétiques, IPG Paris, fasc. 35, 28 p.
- 2 - E. LE BORGNE et J.L. LE MOUËL, 1974, Réseau magnétique de répétition de la France - Campagne 1972, Observations magnétiques, IPG de Paris, fasc. 14, 21 p.
- 3 - E. LE BORGNE et J.L. LE MOUËL, 1969, Les stations de la France métropolitaine pour le Levé Magnétique Mondial, Annales de l'IPG de Paris, XXXV, p. 225.
- 4 - E.H. VESTINE, 1961, Manuel d'opérations pour le Levé Magnétique Mondial, U.G.G.I. - I.A.G.A., Monographie n° 11.
- 5 - V. COURTILLOT et J.L. LE MOUËL, 1978, Secular variation in France in the last 25 years, EOS Trans. Am. Geophys. U., vol. 59, p. 268 ;
- 6 - V. COURTILLOT, J. DUCRUIX et J.L. LE MOUËL, 1978, Sur une accélération récente de la variation séculaire du champ magnétique terrestre, Comptes Rendus Acad. Sci. Paris. D, 287, 1095-1098.

TABLE DES MATIERES

	Pages
Résumé/Abstract.....	1
Réoccupation des stations de répétition en 1982	
<b>I</b> <u>EXECUTION DES MESURES</u> .....	<b>3</b>
A - Contrôle des appareils à l'Observatoire de Chambon-la-Forêt	
B - Exécution des mesures sur le terrain	
C - Réduction des observations	
<b>II</b> <u>PRESENTATION DES RESULTATS</u> .....	<b>8</b>
A - tableaux II : Stations de répétition	
B - tableaux III : Stations complémentaires	
C - tableau IV : Déclinaisons par longitudes croissantes (1967 à 1982)	
D - tableau V : Eléments $\Delta F$ , $\Delta H$ , $\Delta Z$ , $\Delta I$ , $\Delta X$ , $\Delta Y$ , $\Delta h$ , $\alpha$ Années 1967,5, 1972,5, 1977,5, 1982,5 Stations classées par latitudes décroissantes	
<b>III</b> <u>DISCUSSION DES RESULTATS</u> .....	<b>17</b>
A - Incertitude liée au terme ( $\Delta E_0 - \Delta E_S$ )	
B - Incertitude liée au terme ( $E_{S,t} - E_{0,t}$ )	
a/ Erreurs de mesures à la station S	
b/ Erreurs de mesures à l'observatoire 0	
c/ Erreurs de réduction des variations transitoires	
C - Incertitude liée au terme $\bar{E}_0$ , 1982,5 Tableau V - valeurs moyennes relevées à Chambon en 1982	
D - Conclusions et remarques	

<b>IV</b> <u>CAMPAGNE 1980</u> .....	<b>23</b>
Tableau VI - résultats	
<b>V</b> <u>ETAT DU RESEAU</u> .....	<b>25</b>
a/ Mesures prises en 1980 et 1982	
b/ Mesures conservatoires non urgentes	
c/ Mesures conservatoires urgentes	
<b>VI</b> <u>LA VARIATION SECLAIRE DU CHAMP MAGNETIQUE TERRESTRE EN ..</u> <u>EN FRANCE ENTRE LES EPOQUES 1977,5 et 1982,5</u>	<b>27</b>
A - <u>Figures</u> :	
.Figure 1 :      Variation séculaire des éléments D,F,H,I	
.Figure 2 :      Variation séculaire des éléments Z, $\vec{h}$ et $\alpha$	
B - <u>Légende des Figures</u> .....	<b>28</b>
LES TABLEUX .....	<b>31</b>
BIBLIOGRAPHIE .....	<b>32</b>
TABLE DES MATIERES .....	<b>33</b>