

RESEAU MAGNETIQUE DE REPETITION DE LA FRANCE : RESULTATS DE  
LA CAMPAGNE 1967 - VARIATION SEculaire ENTRE 1947 et 1967

par

E. Le Borgne, J.L. Le Mouël et J.C. Rossignol

Afin de connaître la distribution de la variation séculaire sur le territoire de la France, un réseau de stations de répétition a été établi en 1947 par E. Selzer et E. Thellier (1). Ce réseau comprenait treize stations auxquelles vinrent s'ajouter en 1953 deux stations créées en Corse par A. Cecchini, G. et N. Jobert, E. Selzer (2).

Des mesures ont été faites régulièrement dans toutes ces stations depuis leur création ; elles ont été rapportées aux époques 1948,0 (1), 1953,0 (3), 1958,0 (4), 1963,0 (5).

En 1965, pour répondre aux recommandations internationales en vue de la réalisation d'un Levé Magnétique Mondial, treize stations complémentaires ont été établies en France continentale (en prévision de ce levé, deux stations complémentaires avaient été créées en Corse lors de la campagne de 1963). A cette occasion des mesures ont été faites également dans les stations de répétition continentales et tous les résultats ont été rapportés à l'époque 1965,0 (6).

Toutes les stations de la France continentale et de la Corse, stations initiales et stations complémentaires, ont été réoccupées en 1967 pour reprendre la périodicité de cinq ans commencée en 1947 et, surtout, pour faciliter le raccordement des cartes aéromagnétiques réalisées en 1964-1965 au-dessus de la France continentale et en 1966-1967 au-dessus de la Méditerranée occidentale. Au cours de cette campagne, une station complémentaire a été créée à Marlenheim, en Alsace.

Dans cette note, nous donnons les résultats de ces mesures rapportées à l'époque 1967,5. De plus, disposant maintenant d'observations réparties sur un intervalle de vingt ans, il nous a paru intéressant de rechercher les conclusions qui s'en dégagent en ce qui concerne la distribution de la variation séculaire et l'évolution de cette distribution sur le territoire français.

Exécution des mesures.

Les mesures ont été effectuées au cours de l'été 1967 dans les vingt sept stations de la France continentale, pendant le mois d'octobre 1967 dans les quatre stations de la Corse. On a repris les dispositions retenues en 1965 (6) :

- mesure de la déclinaison, D, au moyen d'un théodolite Chasselon, nouveau modèle ;
- mesure de la composante horizontale, H, au moyen de deux QHM La Cour
- mesure de l'intensité du champ total, F, au moyen d'un magnétomètre à protons.

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

Les théodolites magnétiques et les magnétomètres à protons sont des appareils de mesure absolus, cependant ils peuvent donner des résultats erronés, en particulier parce que les matériaux utilisés dans leur construction ne sont pas suffisamment amagnétiques.

Les théodolites ont été contrôlés à leur sortie d'usine à l'Observatoire de Chambon-la-Forêt.

Les magnétomètres à protons utilisés pendant la campagne Sud Aviation n° 3, Sud Aviation n° 18, Elsec n° 170, ont été comparés au magnétomètre Sud Aviation n° 4 qui enregistre en permanence les variations de F dans une station auxiliaire située sur le terrain de l'Observatoire de Chambon. Les corrections à apporter aux lectures faites sur ces appareils, liées à un effet de cap ou à la fréquence des quartz, sont pratiquement constantes durant une campagne. Par contre, les QHM peuvent être sujets à des dérives et il convient de les contrôler périodiquement. Nous avons résumé dans le tableau I ci-dessous les résultats des contrôles effectués sur les QHM utilisés, avant, pendant et après la campagne.

TABLEAU I

Différences Etalon Chambon-QHM

QHM 373	{	7 et 8 juin 1967	- 24,6	p
		14 juillet 1967	- 28,9	
		5 octobre 1967	- 27,4	
QHM 615	{	1 et 2 juillet 1967	+ 1,0	
		22 et 23 juillet 1967	+ 1,8	
		7 octobre 1967	+ 1,0	
		25 et 26 octobre 1967	+ 2,8	

QHM 616	{	27 juin 1967	+ 2,8
		20 et 22 juillet 1967	+ 2,0
		23 septembre 1967	+ 2,3
		6 et 31 octobre 1967	+ 6,0
QHM 617	{	7 et 8 juin 1967	- 7,6
		14 juillet 1967	- 6,6
		6 octobre 1967	- 5,6
		24 et 25 octobre 1967	- 4,1

Exécution des mesures sur le terrain.

Dans chaque station, on commence par faire, à l'aide du magnétomètre à protons, une prospection autour de la borne pour vérifier qu'il n'y a pas de corps perturbateur dans son voisinage, puis on procède aux mesures proprement dites.

1°/ Une série de 10 lectures, espacées de 30 secondes, sur le magnétomètre à protons, au-dessus de la borne, la sonde étant placée à la hauteur de l'aimant du théodolite et du QHM. -La sonde du magnétomètre à protons est ensuite installée en un point P, à une quinzaine de mètres de la borne ; des lectures effectuées périodiquement sur le magnétomètre permettent de suivre ainsi, sur place, l'évolution de la situation magnétique ; un rattachement entre la borne et la station auxiliaire P permet, en outre, d'utiliser ces lectures pour la détermination de F sur la borne-.

2°/ Une série de 2 mesures complètes de D en utilisant successivement les deux barreaux.

3°/ Une série de 8 mesures complètes de H, 4 mesures avec chacun des deux QHM.

4°/ Une série de 10 lectures, espacées de 30 secondes, sur le magnétomètre à protons dont la sonde a été ramenée au-dessus de la borne.

Cet ensemble d'observations est réalisé deux fois dans chaque station. Pour limiter les erreurs entraînées par la réduction, nous nous sommes efforcés d'effectuer un ensemble de mesures assez tôt dans la matinée et un autre ensemble assez tard dans l'après-midi de manière que les observations se situent en dehors de la partie principale de la variation diurne.

Réduction des observations.

Les mesures, effectuées de juin à octobre 1967, ont été ramenées au 1er juillet 1967 à l'aide des données de l'Observatoire de Chambon-la-Forêt.

Soit  $E_{S,t}$  la valeur observée pour l'élément E, à l'époque t, à la station S,  
 $E_{O,t}$  la valeur observée pour le 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 que

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

c'est-à-dire que les écarts instantanés à la valeur moyenne sont les mêmes à la station S et à l'Observatoire.

La valeur moyenne au 1er juillet 1967,  $E_{S,1967,5}$  s'obtient ensuite en admettant en outre que la variation séculaire entre l'époque t et le 1er juillet est la même à la station S et à l'Observatoire O. On a donc

$$\bar{E}_{S,1967,5} = \bar{E}_{O,1967,5} + (E_{S,t} - E_{O,t})$$

Les hypothèses qui sont à la base de cette réduction sont plus ou moins justifiées suivant la situation géographique de la station par rapport à l'observatoire O ; nous reviendrons sur ce problème lors de la discussion des résultats. Par contre, il est évident que l'erreur provenant de la non uniformité de la variation séculaire sur l'étendue du territoire sera d'autant plus faible que l'époque t sera plus rapprochée de l'époque retenue pour la réduction, c'est pourquoi nous avons adopté l'époque 1967,5.

Dans chaque station S nous disposons pour chacun des éléments, D, H, F, de plusieurs séries de valeurs réparties sur différentes heures d'un même jour ou de deux jours consécutifs. Les valeurs correspondantes des éléments à Chambon sont relevées sur les magnétogrammes La Cour normaux pour D et H et sur l'enregistrement fourni par un magnétomètre à protons pour F. Nous obtenons ainsi, pour chaque élément, plusieurs valeurs de la différence  $E_{S,t} - E_{O,t}$  du fait de l'incertitude expérimentale qui affecte chacune des valeurs  $E_{S,t}$  et  $E_{O,t}$ , d'une part, et de la non uniformité des variations transitoires sur l'étendue du territoire d'autre part. En nous appuyant sur les magnétogrammes de Chambon, nous sélectionnons, parmi les valeurs obtenues dans chaque station, celles qui sont les moins tributaires des variations transitoires et notamment de la variation diurne.

### Présentation des résultats.

#### Valeurs des éléments magnétiques à l'époque 1967,5.

Nous avons adopté la présentation préconisée par le Manuel d'opérations pour le Levé Magnétique Mondial (7). Les valeurs relatives aux premières stations de répétition sont rassemblées dans le tableau II et les valeurs relatives aux stations complémentaires dans le tableau III. (D'après le Manuel la précision estimée de l'instrument est caractérisée par le symbole "C" quand il s'agit d'appareils classiques tels que le théodolite magnétique ou le QHM).

#### Remarque.

Par suite de l'installation d'une ligne de transport d'énergie électrique à haute tension (30 000 volts) à proximité de la station de Biguglia, il n'a pas été possible de déterminer la valeur de F dans cette station au moyen d'un magnétomètre à protons de type Elsec.

#### Description des stations.

Les premières stations de répétition ont été décrites dans les Annales de l'Institut de Physique du Globe de Paris (1), (2).

Les stations complémentaires créées en France continentale ont été établies sur des bornes géodésiques (6) ; il en a été de même pour la station créée en 1967 à Marlenheim. La description ci-dessous est extraite du Répertoire des coordonnées et altitudes des points géodésiques établi et publié par l'Institut Géographique National.

Station de Marlenheim (Bas-Rhin) (67)

Point n° 66 - Feuille SAVERNE XXXVII - 15 édition 1958

Coordonnées :  $\lambda = 7^{\circ}28'9''_{EG}$        $\varphi = 48^{\circ}37'8''$  altitude 369 m

Lambert I : X = 978 910      Y = 116225

Borne gravée TP sur la face Sud sur le culminant de MARLENBERG, à 1 km 1 - N-O de MARLENHEIM.

Repères

Clocher de WESTHOFFEN, Point n° 49, Azimut  $221^{\circ}19'02''$

Clocher de WASSELONNE, Point n° 270, Azimut  $286^{\circ}53'47''$

## Pays FRANCE stations de répétition

Service responsable : Institut de Physique  
du Globe de Paris

	D	F	H
Instrument	Théodolite Chasselon	Magnétomètre à protons	Q.H.M.

Comparaisons effectuées à Chambon-la-Forêt.

Précision estimée de l'instrument "C" 1 gamma "C"

## REDUCTION DES OBSERVATIONS

Toutes les mesures D, H, F ont été réduites à l'aide des données de l'Observatoire de Chambon-la-Forêt

Epoque 1967,5

STATIONS	$\varphi$	$\lambda$	Date	D	F	H	Z	I	Altitude en mètres	Date des observations antérieures
CHAMBON-LA-FORET 45	48°01'4	2°15'6 E		5°45'6	0,46652	0,20495	0,41909	63°56'5	145	observatoire
BIGUGLIA 20 R	42°37'1	9°25'4 E	11 et 12 /10/1967	2°19'6		0,23594			100	1963
BIONVILLE 57 R	49°06'5	6°20'6 E	28 et 29 /09/1967	4°00'9	0,46935	0,20043	0,42440	63°43'2	280	1965
BONIFACIO 20 R	41°22'2	9°10'8 E	15 et 16 /10/1967	2°22'5	0,44770	0,24166	0,37688	57°19'9	20	1963
DRAGUIGNAN 83 P	43°33'9	6°24'6 E	9 et 10 /07/1967	3°28'1	0,45269	0,22871	0,39067	59°39'2	450	1965
FRANGY 71 R	46°43'5	5°18'9 E	5 /07/1967	4°11'5	0,46241	0,21261	0,41063	62°37'6	193	1965
GARCHY 58 R	47°17'5	3°04'3 E	3 et 4 /07/1967	5°35'1	0,46328	0,20936	0,41328	63°08'0	190	1965

TABLEAU II (Suite)

LEON 40 R	43°54'2	1°18'7 W	6 et 7 /07/1967	6°44'6	0,45194	0,22587	0,39145	60°00'9	6	1965
MARLE 02 R	49°45'0	3°54'1 E	26 et 27 /09/1967	5°03'4	0,47133	0,19759	0,42791	65°12'9	165	1965
MIGRE 17 R	46°05'7	0°34'4 W	3 et 4 /07/1967	6°43'5	0,45935	0,21490	0,40598	62°06'4	80	1965
NANTES 44 R	47°14'8	1°33'6 W	18 et 19 /07/1967	7°10'1	0,46273	0,20872	0,41298	63°11'3	35	1965
NEUFCHATEL 76 R	49°47'8	1°30'7 E	22 et 23 /07/1967	6°20'2	0,47047	0,19610	0,42765	65°22'0	230	1965
RIEUPEYROUX 12 R	44°18'0	2°13'9 E	10 /07/1967	5°18'6	0,45392	0,22452	0,39450	60°21'3	800	1965
SEGLIEN 56 R	48°05'3	3°11'1 W	2 et 3 /10/1967	8°12'5	0,46552	0,20434	0,41827	63°57'8	226	1965
TUCHAN 11 R	42°52'5	2°45'6	12 et 13 /07/1967	4°54'1	0,44924	0,23227	0,38453	58°52'0	313	1965
VILLENEUVE-DE-MARC 38 R	45°27'8	5°08'8 E	7 et 8 /07/1967	4°17'4	0,45835	0,21892	0,40269	61°28'2	480	1965

Pays : FRANCE Stations de répétition complémentaires  
 Service responsable : Institut de Physique du Globe de Paris

Toutes les mesures D, H, F ont été réduites à l'aide des données de l'Observatoire de Chambon-la-Forêt

	D	F	H
Instrument	Théodolite Chasselon	Magnétomètre à protons	Q. H. M.

Comparaisons effectuées à Chambon-la-Forêt

Précision estimée de l'instrument	"C"	I gamma	"C"
-----------------------------------	-----	---------	-----

Epoque 1967,5

STATIONS	$\varphi$	$\lambda$	Date	D	F	H	Z	I	Altitude en mètres	Date des observations antérieures
AUVERSE 49	47°29'4	0°04'6	4 et 5 /10/1967	6°26'0 <sup>W</sup>	0,46393	0,20701	0,41518	63°29'9	86	1965
CALENZANA 20	42°31'2	8°52'2	18 /10/1967	2°39'3	0,44986	0,23488	0,38367	58°31'5	280	1963
CLARENS 65	43°09'3	4°14'3	8 et 9 /07/1967	5°53'6	0,44973	0,22995	0,38650	59°14'9	563	1965
CLARENSAC 30	43°50'3	4°14'0	11 et 12 /07/1967	4°26'4	0,45284	0,22742	0,39159	59°51'2	207	1965
DELETTES 62	50°35'8	2°13'9	24 et 25 /07/1967	6°05'8	0,47302	0,19263	0,43202	65°58'1	131	1965
HAGENBACH 68	47°38'4	7°09'2	13 et 14 /06/1967	3°37'5	0,46599	0,20803	0,41698	63°29'1	318	1965
LA MEUR-URQUIERE 50	48°51'2	1°24'7	20 et 21 /07/1967	7°29'9	0,46803	0,20059	0,42287	64°37'3	125	1965

8

TABLEAU III (Suite)

LE FAVRIL 27	49°10'8	0°31'1	21 et 22 /07/1967	6°28'8	0,46930	0,19979	0,42465	64°48'2	173	1965
LE MONESTIER 63	45°40'8	3°35'9	6 et 7 /07/1967	4°50'3	0,45892	0,21766	0,40402	61°41'2	634	1965
MAISONS LES SOULAINES 10	48°17'8	4°46'4	12 et 13 /06/1967	4°44'5	0,46744	0,20502	0,42008	63°59'1	280	1965
MARLENHEIM	48°37'8	7°28'9	15 et 16 /06/1967	4°43'2	0,46973	0,20325	0,42348	64°21'7	359	
NURET-LE FERRON 36	46°40'4	1°28'4	12 et 13 /07/1967	5°47'8	0,46201	0,21238	0,41030	62°38'0	172	1965
PLOUDAL-MEZEAU 29	48°30'6	4°38'8	29 et 30 /09/1967	8°58'1	0,46695	0,20202	0,42099	64°21'9	66	1965
QUINZENA 20	42°06'6	9°19'9	13 et 14 /10/1967	2°14'1	0,44741	0,23708	0,37943	58°00'1	400	1963
SAINTE-BAILLON 33	44°51'9	0°08'7	5 et 6 /07/1967	6°19'9	0,45525	0,22137	0,39780	60°54'3	14	1965
SALON LA TOUR 19	45°29'8	1°31'7	11 et 12 /07/1967	5°43'8	0,45723	0,21805	0,40189	61°31'0	456	1965

Clocher de ROMANSWILLER, Point n° 257, Azimut 287°13'59"

Clocher de CRASTATT, Point n° 264, Azimut 308°40'19"

### Discussion des résultats.

La valeur réduite à l'époque 1967,5 de l'élément E à la station S,  $E_{S,1967,5}$ , est obtenue, cf. p. 4, par la relation :

$$\bar{E}_{S,1967,5} = \bar{E}_{O,1967,5} + (E_{S,t} - E_{O,t}) + (\Delta E_O - \Delta E_S)$$

$\Delta E_O$  et  $\Delta E_S$  représentant la variation séculaire de l'élément E à Chambon et à la station S entre l'époque t et le 1er juillet 1967. L'examen des variations séculaires de D, F, H sur l'ensemble de la France montre que l'on peut négliger le terme  $(\Delta E_O - \Delta E_S)$  si l'intervalle entre l'époque t et le 1er juillet ne dépasse pas deux ou trois mois.

La précision des valeurs réduites a été discutée dans le compte-rendu de la campagne 1965 (6). De cette discussion, il résulte que l'incertitude est de l'ordre de

- 1 à 2 minutes sur  $\bar{D}_{S,1967,5}$
- 3 à 6 gammas sur  $\bar{F}_{S,1967,5}$
- 4 à 8 gammas sur  $\bar{H}_{S,1967,5}$

suivant la position géographique de la station S par rapport à Chambon.

Lorsqu'on compare les variations séculaires dans les observatoires périphériques, Dourbes, Logrono, Hartland, et dans les stations françaises voisines, il apparaît que les incertitudes ci-dessus sont plutôt surestimées.

### La variation séculaire en France et dans le Sud Ouest de l'Europe.

#### La variation séculaire en France entre les époques 1953,0 et 1967,5.

Nous avons reporté sur la figure 1 la variation séculaire des éléments D, F, H, I relevée entre les époques 1963,0 et 1967,5 dans les stations du réseau français de répétition et sur la figure 2 la variation séculaire de Z pendant la même période.

On remarque que les variations séculaires de D et de F ont été à peu près uniformes sur l'ensemble de la France ; la variation séculaire de H est notablement plus élevée à l'Ouest qu'à l'Est (138  $\nu$  à Séglien, 89  $\nu$  à Bionville), tandis que la variation séculaire de Z est plus élevée à l'Est qu'à l'Ouest (+59  $\nu$  à Bionville, -6  $\nu$  à Léon). En définitive,

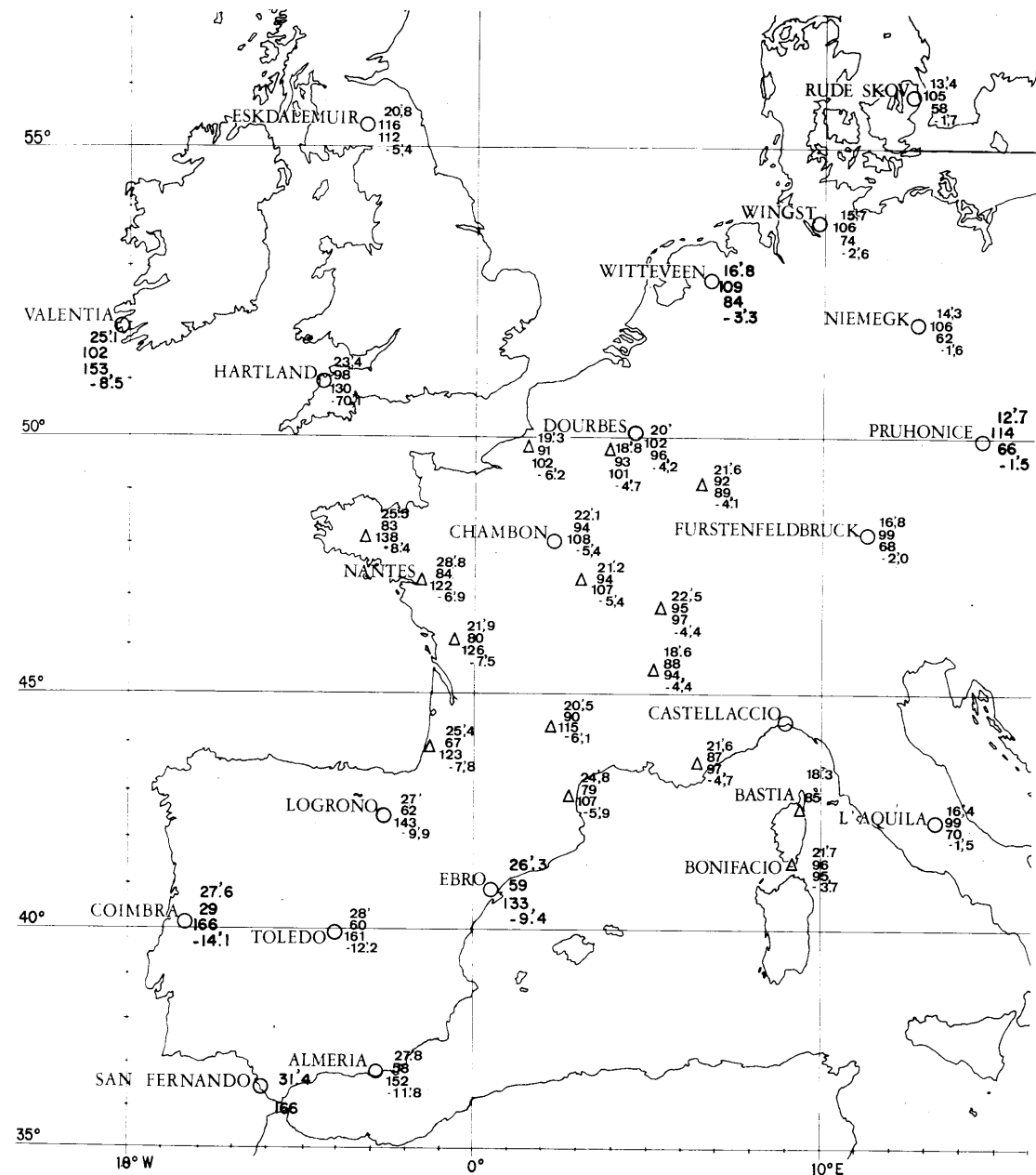


Fig. 1

Variation séculaire des éléments D, F, H, I  
entre les époques 1963,0 et 1967,5

la variation séculaire en France correspond à une variation à peu près uniforme du module du vecteur champ et de la déclinaison et à une variation non uniforme de l'inclinaison qui diminue plus vite à l'Ouest qu'à l'Est (-8'4 à Séglien, -4'1 à Bionville).

Ces caractères de la variation séculaire en France, qui avaient déjà été relevés par E. Selzer dès qu'il eut réalisé la deuxième campagne de mesures dans les stations de répétition (3), se manifestent d'une manière continue depuis la création du réseau.

Sur la figure 2 nous avons adopté la représentation conventionnelle de la variation séculaire, représentation analogue à celle qui est utilisée pour décrire la distribution du champ non dipôle : 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 des vecteurs  $\Delta \vec{H}$ ,  $\Delta \vec{H} = \Delta X + \Delta Y$  ( $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$  étant exprimés en gammas).

La profondeur des sources de la variation séculaire entraîne que les courbes isopores s'organisent sur des zones étendues de la surface du Globe. Ceci nous a conduits à compléter les données recueillies dans les stations françaises de répétition par les données fournies par les observatoires des pays voisins, c'est-à-dire à cartographier la variation séculaire dans le Sud-Ouest de l'Europe.

La variation séculaire dans le Sud Ouest de l'Europe en 1965:

La figure 2 montre que les courbes isopores  $\Delta Z$  que l'on peut tracer à partir des données recueillies dans les stations françaises s'insèrent bien dans le canevas plus général des courbes que l'on peut tracer à l'aide des données des observatoires : on ne relève pas d'anomalie locale de la variation séculaire sur le territoire français.

On peut également comparer les variations séculaires observées dans les stations de répétition aux variations séculaires indiquées sur les cartes des éléments magnétiques établies pour l'époque 1965,0 par l'U.S. Naval Oceanographic Office. En ce qui concerne les isopores de Z, le Sud Ouest de l'Europe se place entre un maximum (-200  $\gamma$ /an) situé sous le tropique du Cancer au milieu de l'Atlantique et un maximum (+ 50  $\gamma$ /an) centré sur l'Ukraine. Il en résulte que, dans nos régions, les isopores de Z ont une faible courbure et sont orientées grossièrement NW-SE. Sur la carte  $Z_{1965,0}$ , l'isopore  $\Delta Z = 0$  passe dans le voisinage de Gibraltar tandis que l'isopore observée  $\Delta Z = 0$  passe par le milieu des Pyrénées. D'une manière générale, les isopores réelles sont décalées vers le Nord Est par rapport aux

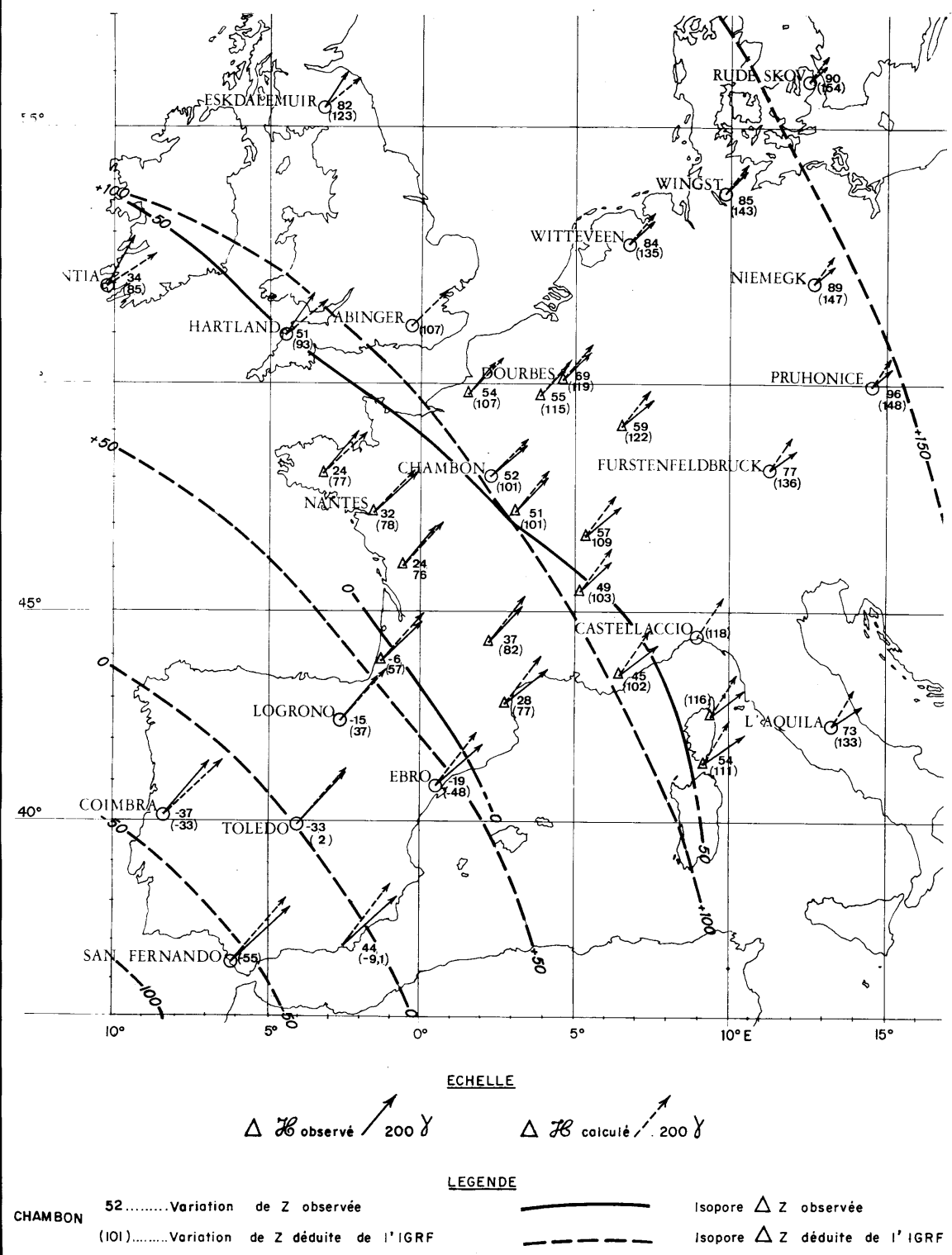


Fig. 2  
 Variation séculaire des composantes verticales Z et horizontale  $\vec{H}(x, y)$  entre les époques 1963,0 et 1967,5

isopores de la carte : sur le territoire français, la vitesse réelle de la variation séculaire de Z est plus petite que la vitesse indiquée sur la carte.

En ce qui concerne les isopores de H, la carte  $H_{1965,0}$  indique que le Sud Ouest de l'Europe se place au Nord-Est d'un maximum (+ 70  $\gamma$ /an) centré sur l'Atlantique, à l'Ouest des Açores. Les isopores réelles de H sont décalées vers le Nord Est par rapport aux isopores de la carte ; la vitesse de variation de H sur le territoire français est inférieure à la vitesse indiquée par la carte.

Les vitesses de variation de F et de I découlent des vitesses de variation de H et de Z ; la vitesse réelle de variation de F en France est plus petite que celle qui est indiquée sur la carte  $F_{1965,0}$  tandis que la vitesse réelle de variation de I est peu différente de celle qui est indiquée sur la carte  $I_{1965,0}$ . Enfin, les courbes isopores  $\Delta D$  de la carte  $D_{1965,0}$  sont assez voisines de celles que l'on peut tracer à l'aide des données des stations.

Nous avons, aussi, comparé la variation séculaire observée à la variation séculaire déduite de l'IGRF (8) entre les époques 1963,0 et 1967,5. La figure 2 donne les variations  $\Delta Z$  et les vecteurs  $\vec{\Delta Z}$  calculés pour chaque station et chaque observatoire. De plus, nous avons déterminé les variations  $\Delta Z$  aux noeuds d'un quadrillage géographique pour tracer les courbes isopores déduites de l'IGRF. On remarque que les courbes observées sont, ici aussi, décalées vers le Nord-Est par rapport aux courbes calculées, l'isopore calculée  $\Delta Z = 0$  passant dans le voisinage de Tolède : la vitesse de variation séculaire de Z en France est plus petite que celle que l'on déduit de l'IGRF. En ce qui concerne la variation dans le plan horizontal, on remarque sur la figure 2 que le vecteur  $\vec{\Delta Z}$  calculé est peu différent du vecteur  $\vec{\Delta Z}$  observé dans les stations situées suivant une droite orientée NE-SW passant par le milieu de la carte. De part et d'autre de cette ligne médiane la divergence entre les deux vecteurs croît quand on se déplace vers le Nord-Ouest ou vers le Sud-Est.

Le Tableau IV, dans lequel nous avons rassemblé les variations annuelles des éléments à Chambon pour l'époque 1965,0 donne une idée des différences, au centre de la France, entre les trois évaluations.

TABLEAU IV

	$\Delta Z$	$\Delta H$	$\Delta D$	$\Delta F$	$\Delta I$
Variations observées	+ 12 $\gamma$	+ 24 $\gamma$	- 5'	+ 21 $\gamma$	- 1'2
Variations déduites des cartes 1965,0	+ 20	+ 30	- 6'	+ 30	- 1'
Variations déduites de l'IGRF	+ 22	+ 25	- 6'	+ 31	- 0'9

Variations annuelles (1965) à Chambon-la-Forêt

Evolution de la variation séculaire en France depuis la création du réseau de répétition.

Sur les figures 3 et 4, nous avons reporté, suivant la représentation conventionnelle, les variations séculaires observées pendant les intervalles 1953,0 - 1958,0 et 1958,0 - 1963,0 dans les stations de répétition et dans les observatoires du Sud-Ouest de l'Europe.

Pendant la période 1953,0 - 1958,0 la courbe  $\Delta Z = 0$  passe au sud de Logrono, pendant la période 1958,0 - 1963,0 elle passe au nord de cet observatoire et pendant la période 1963,0 - 1967,5 au nord de la station de Léon. On assiste donc, depuis 1953, à un déplacement continu de l'isopore  $\Delta Z = 0$  vers le Nord-Est ; corrélativement, la vitesse de variation de Z a continué de diminuer sur la France tandis qu'elle augmentait sur le Sud-Ouest de la péninsule ibérique. Cependant, le tableau V montre que cette évolution continue ne se manifeste que depuis la période 1953,0 - 1958,0 ; pendant la période 1948,0 - 1953,0, la courbe  $\Delta Z = 0$  passait au Nord de Léon.

Dans le tableau V, nous avons choisi les variations annuelles des éléments dans les stations de Léon et de Bionville pendant les différentes périodes mentionnées. Ces deux stations, situées respectivement au Sud-Ouest et au Nord-Est de la France, ont été retenues parce que, les courbes isopores étant orientées grossièrement NW-SE, les variations qui y sont relevées représentent assez bien les variations extrêmes observées sur le territoire français.

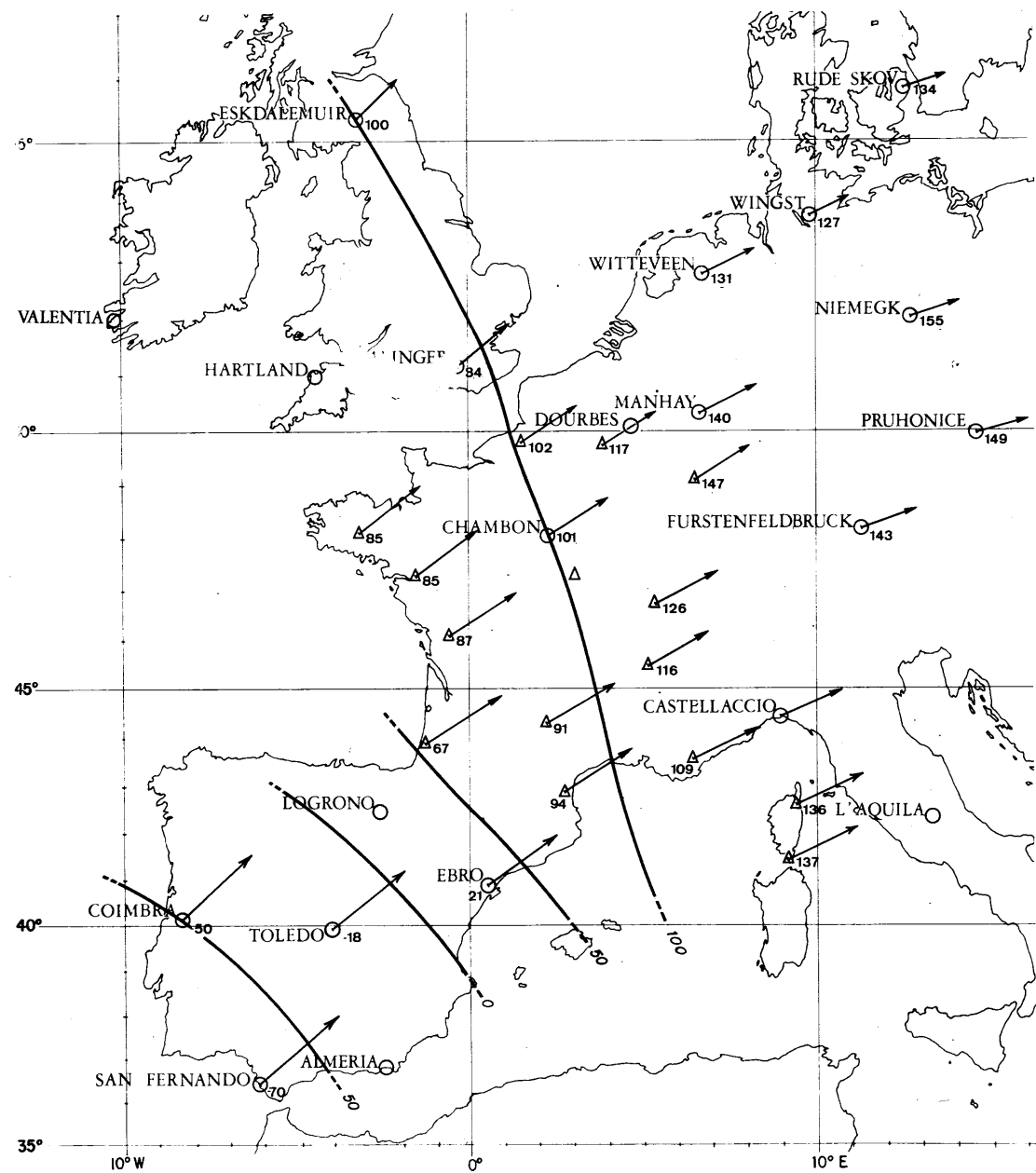
TABLEAU V

	$\Delta Z$		$\Delta H$		$\Delta D$		$\Delta F$		$\Delta I$	
	Léon	Bionville	Léon	Bionville	Léon	Bionville	Léon	Bionville	Léon	Bionville
1948,0-53,0	-2 $\gamma$	+18 $\gamma$	+26 $\gamma$	+13 $\gamma$	7'4	7'6	+10 $\gamma$	+21 $\gamma$	-1'6	-0'2
53,0-58,0	+13	+24	+26	+18	7'5	6'4	+26	+30	-1'4	-0'6
58,0-63,0	+1	+20	+30	+19	5'9	5'3	+14	+26	-2'1	-0'6
63,0-67,5	-1	+13	+27	+20	5'7	4'8	+15	+20	-1'7	-0'9

Variations annuelles des éléments magnétiques à Léon et à Bionville.

Il ressort du tableau V que la vitesse de la variation séculaire en France au cours de la période 1948,0 - 1967,5 est restée sensiblement stationnaire pour les différents éléments, sauf pour la déclinaison dont la variation annuelle a diminué d'une manière continue. Cette vitesse de variation séculaire est d'ailleurs relativement faible, ce qui s'explique en partie par la situation actuelle de la France entre les foyers des isopores  $\Delta Z$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta F$  centrés sur l'Atlantique central et les foyers des isopores



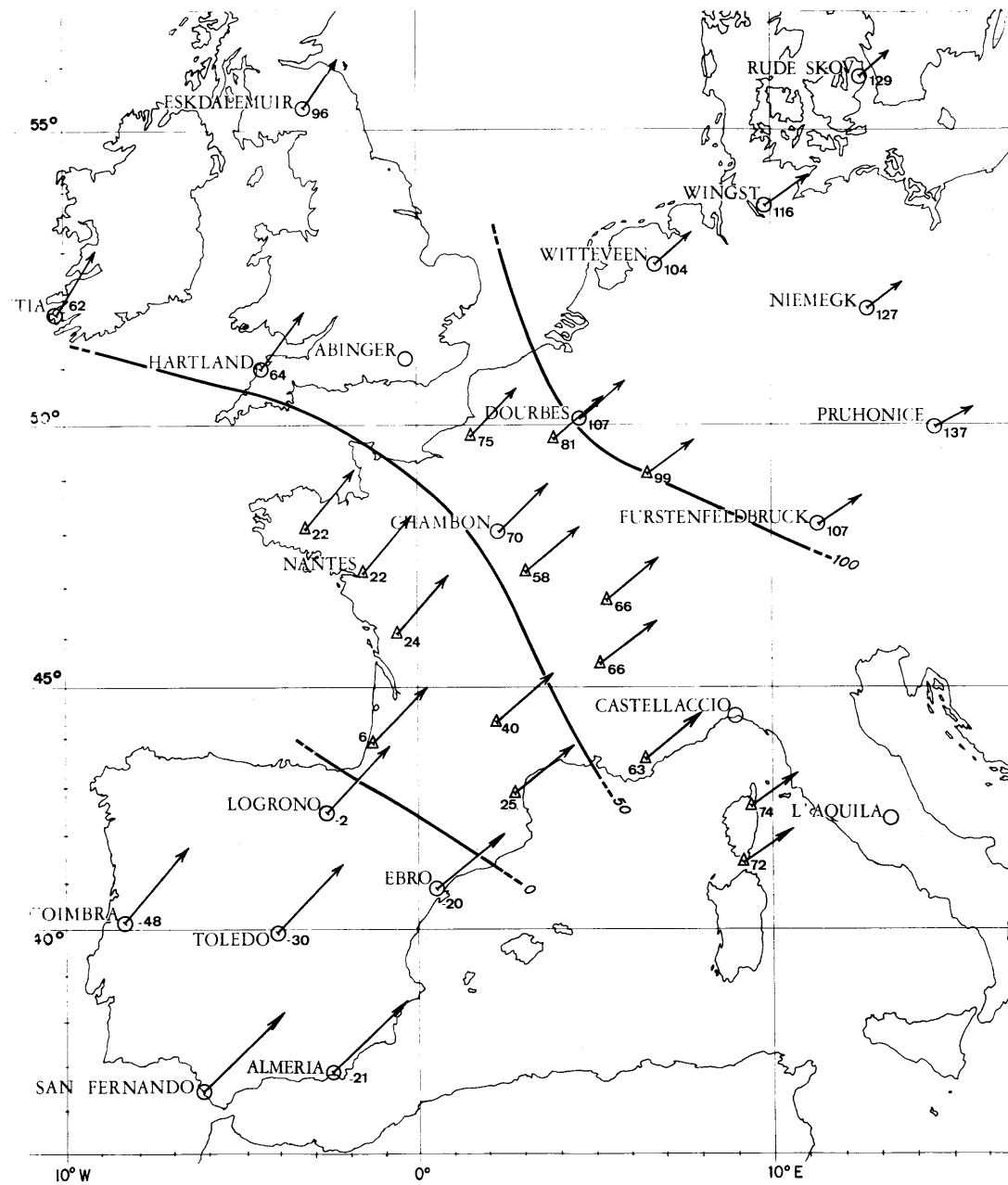


ECHELLE

↗ ΔT = 200 γ

Fig. 3

Variation séculaire de Z et de T  
entre les époques 1953,0 et 1958,0



ECHELLE

↗ ΔT = 200 γ

Fig. 4

Variation séculaire de Z et de T  
entre les époques 1958,0 et 1963,0

$\Delta Z$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta F$  centrés sur l'Est et le Nord-Est de l'Europe, d'après les cartes 1955,0 et 1965,0 de l'U.S. Naval Oceanographic Office.

-Quand on compare les cartes 1955,0 et 1965,0, on est frappé par la simplification considérable apportée au tracé des courbes isopores en passant de l'époque 1955,0 à l'époque 1965,0 ; on est tenté d'attribuer cette simplification à l'amélioration du réseau de stations, d'une part, et à l'amélioration de la qualité des mesures à la suite de l'introduction des magnétomètres à protons ou à pompage optique, d'autre part-.

L'analyse de l'évolution, en fonction du temps, de la variation séculaire à la surface du Globe a conduit à la conclusion que, dans l'ensemble, les foyers des isopores dérivent vers l'Ouest, comme le champ non dipôle ; cependant, cette dérive est moins nette que celle du champ non dipôle parce que les systèmes d'isopores subissent souvent des modifications importantes, en forme et en intensité, entre deux époques successives, Bullard et al. 1950 (9). Sur les cartes 1955,0 et 1965,0, cette dérive vers l'Ouest se manifeste nettement pour les foyers situés sur l'Atlantique Central mais elle n'est pas évidente pour les foyers situés sur l'Est et le Nord Est de l'Europe.

L'évolution de la distribution de la variation séculaire à la surface de la Terre pendant la période récente est caractérisée par une diminution globale de l'intensité et une dérive d'ensemble vers l'Ouest. Cependant, l'intensité augmente autour du pôle Nord tandis qu'elle diminue autour du pôle Sud, comme s'il y avait un glissement du dipôle axial vers le Nord, T. Nagata, 1965, (10). Dans le Sud-Ouest de l'Europe, la dérive vers l'Ouest est peut être masquée par cette augmentation de l'intensité autour du pôle Nord.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) - E. SELZER et E. THELLIER - 1949 -  
Annales IPG, Paris, XXIV, p. 83.
- (2) - A. CECCHINI, G. et N. JOBERT, E. LE BORGNE et E. SELZER - 1960 -  
Annales IPG, Paris, XXX, p. 125.
- (3) - E. SELZER - 1954 -  
Annales IPG, Paris, XXVII, p. 76.
- (4) - E. LE BORGNE - 1960 -  
Annales IPG, Paris, XXX, p. 99
- (5) - E. LE BORGNE, J. LE MOUËL, C. PLESSARD et R. SCHEIB GLUNTZ - 1960 -  
Annales IPG, Paris, XXXIII, p. 270.
- (6) - E. LE BORGNE, J. LE MOUËL - 1969 -  
Annales IPG, Paris, XXXV, p. 225.
- (7) - E. H. VESTINE - 1961 -  
Manuel d'opérations pour le levé magnétique mondial,  
U.G.G.I. - I.A.G.A., Monographie n° 11.
- (8) - Symposium sur la description du champ magnétique terrestre -1968 -  
Washington, 22-26 octobre.
- (9) - E.C. BULLARD, C. FREEDMAN, H. GELLMAN et J. NISCON - 1950 -  
Phil. Trans. Roy. Soc. London, A, 243, p. 67
- (10) - T. NAGATA - 1965 -  
J. of Geomag. and Geoelec., 17, p. 263.