

OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES MAGNETIC RESULTS

**Réseau magnétique de répétition du Vietnam
Magnetic repeat station of Vietnam**

2003

Bulletin n° 23

Publié par l'Institut de Physique du Globe de Paris
et l'Institut de Géophysique de Hanoi
avec le concours de l'Institut National des Sciences de l'Univers

Published by the Institut de Physique du Globe de Paris
and the Hanoi Institute of Geophysics
with the support of the Institut National des Sciences de l'Univers

Éditeur : Vincent COURTILLOT, Arnaud CHULLIAT

Réalisé par Chau HA DUYEN, Daniel GILBERT, Jean Louis LE MOUËL, Kader TELALI
et François TRUONG

Paris – Hanoi Juillet 2006

BUREAU CENTRAL DE MAGNÉTISME TERRESTRE
IPGP - B89 - 4 place Jussieu - 75252 PARIS Cedex 05 - FRANCE
Télécopie : 33 (0)1 44 27 33 73 E-mail : bcmt@ipgp.jussieu.fr

PRÉFACE – PREFACE

En accord avec l'Institut de Géophysique de Hanoi, le Bureau Central de Magnétisme Terrestre (BCMT) est chargé de la publication et de la diffusion des résultats des observations du réseau de répétition du Vietnam. Cette collaboration prolonge celle engagée il y a plus de dix années pour la maintenance de l'observatoire magnétique de Phu Thuy.

Ce bulletin présente les résultats de la campagne de mesures du réseau de répétition du Vietnam de 2003.

With the agreement of the Hanoi Institute of Geophysics, the Bureau Central de Magnétisme Terrestre (BCMT) is in charge of the publication and the distribution of the magnetic observations of the repeat network of Vietnam. This collaboration has started more than ten years ago for the maintenance of the Phu Thuy magnetic observatory.

This bulletin is a report of the magnetic repeat station measurements made during 2003 in Vietnam.

SOMMAIRE – SUMMARY

OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES 2003 Bulletin n° 23

PRÉFACE – PREFACE	3
SOMMAIRE – SUMMARY	4
INTRODUCTION	5
LOCALISATION DES STATIONS – LOCALIZATION OF STATIONS	7
Remarques sur le réseau Vietnamien de répétition 2003	9
Remarks on the Vietnam repeat station network for the campaign 2003	9
INTRUMENTS UTILISÉS POUR LES MESURES DU CHAMP MAGNÉTIQUE – INSTRUMENTATION USED FOR THE MAGNETIC MEASUREMENTS	12
Mesures Absolues et enregistrement des variations magnétiques dans les observatoires du Vietnam	12
Absolute Measurement and recording of the magnetic variations in the Vietnamese observatories	12
Appareils de mesures absolues utilisés pour le reseau.....	13
Absolute measurement instruments used in repeat stations	13
PROTOCOLE D’OBSERVATION – OBSERVATION PROTOCOL	14
Historique	14
History	14
Contrôle des appareils à l’Observatoire de Phu Thuy	14
Control of the instruments at Phu Thuy Observatory	14
Protocole durant la campagne de mesures	15
Protocol during the measurement campaign	15
Réduction des observations	16
Reduction of the observations	16
PRÉSENTATION DES RÉSULTATS – RESULTS REPORTING	23
QUINZE ANS DE MESURES DU RÉSEAU MAGNÉTIQUE DE RÉPÉTITION DU VIETNAM – FIFTEEN YEARS OF MAGNETIC MEASUREMENTS IN THE MAGNETIC REPEAT STATION NETWORK OF VIETNAM	31
Analyse des cartes magnétiques du Vietnam	31
Analysis of the magnetic charts of Vietnam	31
CONCLUSION	39
REMERCIEMENTS – THANKS	40
TABLEAUX – TABLES	41
FICHES – TAGS	41
FIGURES	41
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES – BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES	42

INTRODUCTION

Une forte demande d'observations du champ magnétique pour la recherche en géophysique, pour l'exploitation des ressources minières ou la compréhension des grandes structures géologiques accompagne le développement économique et social du pays comme la réalisation de grands projets de centrales hydro-électriques ou nucléaires.

C'est pourquoi la réalisation d'un modèle de champ du Vietnam apparaît comme un besoin de plus en plus important. De plus, les observations du champ magnétique au Vietnam sont fondamentales pour la compréhension de la variation séculaire du champ magnétique et pour la construction de modèles régionaux et globaux du champ magnétique terrestre.

Dans le cadre de la coopération entre l'Institut de Géophysique de Hanoi et l'Institut de Physique du Globe de Paris une première campagne de mesures de 56 stations du réseau de répétition du Vietnam fut réalisée en 1991 [Thoa 1992], une seconde en 1997 [Chau, 2001], et enfin, une troisième campagne en 2003. Les mesures ont été réalisées par les chercheurs Vietnamiens avec la participation de Daniel GILBERT de l'Institut de Physique du Globe de Paris. Deux modèles de champ magnétique ont été construits à partir des deux premières campagnes pour les époques 1991.5 [Thoa, 1992] et 1997.5 [Chau, 1999].

Lors de la dernière campagne, menée entre février et avril 2003, de nombreuses stations ont été déplacées à cause de l'urbanisation croissante. Un GPS de qualité supérieure au précédent a permis une détermination des coordonnées géographiques plus précise. Enfin, des bornes permanentes ont été construites pour les stations sur lesquelles la déclinaison est mesurée (44 stations), ce qui facilitera la réinstallation des stations lors des campagnes suivantes.

Observations of the magnetic field on the territory of Vietnam with the objectives of research and exploitation of useful minerals, of researches on the Earth's crust structure and faults systems in order to study the geological disasters, necessary before the construction of big projects as hydro power-plants, nuclear power-stations ... are developing strongly in order to satisfy the requirements of economical and social developments of the country. For all of these objectives, the construction of normal magnetic models for Vietnam becomes more and more necessary. Furthermore, they carry big scientific information, for the studies of the secular variation of the Earth's magnetism and of the structure of the geomagnetic field at regional or planetary scales.

In the frame of the project of cooperation between the Hanoi Institute of Geophysics (Vietnam) and the Institut de Physique du Globe de Paris (France), the first magnetic measurement campaign on the 56 points of the repeat station network was realized in 1991 [Thoa 1992], the second in 1997 [Chau 2001] and the third one in 2003. The measurements at each station of the repeat network were realized by Vietnamese researchers with the collaboration of Mr. Daniel GILBERT, from Institut de Physique du Globe de Paris.

From the first campaigns, one has constructed two normal magnetic models for two epochs, 1991.5 [Thoa, 1992] and 1997.5 [Chau, 1999].

During the last campaign, carried out in February – April 2003, many stations had to be displaced because of new constructions on or too close to the measurement point. One has used a GPS with a better resolution for determining the measuring time and coordinates of the location. One has constructed concrete pillars for all the stations where measurements of magnetic declination D were performed (in the number of 44), which will be very useful for the next campaigns.

Dans ce bulletin nous présentons les résultats de la campagne de mesures du réseau magnétique de répétition du Vietnam de 2003.

In this publication, we present the results of the magnetic measurements on the Vietnam repeat station network for the 2003 campaign.

LOCALISATION DES STATIONS – LOCALIZATION OF STATIONS

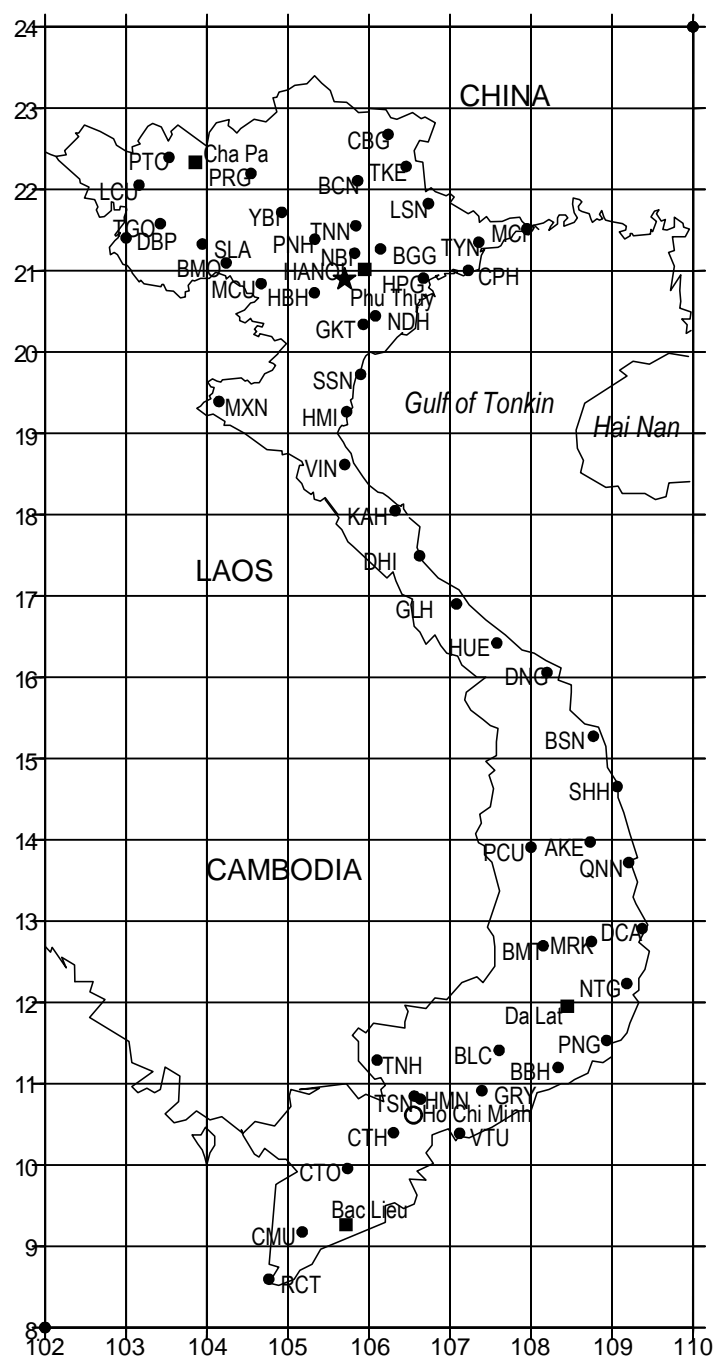


Figure 1. Localisation et nom de code des stations du réseau magnétique de répétition du Vietnam pour la campagne de 2003.
Figure 1. Localization and code name of stations of the repeat network of Vietnam for the 2003 campaign.

Tableau 1. Liste des stations de répétition occupées lors de la campagne de mesure 2003.

Table 1. List of stations of the measurement campaign 2003.

Nr.	Station Name	Code	Latitude			Longitude			Alt. (m)	Old Name
			°	'	"	°	'	"		
-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11
1	CAO BANG	CBG	22	40	33	106	14	8	219	
2	PHONG THO	PTO	22	23	39	103	31	50	1127	
3	CHA PA*	CPA	22	20	9	103	50	7	1552	
4	THAT KHE	TKE	22	16	54	106	27	33	192	
5	PHO RANG	PRG	22	11	46	104	32	37	55	
6	BAC CAN	BCN	22	6	23	105	51	36	133	
7	LAI CHAU	LCU	22	3	10	103	9	41	191	Muong Lay
8	LANG SON	LSN	21	49	33	106	44	4	280	
9	YEN BAI	YBI	21	43	1	104	55	21	60	
10	TUAN GIAO	TGO	21	34	45	103	25	27	605	
11	THAI NGUYEN	TNN	21	33	12	105	50	17	45	
12	MONG CAI	MCI	21	30	58	107	57	0	9	
13	DIEN BIEN PHU	DBP	21	24	15	103	0	6	490	
14	PHU NINH	PNH	21	23	12	105	19	53	40	
15	TIEN YEN	TYN	21	21	2	107	21	23	11	
16	SON LA	SLA	21	19	41	103	56	31	670	
17	BAC GIANG	BGG	21	16	4	106	8	32	3	
18	NOI BAI	NBI	21	12	54	105	49	24	15	
19	BAN MO	BMO	21	5	44	104	14	15	410	
20	PHU THUY*	PHU	21	1	46	105	57	29	18	
21	CAM PHA	CPH	21	0	13	107	13	38	5	
22	HAI PHONG	HPG	20	54	27	106	40	18	17	
23	MOC CHAU	MCU	20	50	29	104	40	10	974	
24	HOA BINH	HBH	20	43	48	105	19	36	190	
25	NAM DINH	NDH	20	26	40	106	4	46	4	
26	GIAN KHUAT	GKT	20	20	24	105	55	47	7	
27	SAM SON	SSN	19	43	29	105	53	50	55	
28	MUONG XEN***	MXN	19	23	31	104	8	53	180	
29	HOANG MAI	HMI	19	15	56	105	43	29	5	
30	VINH	VIN	18	36	57	105	42	2	6	
31	KY ANH	KAH	18	2	54	106	19	25	4	
32	DONG HOI	DHI	17	29	34	106	37	28	15	
33	GIO LINH	GLH	16	54	4	107	4	51	18	
34	HUE	HUE	16	25	11	107	34	43	10	
35	DA NANG	DNG	16	3	28	108	11	52	10	
36	BINH SON	BSN	15	16	28	108	46	14	3	
37	SA HUYNH	SHH	14	39	16	109	3	54	5	
38	AN KHE	AKE	13	58	23	108	43	57	467	
39	PLEI CU	PCU	13	54	33	108	0	2	760	
40	QUI NHON	QNN	13	43	12	109	12	26	10	
41	DEO CA	DCA	12	54	27	109	22	19	7	
42	M.DRAK	MRK	12	45	0	108	44	51	410	
43	BUON MA THUOT	BMT	12	41	54	108	9	3	570	
44	NHA TRANG	NTG	12	13	51	109	10	59	12	
45	DA LAT*	DLT	11	56	38	108	28	55	1580	
46	PHAN RANG	PNG	11	31	53	108	56	4	18	
47	BAO LOC	BLC	11	24	36	107	36	27	178	
48	TAY NINH	TNH	11	17	22	106	5	57	12	
49	BAC BINH	BBH	11	11	58	108	20	6	15	
50	GIA RAY	GRY	10	54	49	107	23	48	144	XuanTruong

51	HOC MON**	HMN	10	50	51	106	33	36	20	
52	TAN SON NHAT	TSN	10	48	35	106	38	9	15	
53	CHAU THANH	CTH	10	23	50	106	18	12	4	Tan An
54	VUNG TAU	VTU	10	23	22	107	7	10	10	
55	CAN THO	CTO	9	57	26	105	44	11	10	
56	BAC LIEU*	BLU	9	17	53	105	42	37	11	
57	CA MAU	CMU	9	10	35	105	10	34	10	
58	RACH TAU	RTU	8	35	41	104	45	47	8	Rach Goc

* : Observatoire Magnétique - Magnetic observatory

** : Nouvelle station - New station

REMARQUES SUR LE RESEAU VIETAMIEN DE REPETITION 2003

La *figure 1* présente la distribution du réseau de répétition du Vietnam.

Dans ce paragraphe, nous décrivons le réseau et insistons sur les changements tels que le déplacement de certaines stations depuis les précédentes campagnes (1991 et 1997).

Les 58 stations du réseau 2003, (dont les noms, les codes, et les localisations sont présentées dans le tableau 1) sont celles du réseau des campagnes 1991 et 1997. Cependant, le développement économique du Vietnam et la croissance urbaine nous ont contraints de déplacer certaines stations. Les critères de sélection des nouvelles stations sont :

- la préservation de l'homogénéité du réseau Vietnamien
- l'éloignement de perturbations artificielles comme le réseau ferré, les usines, le réseau électrique ou les émetteurs radios
- l'absence d'anomalie magnétique (représentativité du champ magnétique régional)
- le champ magnétique autour du pilier d'observation doit être homogène. Sur un rayon de 10m, l'intensité totale du champ T ne doit pas varier de plus de 5nT et son gradient vertical doit être quasi nul entre 0.8 et 4m de haut
- pour repérer la direction du nord géographique, le terrain doit être suffisamment dégagé pour permettre des visées de repères pérennes (antenne de transmission radio, mâts), situés à plus de 50m

Pendant la campagne 2003 nous avons

REMARKS ON THE VIETNAM REPEAT STATION NETWORK FOR THE CAMPAIGN 2003

In *figure 1* one presents the distribution of the stations of the Vietnam repeat network. Here we give only a very cursory presentation of the array, essentially differences with respect to former campaigns.

The name, code, coordinates and altitude of the 58 stations of the 2003 measurement campaign, based on the repeat station network built in 1991, 1997 on the territory of Vietnam are presented in *table 1*. Six years after the previous campaign, in 1997, because of the economical development, some new houses were built on or near the places of the stations, it was necessary to move these to new locations. The following criteria for a new standard station in the repeat network were always respected, that is:

- the new place must be in accordance with the repeat network, keeping the homogeneity of the array on the whole territory
- the new location must be far from areas sources of artificial magnetic disturbances, such as railways, factories, power electric lines, radio stations
- the magnetic field at the new place must be representative of the normal magnetic field for the region around it; not only it does not present any local magnetic anomalies, but also it must be far enough from the large ones
- the magnetic field around the measurement pillar must be fairly homogeneous. In an area of radius 10m around the station, the magnetic total intensity T should not vary by more than 5nT, and its vertical gradient must be small ; at heights

effectué nos mesures dans 58 stations, soit deux de plus que lors des précédentes campagnes. Ces deux nouvelles stations sont Muong Xen (MXN) et Hoc Mon (HMN) respectivement au Nord et au Sud du Vietnam.

Depuis cette dernière campagne, 44 stations sont marquées par une borne permanente faite de ciment, pierres et sable non magnétique. La borne, d'une quinzaine de centimètres de diamètre, s'enfonce à une profondeur de 60cm. Le théodolite, installé sur un trépied est centré sur la borne grâce à une marque (+) gravée sur cette dernière. Les 14 autres stations sont repérées par un bambou dur enfoncé dans le sol.

Pendant la campagne de mesures de 2003, 4 stations ont été déplacées et renommées : GIA RAY (GRY), anciennement XUAN TRUONG (XTG), CHAU THANH (CTH), anciennement TAN AN (TAN), RACH TAU (RTU), anciennement RACH GOC (RCG) et LAI CHAU (LCU), anciennement MUONG LAY (MLY), et 16 autres ont été déplacées en gardant les mêmes noms : MONG CAI (MCI), CAM PHA (CPA), VINH (VIN), DEO CA (DCA), LANG SON (LSN), THAI NGUYEN (TNN), PHU NINH (PNH), NOI BAI (NBI), BAN MO (BMO), PLEI CU (PCU), DIEN BIEN PHU (DBP), TIEN YEN (TYN), GIO LINH (GLH), AN KHE (AKE), QUI NHON (QNN) et CAN THO (CTO).

Les coordonnées géographiques des stations ont été redéterminées à l'aide d'un GPS 070 prêté par l'Institut de Physique du Globe de Paris. Ce GPS est d'une meilleure résolution que le GPS japonais utilisé lors de la campagne précédente de 1997. Nous avons adopté les nouvelles déterminations comme étant les coordonnées des stations.

Quatre observatoires magnétiques font partie du au réseau de répétition du Vietnam. A cause de la forme très allongée du territoire Vietnamien (entre 8 et 23°N de latitude), la variation journalière du champ magnétique est très différente suivant la latitude de la station. C'est pourquoi ces observatoires ont un rôle primordial dans le réseau de répétition :

from 0.8 m to 4 m, it must be almost zero

- From the measurement pillar, one must be able to see some landmarks to ascertain the orientation of the theodolite and establish true North ; that commonly includes crosses on church steeples and television antennae. The landmarks must be at a distance not smaller than 50m, farther than 200m if possible

In the 2003 campaign, we have made magnetic measurements in 58 stations, 2 more than in the last ones. These new stations are MUONG XEN (with the code MXN) in the North of Vietnam and HOC MON (with the code HMN) in the South of Vietnam.

Since the 2003 campaign, 44 stations are materialized by a small pillar made of cement, sand, pebbles and stones of negligible magnetization, with a diameter of 15cm, buried 60cm below the surface. A tripod is placed above the pillar with a theodolite positioned directly above a mark (+) engraved in the pillar. For the other 14 stations, one uses small poles made with hard bamboo.

In the campaign 2003, 4 stations have been moved to new locations, and renamed: GIA RAY (GRY), from XUAN TRUONG (XTG), CHAU THANH (CTH), from TAN AN (TAN), RACH TAU (RTU), from RACH GOC (RCG) and LAI CHAU (LCU), from MUONG LAY (MLY), and others 16 were moved in keeping the same names : MONG CAI (MCI), CAM PHA (CPA), VINH (VIN), DEO CA (DCA), LANG SON (LSN), THAI NGUYEN (TNN), PHU NINH (PNH), NOI BAI (NBI), BAN MO (BMO), PLEI CU (PCU), DIEN BIEN PHU (DBP), TIEN YEN (TYN), GIO LINH (GLH), AN KHE (AKE), QUI NHON (QNN) and CAN THO (CTO).

For determining the time and coordinates of each station, we have used in the campaign 2003 a French GPS-070 supplied by Institut de Physique du Globe de Paris. It is much more accurate than the Japanese GPS used in the campaign 1997. We adopt the values measured by the GPS-070 (more accurate) as coordinates of the station.

Among the 58 stations of Vietnam repeat stations network, there are 4 magnetic observatories, which have a big role in the

- Cha Pa, le plus ancien observatoire, ouvert en 1957 (année géophysique internationale) est situé au Nord, à la frontière chinoise
- Phu Thuy, ouvert en 1961, est installé près d'Hanoi
- Da Lat, au centre du Vietnam, est ouvert depuis 1981
- Bac Lieu, près de l'équateur magnétique, au Sud du Vietnam, est en fonctionnement depuis 1988.

network. Because the Vietnam territory spreads in a narrow and long meridian band, from 8°N to 23°N latitudes, the magnetic variations are inhomogeneous. For this reason, one has installed 4 magnetic observatories: Chapa and Phu Thuy in the North, Bac Lieu and Da Lat in the South of Vietnam. The oldest, Chapa, near the Chinese frontier, was installed in 1957, during the First International Geophysical Year; Phu Thuy, near Hanoi, was installed in 1961; Da Lat in the central region, was created in 1981; and finally, Bac Lieu, near the magnetic equator, in the most Southern part of Vietnam territory, in 1988.

INTRUMENTS UTILISÉS POUR LES MESURES DU CHAMP MAGNÉTIQUE

— INSTRUMENTATION USED FOR THE MAGNETIC MEASUREMENTS

MESURES ABSOLUES ET ENREGISTREMENT DES VARIATIONS MAGNETIQUES DANS LES OBSERVATOIRES DU VIETNAM

L'observatoire magnétique de Phu Thuy est situé à 20km d'Hanoi et fait partie de l'Institut de Géophysique.

L'Institut de Géophysique de Hanoi a construit les infrastructures et son personnel est chargé de la maintenance de l'observatoire.

Les observations ionosphériques et magnétiques ont débuté en 1961.

En 1993 une coopération entre l'Institut de Géophysique de Hanoi, le CNRS français et l'IPGP, coopération soutenue par le Ministère français des Affaires Étrangères, a permis d'installer une instrumentation aux normes d'INTERMAGNET.

L'observatoire de Phu Thuy a rejoint le programme INTERMAGNET en 1996.

Le 16/03/1998 un orage atmosphérique a mis hors d'usage le magnétomètre M390 et le dispositif d'enregistrement. A l'occasion de la réinstallation du matériel en février 1999, l'enregistreur, le magnétomètre scalaire et le capteur vectoriel ont été installés dans l'abri des « variomètres Bobrov ».

L'observatoire est à nouveau foudroyé le 24/05/2003 endommageant les électroniques. Les observations magnétiques reprennent le 06/08/2003, avec un magnétomètre vectoriel VM391.

Le 19/06/2005, l'observatoire est une nouvelle fois foudroyé. L'observation du champ magnétique reprend mi-août 2005 avec un nouveau magnétomètre VM391.

Les mesures absolues sont effectuées avec un DI-flux (Théodolite ZEISS 010 et électronique DI-MAG 9302 de l'EOST) et un magnétomètre à protons portable GEOMETRICS G816 entre 1996 et 2003, remplacé par un ENVI MAG en 2003.

ABSOLUTE MEASUREMENT AND RECORDING OF THE MAGNETIC VARIATIONS IN THE VIETNAMESE OBSERVATORIES

The Phu Thuy magnetic observatory is located 20km from Hanoi. It belongs to the Hanoi Institut of Geophysics.

The ionospheric and magnetic measurements started in 1961.

In 1993, in the frame of a project of cooperation between Hanoi Institute of Geophysics, the French CNRS and the Institut de Physique du Globe de Paris (France), a new equipment was installed in Phu Thuy matching the INTERMAGNET specifications.

The Phu Thuy magnetic observatory joined the INTERMAGNET program in 1996.

At the end of March, 1998, due to lightning, the M390 magnetometer was struck down. In February 1999, a new equipment was installed in the "Bobrov room".

End of April 2003, the observatory was struck down again and restarted four months later with a new VM391 magnetometer.

Again, in June 2005, the magnetic observatory was out of order due to lightnings. The magnetic measurement restarted in august 2005.

The absolute measurements are processed with a DI-flux (Theodolite ZEISS 010 and DI-MAG 9302 electronics made by EOST) and a portable proton magnetometer, GEOMETRICS G816 from 1996 to 2003, and an ENVI MAG from 2003 up to now.

A Bobrov photographic recording system made by the Russian MBC company was running from 1988 to 1997 at Bac Lieu magnetic observatory. In 1998, a new

Un système d'enregistrement russe MBC de type Bobrov sur papier photographique était utilisé à l'observatoire de Bac Lieu, de 1988 à 1997. Ce dispositif fut remplacé en 1998 par des variomètres FRG-601 fabriqués par la compagnie Terre Tecnica. Ce nouveau variomètre d'une résolution de 0,01nT, est très stable et fiable depuis son installation. Pour les mesures absolues, nous utilisons depuis 1998 un magnétomètre DI-flux (théodolite 3T2KP et électronique MAG-01H, fabriquée par Bartington), et un magnétomètre à protons GSM9 (résolution 1nT). Depuis 2001, le DI-flux est inutilisable et les mesures absolues sont interrompues depuis.

A l'observatoire de Cha Pa les systèmes d'enregistrement russes MBC Bobrov fonctionnent comme à l'observatoire de Da Lat. Dans ces deux observatoires les mesures absolues sont toujours réalisées à l'aide des appareils classiques à aimant (QHM, BMZ, déclinomètre).

En août 2003, les variomètres de Da Lat furent remplacés par un magnétomètre vectoriel VM300 (GEOMAG). Cependant, la foudre a détruit les instruments en avril 2004.

APPAREILS DE MESURES ABSOLUES UTILISES POUR LE RESEAU

Pour la campagne de mesures absolues du réseau du Vietnam de 2003, les appareils suivants ont été utilisés :

- magnétomètre à protons ENVI MAG (SCINTREX), résolution 0,1nT
- théodolite à vanne de flux (ZEISS 010B et DI-MAG 9302), emprunté à l'observatoire de Chambon la Forêt

variometer FRG-601 made by the Terre Tecnica company was installed. The resolution of the variometer is 0.01nT and the stability is high. The absolute measurements are processed with a DI-Flux MAG-01H (theodolite 3T2KP and Mag 01H electronics made by Bartington) and a portable proton magnetometer GSM9 (1nT resolution). In 2001, the DI-flux was out of order and absolute measurements have been stopped thence.

In Cha Pa observatory, one still uses the Bobrov MBD Russian system using the photographic paper for recording the magnetic field.

In Da Lat magnetic observatory during the period when one carried out the measurements on the repeat network, one used also the Bobrov MBC system.

In august 2003, a variometer VM300 (GEOMAG) was installed, but the lightning struck down the electronics in April 2004.

ABSOLUTE MEASUREMENT INSTRUMENTS USED IN REPEAT STATIONS

For the campaign 2003 of the repeat station network in Vietnam one used :

- portable proton magnetometer ENVI MAG (SCINTREX), resolution 0.1nT
- DI-flux (ZEISS 010B + DI-MAG 9302), borrowed from Chambon la Forêt observatory

PROTOCOLE D'OBSERVATION – OBSERVATION PROTOCOL

HISTORIQUE

Les stations magnétiques de répétition du Vietnam ont été réoccupées entre le 11 février et le 11 avril 2003. Les résultats des mesures sont rapportés à l'époque 2003.5. La réoccupation des stations pour la campagne 2003 s'est faite en quatre tournées ayant toutes l'observatoire magnétique de Phu Thuy pour point de départ et d'arrivée :

11 February – 16 February	North Vietnam	7 stations
17 February – 26 February	North-east Vietnam	6 stations
27 February – 27 March	North-west Vietnam	13 stations
28 March – 11 April	South Vietnam	32 stations

Les mesures ont été effectuées par Daniel GILBERT et Chau HA DUYEN selon un mode opératoire décrit dans [Gilbert, 1994], [Le Mouël, 1995] et [Newitt, 1996].

- D et I sont mesurés avec le DI-Flux
- l'intensité T est mesurée avec le magnétomètre à protons (enregistrement de la valeur de T aux minutes rondes pendant la mesure de I)

CONTROLE DES APPAREILS A L'OBSERVATOIRE DE PHU THUY

DI-Flux

Des mesures comparatives de la déclinaison et de l'inclinaison ont été faites sur le pilier de mesures absolues à l'aide du DI-flux DI-MAG 9302 de l'observatoire de Phu Thuy et celui utilisé pour la campagne de mesures.

Aucune différence systématique appréciable entre les valeurs de D et I déduite de ces mesures n'a été mise en évidence. La dispersion des différences réduites est inférieure à 5" d'arc.

Magnétomètre à protons

Nous avons comparé le magnétomètre à protons ENVI MAG utilisé pendant la campagne et celui de l'observatoire, en tenant compte de la différence de champ entre le pilier de mesures absolues et le

HISTORY

The magnetic repeat network of Vietnam was reoccupied from February 11th to April 11th 2003. The results are reduced to the epoch 2003.5.

The reoccupation of the stations for the campaign 2003 was made in four principal trips having Phu Thuy magnetic observatory as the departure and arrival point:

The absolute measurements were performed by Daniel GILBERT and Chau HA DUYEN according to the protocol defined by [Gilbert, 1994], [Le Mouël, 1995] et [Newitt, 1996].

- D and I are measured by the DI-flux
- the total field intensity is measured by the proton magnetometer (recording of the values at the top of the minute during the I measurements)

CONTROL OF THE INSTRUMENTS AT PHU THUY OBSERVATORY

DI-Flux

Comparative measurements of declination and inclination have been made on the absolute measurement pillar with the DI-flux DI-MAG 9302 of Phu Thuy observatory and the DI-flux used for the repeat station campaign.

One could not find any systematic difference between the measurement values obtained from these two DI-flux. The scatter of reduced differences is less than 5" of angle.

Proton magnetometer

We have compared the ENVI MAG magnetometer with the scalar magnetometer of the observatory, paying attention for the difference of the field between the measurement pillar and the

cabanon de la sonde du magnétomètre de l'observatoire. La dispersion des mesures réduites n'est pas supérieure à 0.5nT.

PROTOCOLE DURANT LA CAMPAGNE DE MESURES

La voiture est garée au minimum à 100m de la station. Les boîtes des accessoires sont rangées au minimum à 10m du point de mesure. Une vérification minutieuse autour de la station permet de s'assurer de l'absence d'objet perturbateur. Pour cela on procède à une prospection rapide au moyen du magnétomètre à protons, puis à une série de mesures (NS et EW) sur 10m de part et d'autre de la borne à une hauteur de 1.4 à 1.6m, tous les 2m. Enfin on mesure à la verticale de la borne, de 0 à 4 m, par pas de 20cm.

Pour limiter au mieux les erreurs lors de la réduction des mesures, celles-ci sont réalisées en dehors de la partie principale de la variation solaire journalière : les mesures sont réalisées aussi tôt que possible dans la matinée, ou aussi tard que possible dans la soirée.

Pour estimer le temps et les coordonnées géographiques de la station, on utilise un GPS-070. La résolution est de 1 seconde pour le temps et de 0.01 minute pour les coordonnées géographiques (équivalent à 20m sur la surface de la Terre).

Les mesures des azimuts de 2 repères distants d'au moins 50m sont obtenues par 10 visées du soleil, quand ces azimuts ne sont pas connus.

Pour déterminer la différence de champ total dT entre le DI-flux à la verticale de la borne O et le magnétomètre à proton au point auxiliaire F, distant d'une dizaine de mètres, on mesure successivement 5 valeurs de T au point F, 10 valeurs à la borne O, et enfin 5 valeurs au point F.

Pour chaque station, 4 mesures de déclinaison et d'inclinaison sont réalisées. Pendant ces mesures, le magnétomètre à protons enregistre le champ total T toutes les minutes rondes.

Les résultats des mesures sont notés sur des fiches (cf. fiche 1)

location of the scalar magnetometer sensor. The dispersion is less than 0.5nT.

PROTOCOL DURING THE MEASUREMENT CAMPAIGN

The car is parked more than 100m away from the station. All the boxes and accessories are placed 10m away from the measurement pillar. One verifies that nothing disturbs the magnetic field around the station: we use the proton magnetometer to measure the local horizontal gradient along both directions (North/South and East/West) every 2m till 10m far from the pillar (height between 1.4 and 1.6m); finally we measure the vertical gradient on the top of the pillar, every 0.2m till 4m high.

To reduce the effect of the solar diurnal variations, the measurements are performed as soon as possible in the morning or as late as possible in the evening.

To estimate time and geographical coordinates, one uses a GPS-070. The resolution is 1 second for the time and 0.01 minute for the coordinates (equivalent to 20m on the ground)

The azimuths of 2 land marks are established by 10 sightings of the sun if these azimuths are unknown.

To estimate the total field difference dT between the DI-flux position O and the scalar one F, one measures successively 5 values of the total field on F, 10 values on O and 5 values on F.

For each station, 4 absolute measurements of the declination and inclination are made and total field T is recorded every minute during inclination measurements.

The measurement results are noted on tags (cf. tag 1)

Magnetic Repeat Station of Vietnam
Campaign 2003

Absolute Measurements

Station: Da Nang (DNG) Date : 18/03/2003
 Elevation: 1.40m high from the ground (landing strip)
 Coordinates: longitude : 108.199°E
 latitude : 16.058°N
 elevation 10m
 Instruments : ZEISS 010B + DI-Mag93
 proton magnetometer ENVI MAG

Day	TU h mn	Measurement Values			Calculating values	
		D	I	T(nT)	H(nT)	Z(nT)
18/03/2003	9 38	-0°37'13"				
	9 42	-0°37'12"				
	10 01	-0°36'47"				
	10 05	-0°36'58"				
	9 50		18°57'06"	42509.3	40205.0	13805.8
	9 54		18°56'53"	42509.9	40205.4	13803.5
	10 14		18°56'31"	42519.1	40216.6	13802.1
	10 19		18°56'40"	42518.9	40215.8	13803.9

Fiche 1. Exemple de fiche de mesures pour la station de Da Nang
 tag 1. Example of measurements tag for Da Nang station

REDUCTION DES OBSERVATIONS

Pour un territoire de forme compact comme la France, la réduction des observations à une époque donnée est généralement effectuée à l'aide des enregistrements d'un seul observatoire situé en position centrale du territoire (Chambon la Forêt). Dans ce cas, on fait l'hypothèse que l'écart entre la valeur instantanée au moment t d'un élément E et sa valeur moyenne centrée sur cet instant a la même valeur à la station S et à l'observatoire O (c'est-à-dire que l'on admet que la somme de la variation régulière et des variations d'agitation à la station S est la même qu'à l'observatoire O):

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

où :

$\bar{E}_{S,t}$: l'estimation de la moyenne

REDUCTION OF THE OBSERVATIONS

For a territory with a compact shape like France, the reduction of the observations for a particular epoch is usually performed with the magnetic field recordings from a single observatory (like Chambon la Forêt for French repeat stations). The hypothesis is that the difference between the value of a component E at the time t and the average of E centred at this time t is the same at the observatory O and at the station S (one admits that the regular and irregular variations of the field are the same at the observatory O and at the station S) :

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

where :

$\bar{E}_{S,t}$: the estimation of the annual mean of E at station S, computed over a year time span centred at t

annuelle centrée sur l'instant t de l'élément E à la station S

$\bar{E}_{O,t}$: l'estimation de la valeur moyenne annuelle centrée sur l'époque t de l'élément E à l'observatoire

$E_{S,t}$: la valeur mesurée de l'élément E, à la station S;

$E_{O,t}$: la valeur observée du même élément, au même instant, à l'observatoire O.

Pour obtenir les valeurs moyennes au 1er juillet 2003, on doit soustraire la variation séculaire entre l'époque t et le 1er juillet des valeurs $\bar{E}_{O,t}$ et $\bar{E}_{S,t}$:

$$\begin{aligned}\bar{E}_{O,2003.5} &= \bar{E}_{O,t} - \Delta E_O \\ \bar{E}_{S,2003.5} &= \bar{E}_{S,t} - \Delta E_S\end{aligned}\quad (2)$$

où :

$\bar{E}_{S,2003.5}$: l'estimation de la valeur moyenne annuelle centrée sur 2003.5 de l'élément E à la station S

$\bar{E}_{O,2003.5}$: l'estimation de la valeur moyenne annuelle centrée sur 2003.5 de l'élément E à l'observatoire O

$\Delta E_S (= \Delta t \times \dot{E}_S)$: la variation de E causée par la variation séculaire de l'élément E au point S pendant le temps Δt (en jours) séparant le jour de mesure du 1^{er} Juillet 2003;

$\Delta E_O (= \Delta t \times \dot{E}_O)$: la variation de E causée par la variation séculaire de l'élément E à l'observatoire O pendant le temps Δt (en jours) séparant le jour de mesure du 1^{er} Juillet 2003.

La formule (1) devient:

$$\bar{E}_{S,2003.5} = \bar{E}_{O,2003.5} + (E_{S,t} - E_{O,t}) + \Delta t \times (\dot{E}_O - \dot{E}_S)\quad (3)$$

La valeur $E_{O,t}$ est :

$$E_{O,t} = (\Delta_{O,t} \times \varepsilon) + B_O\quad (4)$$

où $\Delta_{O,t}$ est la distance (en mm) du point de la trace du magnétogramme de E à l'instant t à la ligne de base B_O (voir la *Figure 2* pour la composante H), ε est la sensibilité en nT/mm de l'enregistrement de la composante E.

$\bar{E}_{O,t}$: the estimation of the annual mean value centred on epoch t of the element E at the observatory

$E_{S,t}$: the value observed of the element E at the station S and the time t

$E_{O,t}$: the value observed of the same element E at the same time but at the observatory O.

To reduce the mean value to July the first, 2003, the secular variation has to be subtracted between July the 1st, 2003 and time t from the values $\bar{E}_{O,t}$ et $\bar{E}_{S,t}$:

$$\begin{aligned}\bar{E}_{O,2003.5} &= \bar{E}_{O,t} - \Delta E_O \\ \bar{E}_{S,2003.5} &= \bar{E}_{S,t} - \Delta E_S\end{aligned}\quad (2)$$

where :

$\bar{E}_{S,2003.5}$: an estimation of the annual mean value of E centred on the epoch 2003.5

$\bar{E}_{O,2003.5}$: an estimation of the annual mean value of E at the observatory O and centred on the epoch 2003.5.

$\Delta E_S (= \Delta t \times \dot{E}_S)$: the variation of E caused by the secular variation of E at the station S during the time Δt (in days) corresponding to the difference of time between the measurement day t and July the 1st, 2003.

$\Delta E_O (= \Delta t \times \dot{E}_O)$: in the same way, the variation of E caused by the secular variation of E at the observatory O during the time Δt (in days) corresponding to the difference of time between the measurement day t and July the 1st, 2003

The formula (1) becomes:

$$\bar{E}_{S,2003.5} = \bar{E}_{O,2003.5} + (E_{S,t} - E_{O,t}) + \Delta t \times (\dot{E}_O - \dot{E}_S)\quad (3)$$

The value of $E_{O,t}$ is:

$$E_{O,t} = (\Delta_{O,t} \times \varepsilon) + B_O\quad (4)$$

where $\Delta_{O,t}$ is the distance (in mm) from the point of the magnetogram of E at time t to the baseline B_O (see *Figure 2* for H component), ε is the sensitivity of the recording of the component E, in nT/mm.

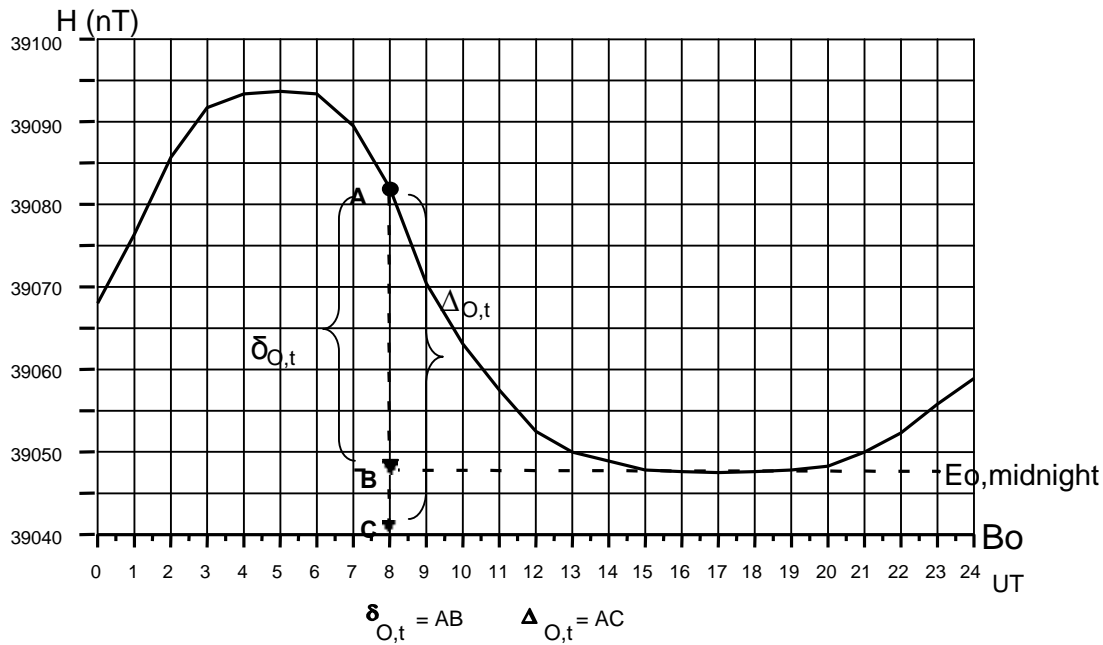


Figure 2. Diagramme illustrant la signification des quantités $\delta_{O,t}$ et $\Delta_{O,t}$
 Figure 2. Diagram showing the signification of $\delta_{O,t}$ and $\Delta_{O,t}$

Dans notre travail, nous utilisons la quantité $\delta_{O,t}$ à la place de $\Delta_{O,t}$, définie comme :

$$E_{O,t} = (\delta_{O,t} \times \varepsilon) + E_{O,\text{minuit}} \quad (5)$$

où

$E_{O,\text{minuit}}$: la moyenne de la composante E centrée sur minuit local (entre 15h et 19h UT) (cf. Figure 2 pour la composante H)

Si on note :

$$A_{S,t} = \delta_{O,t} \times \varepsilon \quad (6)$$

l'expression de $E_{O,t}$ va devenir :

$$E_{O,t} = A_{S,t} + E_{O,\text{minuit}} \quad (7)$$

Les valeurs \dot{E}_S et \dot{E}_O sont calculées à partir de l'IGRF 2000 9ème génération [IAGA, 2004].

Ainsi, la formule (3) devient :

$$\bar{E}_{S,2003.5} = \bar{E}_{O,2003.5} + [E_{S,t} - (A_{S,t} + E_{O,\text{minuit}})] + \Delta t \times (\dot{E}_O - \dot{E}_S) \quad (8)$$

Cette formule est valable seulement pour le cas où la station S se trouve près de l'observatoire O, et que l'on peut admettre que la variation journalière à la station S est presque la même qu'à l'observatoire O.

When computing, $\delta_{O,t}$ is used instead of $\Delta_{O,t}$, which is defined as:

$$E_{O,t} = (\delta_{O,t} \times \varepsilon) + E_{O,\text{midnight}} \quad (5)$$

Where:

$E_{O,\text{midnight}}$: the average of the component E at local midnight (from 15:00 to 19:00 UT) (Figure 2 for the component H)

If ones notes:

$$A_{S,t} = \delta_{O,t} \times \varepsilon \quad (6)$$

The expression of $E_{O,t}$ becomes:

$$E_{O,t} = A_{S,t} + E_{O,\text{midnight}} \quad (7)$$

The values for \dot{E}_S and \dot{E}_O are computed from the IGRF 2000 9th generation [IAGA, 2004].

The formula (3) becomes:

$$\bar{E}_{S,2003.5} = \bar{E}_{O,2003.5} + [E_{S,t} - (A_{S,t} + E_{O,\text{midnight}})] + \Delta t \times (\dot{E}_O - \dot{E}_S) \quad (8)$$

This formula is valid only if the station S is near the observatory O and if the diurnal variation at the station S is almost the same as the one at the observatory O.

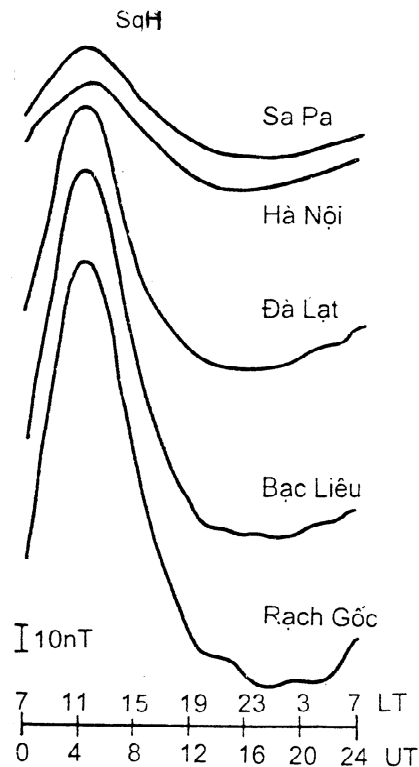


Figure 3 Exemple de variation journalière régulière Sq (composante H) à Rach Goc et dans les quatre observatoires magnétiques du Vietnam [Hao, 1986].

Figure 3 Example of the diurnal variation Sq (H component) at Rach Goc and in the four magnetic observatories of Vietnam [Hao, 1986].

Pour un territoire de forme allongée en latitude comme le Vietnam, les stations de mesure peuvent être très éloignées des observatoires. De plus les variations journalières sont très différentes d'une station à l'autre en raison de l'influence de l'électrojet équatorial; et la formule (8) peut ne plus être valable.

Sur la Figure 3, qui illustre cette difficulté, on peut voir un exemple de la diurne régulière Sq à Rach Goc et aux quatre observatoires magnétiques du Vietnam [HAO, 1986].

Comme on peut le constater sur cette figure 3, l'amplitude de la variation journalière sur le territoire du Vietnam augmente fortement quand on s'approche de l'équateur: A Cha Pa, l'amplitude du Sq est seulement de 30nT, alors qu'à Rach Goc, elle est de près de 200nT. Si une station se trouve proche d'un observatoire, on peut utiliser les données de cet observatoire pour rapporter les mesures à une époque donnée. Mais si la

The Vietnam territory has an elongated shape and is laid directly under the influence of the equatorial electrojet, thus stations can be far away from each other and can have diurnal variations much different from a station to an other; then formula (8) is not valid anymore.

Figure 3 illustrates this difficulty, which shows the diurnal variation Sq at Rach Goc and at the four magnetic observatories of Vietnam [HAO, 1986].

In this example, the amplitude of the diurnal variation in Vietnamese territory increases when one comes closer to the equator: at Cha Pa the amplitude of Sq is 30nT, but it is 200nT at Rach Goc. If a station is situated near an observatory, the data of this observatory can be used to reduce the measurements to a given epoch. But in the case where the station is far from any observatory, a mistake can be committed when referring the observations to this distant observatory. To avoid this difficulty, one has searched

station se trouve loin de cet observatoire, on peut commettre une erreur importante en effectuant la réduction des observations par rapport à cet observatoire éloigné.

Afin d'éviter cette difficulté, nous avons recherché une méthode de réduction basée sur l'estimation de la variation diurne qui est obtenue à partir des enregistrements réalisés dans des observatoires permanents situés de part et d'autre de la station S.

En faisant l'hypothèse que la variation journalière entre 2 observatoires (par exemple Phu Thuy et Da Lat) varie linéairement avec la latitude, on déduit l'amplitude de la variation à un point situé entre ces deux observatoires par interpolation linéaire. Cette hypothèse a bien été vérifiée grâce aux mesures effectuées pendant plusieurs années.

Si on note $A_{1,t}$ l'écart de la variation magnétique d'un élément à l'instant t par rapport à son niveau de nuit (égal à l'écart entre la valeur de cet élément au moment t et celle relevée à minuit local le même jour) à un observatoire O_1 (par exemple Da Lat), $A_{2,t}$ l'écart correspondant à un autre observatoire O_2 (par exemple Phu Thuy), on peut calculer l'écart à son niveau de nuit $A_{S,t}$ de l'élément en un point S situé entre Phu Thuy et Da Lat par l'expression :

$$A_{S,t} = A_{1,t} + (A_{2,t} - A_{1,t}) * L_1 / (L_1 + L_2)$$

ou bien

$$A_{S,t} = A_{2,t} + (A_{1,t} - A_{2,t}) * L_2 / (L_1 + L_2) \quad (9)$$

où L_1 est la distance du point S à l'observatoire de Da Lat, L_2 la distance de ce point à l'observatoire de Phu Thuy. On voit qu'à l'observatoire O_1 ($L_1 = 0$), $A_{S,t} = A_{1,t}$ et à celui de O_2 ($L_2 = 0$), $A_{S,t} = A_{2,t}$.

$A_{S,t}$ est ensuite introduit dans l'expression (8) pour déterminer la valeur $\bar{E}_{S,2003.5}$.

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

for a reduction method based on an estimation of the diurnal variation obtained with the permanent recording of the observatories situated on both sides of the station S.

The computing was done supposing that the diurnal variation between 2 observatories (for example: Phu Thuy and Da Lat) has a linear behaviour versus latitude; thus the diurnal variation deviation at any point situated between the observatories can be estimated by a linear interpolation. This hypothesis was verified with measurements done during several years.

If $A_{1,t}$ is the value of the variation of an element at time t with respect to the night level (the difference between the value of this element at time t and the value observed at local midnight, the same day) at observatory O_1 (for example Da Lat), $A_{2,t}$ the deviation at another observatory O_2 (for example Phu Thuy), one is able to calculate the deviation $A_{S,t}$ of the variation at a point S located between Phu Thuy and Da Lat:

$$A_{S,t} = A_{1,t} + (A_{2,t} - A_{1,t}) * L_1 / (L_1 + L_2)$$

or

$$A_{S,t} = A_{2,t} + (A_{1,t} - A_{2,t}) * L_2 / (L_1 + L_2) \quad (9)$$

where L_1 is the distance from the point S to Da lat observatory, L_2 is the distance from this point to Phu Thuy observatory. One can see that at the observatory O_1 ($L_1 = 0$), $A_{S,t} = A_{1,t}$ and at O_2 ($L_2 = 0$), $A_{S,t} = A_{2,t}$.

$A_{S,t}$ is finally introduced in the formula (8) to determine the value of $\bar{E}_{S,2003.5}$.

To eliminate the influence of disturbance variations, one could think of computing $\bar{E}_{O,2003.5}$ from the average of the five quietest days of each month. In the same way, to eliminate the influence of the diurnal variation, the average could be taken from hourly intervals corresponding to "night level", for example between 15:00 and 19:00 UT. In Table 2 the different means $\bar{E}_{O,2003.5}$ at Phu Thuy observatory are given for 2003.

de la variation diurne sur la valeur moyenne annuelle, on pourrait prendre pour celle-ci la valeur moyenne calculée sur un intervalle horaire caractérisant le "niveau de nuit", par exemple la valeur moyenne entre 15 h et 19 h T.U. On donne ci-dessous les différentes moyennes relevées à Phu Thuy pour l'année 2003.

<i>N</i>	<i>Mean types</i>	$\bar{D}_{O,2003.5}$ (°)	$\bar{H}_{O,2003.5}$ (nT)	$\bar{Z}_{O,2003.5}$ (nT)
1	Every days	-0,9877	39012.6	22017.4
2	Quiet days	-0,9867	39029.8	22016.8
3	Disturbed days	-0,9885	38983.7	22019.1
4	Hourly values of quiet nights	-0,9893	39014.8	22022.1

Tableau 2. Valeurs moyennes relevées à Phu Thuy pendant l'année 2003
Table 2. Mean values at Phu Thuy for the year 2003

Dans notre travail, nous avons adopté la valeur moyenne calculée sur un intervalle de 5 heures autour du minuit local (15 – 19 h TU). Ceci correspond au 4^{ème} cas reporté dans le *Tableau 2*, c'est-à-dire :

$\bar{D}_{O,2003.5} = -0,9893^\circ$
pour la déclinaison D

$\bar{H}_{O,2003.5} = 39014.8\text{nT}$
pour la composante horizontale H

$\bar{Z}_{O,2003.5} = 22022.1\text{nT}$
pour la composante verticale Z

Un exemple de réduction des mesures est donné dans la *fiche 2*

Essentially, we adopted the mean value from an interval of 5 hours around local midnight (15 -19 h UT). This is the fourth case in *Table 2*, that is:

$\bar{D}_{O,2003.5} = -0,9893^\circ$
for declination D

$\bar{H}_{O,2003.5} = 39014.8\text{nT}$
for horizontal component H

$\bar{Z}_{O,2003.5} = 22022.1\text{nT}$
for vertical component Z

An example of measurement reduction is given in *tag 2*

Magnetic Repeat Station Network of Vietnam
Campaign 2003

Measurement Reduction

Station : Da Nang (DNG)

Date : 18/03/2003

Day (1)	t(TU) (2)		Ds,t (3)	A1,t (4)	A2,t (5)	As,t (6)	Es,t-As,t (7)	Mean (8)	E _{o,2003.5} - E _{o,midnight} (9)	$\Delta t \times$ ($\dot{E}_o - \dot{E}_s$) (10)	D _{2003.5} (=8+9+10) (11)
For D	h	mn	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)
77	9	38	-0.6203	0.0233	0.0160	0.0188	-0.6391				
77	9	42	-0.6201	0.0228	0.0166	0.0190	-0.6391	-0.6399	-0.0098	0.0024	-0.6473
77	10	1	-0.6131	0.0359	0.0213	0.0269	-0.6400				
77	10	5	-0.6160	0.0334	0.0203	0.0253	-0.6413				

Day (1)	t(TU) (2)		Hs,t (3)	A1,t (4)	A2,t (5)	As,t (6)	Es,t-As,t (7)	Mean (8)	E _{o,2003.5} - E _{o,midnight} (9)	$\Delta t \times$ ($\dot{E}_o - \dot{E}_s$) (10)	H _{2003.5} (=8+9+10) (11)
For H	h	mn	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)
77	9	54	40206.4	-46.4	-41.0	-43.1	40249.5	40249.3	12.2	1.64	40263.2
77	10	14	40216.6	-36.0	-32.8	-34.0	40250.6				
77	10	19	40215.8	-36.9	-30.8	-33.1	40248.9				

Day (1)	t(TU) (2)		Zs,t (3)	A1,t (4)	A2,t (5)	As,t (6)	Es,t-As,t (7)	Mean (8)	E _{o,2003.5} - E _{o,midnight} (9)	$\Delta t \times$ ($\dot{E}_o - \dot{E}_s$) (10)	Z _{2003.5} (=8+9+10) (11)
For Z	h	mn	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)	(nT)
77	9	50	13805.8	-9.7	-11.2	-10.6	13816.4				
77	9	54	13803.5	-8.4	-11.2	-10.1	13813.6	13813.6	16.4	0.23	13830.2
77	10	14	13802.1	-6.7	-10.0	-8.7	13810.8				
77	10	19	13803.9	-9.0	-10.0	-9.6	13813.5				

Fiche 2. Fiche de réduction des mesures effectuées à la station de Da Nang.
tag 2. Reduction tag for measurements executed at Da Nang station

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS – RESULTS REPORTING

Pour chaque station de répétition du Vietnam les valeurs de la déclinaison D, des composantes horizontale H et verticale Z du champ magnétique ont d'abord été réduites à l'époque 2003.5. Les valeurs de l'inclinaison I, de la composante Nord X, de la composante Est Y et de l'intensité totale du champ T sont déduites des formules habituelles :

$$I = \arctan(Z/H) \quad (10)$$

$$X = H \times \cos D \quad (11)$$

$$Y = H \times \sin D \quad (12)$$

$$T = \sqrt{H^2 + Z^2} \quad (13)$$

Les résultats finaux sont consignés dans le *Tableau 3*.

For every repeat station of the Vietnamese network, values for declination D, horizontal component H, and vertical component Z were reduced to epoch 2003.5. Then the values for inclination I, North component X, East component Y, and total field intensity T were calculated from the usual formulas:

$$I = \arctan(Z/H) \quad (10)$$

$$X = H \times \cos D \quad (11)$$

$$Y = H \times \sin D \quad (12)$$

$$T = \sqrt{H^2 + Z^2} \quad (13)$$

The final results are confined in *Table 3*.

Nr. (1)	Station name (2)	Code (3)	D(°) (4)	I(°) (5)	H(nT) (6)	X(nT) (7)	Y(nT) (8)	Z(nT) (9)	T(nT) (10)
1	AN KHE	AKE	-0.3466	14.28	40584.2	40583.5	-245.5	10328.8	41877.9
2	BAC BINH	BBH	0.0087	7.77	40945.3	40945.3	6.2	5586.3	41324.6
3	BAC CAN	BCN		31.60	38608.9			23753.6	45330.8
4	BAC GIANG	BGG		29.93	38911.3			22404.5	44900.5
5	BAO LOC	BLC	-0.2911	8.62	41019.3	41018.8	-208.4	6216.0	41487.6
6	BAC LIEU	BLU	0.4116	3.15	41088.3	41087.2	295.2	2261.8	41150.5
7	BAN MO	BMO		29.51	39105.7			22132.3	44934.3
8	BUON MA THUOT	BMT	-0.2522	11.29	40996.8	40996.4	-180.5	8187.4	41806.4
9	BINH SON	BNS	-0.5998	17.22	40357.3	40355.1	-422.5	12509.4	42251.6
10	CAO BANG	CBG	-1.2036	32.72	38361.2	38352.7	-805.8	24643.9	45595.0
11	CA MAU	CMU	0.0173	2.77	41249.9	41249.9	12.5	1999.2	41298.3
12	CAM PHA	CPH	-1.1106	29.43	38972.2	38964.9	-755.4	21983.5	44744.9
13	CHA PA	CPA	-1.1220	31.91	38488.0	38480.6	-753.6	23963.0	45338.2
14	CHAU THANH	CTH	-0.2225	5.95	40978.6	40978.3	-159.1	4267.4	41200.2
15	CAN THO	CTO	-0.0063	4.73	41175.3	41175.3	-4.5	3407.0	41316.0
16	DIEN BIEN PHU	DBP	-0.8104	30.15	38980.6	38976.7	-551.3	22639.6	45078.1
17	DEO CA	DCA	-0.1507	11.99	40619.5	40619.4	-106.8	8623.4	41524.8
18	DONG HOI	DHI	-0.7247	22.06	40045.5	40042.3	-506.5	16224.8	43207.5
19	DA LAT	DLT	0.2087	9.80	40823.9	40823.6	148.7	7053.2	41428.7
20	DA NANG	DNG	-0.6473	18.96	40263.2	40260.6	-454.9	13830.2	42572.3
21	GIAN KHUAT	GKT	-0.7817	28.02	39257.0	39253.3	-535.6	20895.2	44471.6
22	GIO LINH	GLH	-0.6725	20.79	40145.4	40142.6	-471.2	15242.7	42941.7
23	GIA RAY	GRY	-0.1011	7.04	41004.9	41004.8	-72.4	5061.1	41316.1
24	HOA BINH	HBH	-0.9464	29.03	39042.0	39036.7	-644.9	21666.8	44651.2
25	HOANG MAI	HMI	-0.8162	25.79	39612.7	39608.7	-564.3	19144.4	43996.3
26	HOC MON	HMN	-0.1343	6.83	41107.8	41107.7	-96.4	4926.9	41402.0
27	HAI PHONG	HPG	-1.0464	29.22	39023.4	39016.9	-712.6	21828.6	44713.7
28	HUE	HUE	-0.6649	19.70	40219.6	40216.9	-466.7	14401.2	42720.1
29	KY ANH	KAH	-0.7268	23.23	39915.8	39912.6	-506.3	17134.9	43438.2
30	LAI CHAU	LCU	-0.7859	31.30	38683.8	38680.2	-530.6	23523.3	45274.5
31	LANG SON	LSN	-1.1209	31.05	38663.1	38655.7	-756.3	23281.3	45131.5
32	MONG CAI	MCI	-1.2256	30.46	38726.8	38717.9	-828.3	22776.4	44928.0
33	MOC CHAU	MCU		29.01	39156.5			21712.4	44773.4
34	M'DRAK	MRK	-0.4015	11.49	40566.1	40565.1	-284.3	8248.4	41396.2
35	MUONG XEN	MXN	-0.7542	26.00	39636.9	39633.5	-521.7	19329.1	44098.7
36	NOI BAI	NBI	-1.0257	29.90	38955.3	38949.1	-697.3	22401.2	44936.9
37	NAM DINH	NDH		28.27	39209.3			21086.1	44519.6
38	NHA TRANG	NTG	-0.2349	10.27	40881.6	40881.3	-167.6	7410.5	41547.8
39	PLEI CU	PCU	-0.5617	14.39	40628.6	40626.6	-398.3	10424.7	41944.7
40	PHAN RANG	PNG	-0.0495	8.71	40865.3	40865.3	-35.3	6258.5	41341.8
41	PHU NINH	PNH		30.25	38842.5			22651.5	44964.8
42	PHO RANG	PRG		31.69	38590.0			23823.5	45351.4
43	PHONG THO	PTO		32.05	38676.8			24212.2	45630.3
44	PHU THUY	PTY	-0.9864	29.44	39014.4	39008.6	-671.6	22021.5	44800.3
45	QUI NHON	QNN	-0.3717	13.60	40664.9	40664.0	-263.8	9839.5	41838.4
46	RACH TAU	RTU	-0.0532	1.28	41303.8	41303.8	-38.4	920.4	41314.1
47	SA HUYNH	SHH	-0.5241	15.83	40527.3	40525.6	-370.7	11494.2	42125.7
48	SON LA	SLA	-0.8343	29.96	38977.9	38973.8	-567.5	22471.7	44991.7
49	SAM SON	SSN		26.77	39460.5			19905.1	44196.7
50	TUAN GIAO	TGO		30.63	38043.4			22527.1	44212.8
51	THAT KHE	TKE		31.94	38528.5			24016.1	45400.6
52	TAY NINH	TNH	-0.1044	8.06	41052.4	41052.3	-74.8	5811.8	41461.7
53	THAI NGUYEN	TNN		30.51	38815.2			22869.4	45051.4
54	TAN SON NHAT	TSN	-0.1171	6.71	41142.3	41142.2	-84.1	4840.2	41426.0
55	TIEN YEN	TYN	-1.1932	30.12	38818.6	38810.2	-808.3	22521.5	44878.7
56	VINH	VIN	-0.7296	24.45	39804.7	39801.5	-506.9	18097.5	43725.7
57	VUNG TAU	VTU	-0.1253	5.73	41269.0	41268.9	-90.3	4137.9	41475.9
58	YEN BAI	YBI		30.89	38752.2			23181.2	45156.4

Tableau 3. Stations de répétition du Vietnam :
Valeurs des éléments D, I, H, X, Y, Z et T rapportées à l'époque 2003.5.
Table 3 : List of the repeat stations of Vietnam:
Values of D,I,H,X,Y,Z and T referred to epoch 2003.5

RESUME DES CARACTERISTIQUES DU RESEAU DE REPETITION DU VIETNAM

Dans ce paragraphe nous reprenons les principales caractéristiques du réseau de répétition du Vietnam en respectant la présentation adoptée pour le catalogue "Regional Magnetic Survey, Chart and Model Descriptions" édité et mis à jour en principe tous les 5 ans par le groupe de travail V-8 de l'IAGA [Barton, 1995].

REGIONAL MAGNETIC REPEAT STATION NETWORK DESCRIPTION

In this paragraph, we present the main characteristics of the Vietnamese repeat station network according to the IAGA Specifications "Regional Magnetic Survey, Chart and Model Descriptions" edited every five years by the IAGA workgroup V-8 [Barton, 1995].

Tableau 4. Liste du fichier "Vietnam Repeat Station Master File"
Table 4. File list of "Vietnam Repeat Station Master File"

VIETNAM, Repeat station master file 1991, 1997 and 2003 Rev. July 2006 This file is formatted according to IAGA specifications. This file contains data from Vietnam (1991, 1997 and 2003): 58 magnetic repeat stations. - for these repeat stations the reoccupation interval is 6 years. - all field elements are reduced to annual mean values. - absolute observations of D, I and F were made, but the results are given as D, H and Z. - declination is given in decimal degrees and H and Z components are given in nT. - annual changes are calculated from the difference between the magnetic values of 1991.5 and 1997.5 and between 1997.5 and 2003.5, divided by time interval. - Cha Pa, Phu Thuy, Da Lat and Bac Lieu are the four permanent magnetic observatories in Vietnam								
*Cao Bang				22.676	106.236		219	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-1.110	38489	23938	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-1.020	38461	24331	1997	0.015	-4.6	65.5
Y DHZ M1.2	2003.5	-1.204	38361	24644	2003	-0.031	-16.7	52.2
*PhongTho				22.394	103.531		1127	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	99999	38755	23508	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	99999	38743	23898	1997	99999	-2	65
Y DHZ M1.2	2003.5	99999	38677	24212	2003	99999	-11.0	52.4
*Cha Pa				22.336	103.835		1552	1990
Y DHZ M1.2	1991.5	-1.061	38628	23226	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.978	38596	23622	1997	0.014	-5.3	66
Y DHZ M1.2	2003.5	-1.122	38488	23963	2003	-0.024	-18.0	56.8
*That Khe				22.282	106.459		192	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	99999	38660	23307	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	99999	38624	23701	1997	99999	-6	65.7
Y DHZ M1.2	2003.5	99999	38529	24016	2003	99999	-15.9	52.5
*Pho Rang				22.196	104.544		55	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	99999	38706	23084	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	99999	38674	23501	1997	99999	-5.3	69.5
Y DHZ M1.2	2003.5	99999	38590	23824	2003	99999	-14.0	53.8
*Bac Kan				22.106	105.860		133	1991
Y DHZ M1.1	1991.5	99999	38738	23023	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	99999	38705	23429	1997	99999	-5.5	67.7
Y DHZ M1.2	2003.5	99999	38609	23754	2003	99999	-16.0	54.1

*Lai Chau				22.053	103.161		191.0	2003
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.786	38684	23523	2003	99999	99999	99999
*Muong Lay				21.948	103.142		289	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.655	38839	22681	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.564	38825	23064	1997	0.015	-2.3	63.8
*Lang Son				21.826	106.734		280	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-1.029	38769	22566	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.985	38750	22965	1997	0.007	-3.2	66.5
Y DHZ M1.2	2003.5	-1.121	38663	23281	2003	-0.023	-14.5	52.7
*Yen Bai				21.717	104.923		60	1990
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.936	38859	22447	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.876	38837	22844	1997	0.01	-3.7	66.2
Y DHZ M1.2	2003.5	99999	38752	23181	2003	99999	-14.1	56.2
*Tuan Giao				21.579	103.424		605	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	99999	38959	22336	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	99999	38957	22728	1997	99999	-0.3	65.3
Y DHZ M1.2	2003.5	99999	38043	22527	2003	99999	-152.3	-33.5
*Thai Nguyen				21.553	105.838		45	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	99999	38929	22122	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	99999	38903	22537	1997	99999	-4.3	69.2
Y DHZ M1.2	2003.5	99999	38815	22869	2003	99999	-14.6	55.4
*Mong Cai				21.516	107.95		9	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-1.104	38847	22087	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-1.072	38820	22476	1997	-0.005	-4.5	64.8
Y DHZ M1.2	2003.5	-1.226	38727	22776	2003	-0.026	-15.5	50.1
*Dien Bien Phu				21.404	103.002		490	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.755	39096	21851	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.316	39071	22163	1997	0.073	-4.2	52
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.810	38981	22640	2003	-0.082	-15.1	79.4
*Phu Ninh				21.387	105.331		40	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	99999	38945	21930	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	99999	38928	22329	1997	99999	-2.8	66.5
Y DHZ M1.2	2003.5	99999	38843	22652	2003	99999	-14.3	53.8
*Tien Yen				21.351	107.356		11	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-1.066	38929	21785	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.994	38920	22187	1997	0.012	-1.5	67
Y DHZ M1.2	2003.5	-1.193	38819	22522	2003	-0.033	-16.9	55.8
*Son La				21.328	103.942		670	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.82	39058	21700	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.69	39061	22115	1997	0.022	-0.5	69.2
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.834	38978	22472	2003	-0.024	-13.8	59.5
*Bac Giang				21.268	106.142		3	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	99999	39008	21680	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	99999	38992	22077	1997	99999	-2.7	66.2
Y DHZ M1.2	2003.5	99999	38911	22405	2003	99999	-13.4	54.6
*Noi Bai				21.215	105.823		15	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.935	39064	21669	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.880	39044	22063	1997	0.009	-3.3	65.7
Y DHZ M1.2	2003.5	-1.026	38955	22401	2003	-0.024	-14.8	56.4

*Ban Mo				21.096	104.238		410	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	99999	39194	21387	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	99999	39177	21790	1997	99999	-2.8	67.2
Y DHZ M1.2	2003.5	99999	39106	22132	2003	99999	-11.9	57.0
*Phu Thuy				21.029	105.958		18	1990
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.916	39122	21300	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.845	39098	21701	1997	0.012	-4	66.8
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.986	39014	22022	2003	-0.024	-13.9	53.4
*Ha Long				20.959	107.026			1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.983	39107	21187	1991	99999	99999	99999
*Cam Pha				21.004	107.227		5	1991
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.743	39060	21660	1997	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	2003.5	-1.111	38972	21984	2003	-0.061	-14.6	53.9
*Hai Phong				20.908	106.672		17	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.949	39123	21109	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.923	39108	21508	1997	0.004	-2.5	66.5
Y DHZ M1.2	2003.5	-1.046	39023	21829	2003	-0.021	-14.1	53.4
*Moc Chau				20.841	104.669		974	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	99999	39250	20979	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	99999	39235	21429	1997	99999	-2.5	75
Y DHZ M1.2	2003.5	99999	39157	21712	2003	99999	-13.1	47.2
*Hoa Binh				20.73	105.327		190	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.764	39255	20838	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.856	39124	21319	1997	-0.015	-21.8	80.2
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.964	39042	21667	2003	-0.018	-13.7	58.0
*Nam Dinh				20.444	106.079		4	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	99999	39291	20347	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	99999	39282	20758	1997	99999	-1.5	68.5
Y DHZ M1.2	2003.5	99999	39209	21086	2003	99999	-12.1	54.7
*Gian Khuat				20.34	105.93		7	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.775	39345	20147	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.633	39329	20554	1997	0.024	-2.7	67.8
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.782	39257	20895	2003	-0.025	-12.0	56.9
*Sam Son				19.725	105.897		55	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.839	39529	19148	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	99999	39527	19614	1997	99999	-0.3	77.7
Y DHZ M1.2	2003.5	99999	39461	19905.1	2003	99999	-11.1	48.5
*Muong Xen				19.392	104.148		180.0	2003
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.754	39637	19329	2003	99999	99999	99999
*Hoang Mai				19.266	105.725		5	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	99999	39691	18388	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.673	39681	18800	1997	99999	-1.7	68.7
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.816	39613	19144	2003	-0.024	-11.4	57.4
*Vinh				18.616	105.701		6	1990
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.764	39789	17384	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.662	39840	17797	1997	0.017	8.5	68.8
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.730	39805	18098	2003	-0.011	-5.9	50.1

*Ky Anh				18.048	106.324		4	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	99999	39988	16380	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.602	39981	16804	1991	99999	-1.2	70.7
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.727	39916	17135	2003	-0.021	-10.9	55.2
*Dong Hoi				17.493	106.624		15	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.552	40084	15458	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.593	40113	15876	1997	-0.007	4.8	69.7
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.725	40046	16225	2003	-0.022	-11.3	58.1
*Gio Linh				16.901	107.081		18	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.247	40123	14568	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.518	40319	14962	1997	-0.045	32.7	65.7
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.673	40145	15243	2003	-0.026	-28.9	46.8
*Hue				16.42	107.579		10	1990
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.693	40272	13666	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.53	40297	14083	1997	0.027	4.2	69.5
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.665	40220	14401	2003	-0.022	-12.9	53.0
*Da Nang				16.058	108.198		10	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.517	40279	13071	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.540	40240	13512	1997	-0.004	-6.5	73.5
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.647	40263	13830	2003	-0.018	3.9	53.0
*Binh Son				15.274	108.771		3	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.315	40393	11774	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.518	40415	12178	1997	-0.034	3.7	67.3
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.600	40357	12509	2003	-0.014	-9.6	55.2
*Sa Huynh				14.654	109.065		5	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.364	40521	10732	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.431	40559	11163	1997	-0.011	6.3	71.8
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.524	40527	11494	2003	-0.016	-5.3	55.2
*An Khe				13.973	108.733		467	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.301	40562	9548	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.373	40613	9978	1997	-0.012	8.5	71.7
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.347	40584	10329	2003	0.004	-4.8	58.5
*Plei Cu				13.909	108.001		760	1991
Y DHZ M1.1	1991.5	-0.197	40447	9495	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.231	40514	9952	1997	-0.006	11.2	76.2
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.562	40629	10425	2003	-0.055	19.1	78.8
*Qui Nhon				13.72	109.207		10	1990
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.235	40619	9113	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.235	40682	9546	1997	0.000	10.5	72.2
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.372	40665	9840	2003	-0.023	-2.8	48.9
*Deo Ca				12.908	109.372		7	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.273	40606	7862	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.110	40671	8320	1997	0.027	10.8	76.3
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.151	40620	8623	2003	-0.007	-8.6	50.6
*M'Drak				12.75	108.748		410	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.429	40542	7483	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.370	40645	7849	1997	0.010	17.2	61.0
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.402	40566	8248	2003	-0.005	-13.2	66.6

*Buon Ma Thuot				12.698	108.151		570	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.335	40851	7460	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.229	40916	7942	1997	0.018	10.8	80.3
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.252	40997	8187	2003	-0.004	13.5	40.9
*Nha Trang				12.231	109.183		12	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.218	40824	6637	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.117	40962	7059	1997	0.017	23.0	70.3
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.235	40882	7411	2003	-0.020	-13.4	58.6
*Da Lat				11.944	108.482		1580	1990
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.180	40762	6264	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.092	40852	6702	1997	0.015	15.0	73.0
Y DHZ M1.2	2003.5	0.209	40824	7053	2003	0.050	-4.7	58.5
*Phan Rang				11.531	108.934		18	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.087	40873	5512	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.048	40970	5995	1997	0.007	16.2	80.5
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.050	40865	6259	2003	0.000	-17.4	43.9
*Bao Loc				11.41	107.608		178	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.310	40850	5141	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.275	41022	5870	1997	0.006	28.7	121.5
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.291	41019	6216	2003	-0.003	-0.4	57.7
*Tay Ninh				11.289	106.099		12	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.124	41166	5052	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.153	41080	5512	1997	-0.005	-14.3	76.7
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.104	41052	5812	2003	0.008	-4.6	50.0
*Bac Binh				11.199	108.335		15	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	0.023	40872	4783	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.061	40989	5239	1997	-0.014	19.5	76.0
Y DHZ M1.2	2003.5	0.009	40945	5586	2003	0.012	-7.3	57.9
*Xuan Truong				10.912	107.428		130	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.11	40874	4297	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.033	40930	4748	1997	0.013	9.3	75.2
*Gia Ray				10.914	107.397		144	2003
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.101	41005	5061	2003	99999	99999	99999
*Hoc Mon				10.848	106.56		20	2003
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.134	41108	4927	2003	99999	99999	99999
*Sai Gon				10.813	106.641		10	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.136	41138	4079	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.077	41136	4474	1997	0.01	-0.3	65.8
*Tan An				10.546	106.399		15	1990
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.146	41117	3617	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.124	41167	4123	1997	0.004	8.3	84.3
*Chau Thanh				10.397	106.303		4	2003
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.223	40979	4267	2003	99999	99999	99999
*Vung Tau				10.389	107.119		10	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.087	41287	3342	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.031	41169	3798	1997	0.009	-19.7	76.0
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.125	41269	4138	2003	-0.016	16.7	56.6

*Can Tho				9.957	105.736		10	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.101	41025	2586	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.008	41180	3026	1997	0.016	25.8	73.3
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.006	41175	3407	2003	0.000	-0.8	63.5
*Bac Lieu				9.298	105.71		11	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.061	40950	1458	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.105	41045	1904	1997	-0.007	15.8	74.3
Y DHZ M1.2	2003.5	0.412	41088	2262	2003	0.086	7.2	59.6
*Ca Mau				9.176	105.176		10	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	99999	41496	1194	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	-0.046	41200	1653	1997	99999	-49.3	76.5
Y DHZ M1.2	2003.5	0.017	41250	1999	2003	0.011	8.3	57.7
*Rach Goc				8.605	105.007		3	1991
Y DHZ M1.2	1991.5	-0.057	41100	217	1991	99999	99999	99999
Y DHZ M1.2	1997.5	0.074	41216	628	1997	0.022	19.3	68.5
*Rach Tau				8.595	104.763		8	2003
Y DHZ M1.2	2003.5	-0.053	41304	920	2003	99999	99999	99999

Tableau 4. Liste du fichier "Vietnam Repeat Station Master File"

Table 4. File list of "Vietnam Repeat Station Master File"

QUINZE ANS DE MESURES DU RÉSEAU MAGNÉTIQUE DE RÉPÉTITION DU VIETNAM

—

FIFTEEN YEARS OF MAGNETIC MEASUREMENTS IN THE MAGNETIC REPEAT STATION NETWORK OF VIETNAM

Les modèles de champ magnétique souffrent de la mauvaise distribution des mesures à la surface du globe. La qualité des modèles de champ ainsi que le calcul de la variation séculaire dépendent de la qualité de la distribution spatiale des stations (répartition et densité des stations de mesure). La distribution actuelle des observatoires dans de nombreuses régions du globe est loin d'être satisfaisante. Les réseaux magnétiques de répétition aident à satisfaire les conditions de densité spatiale de mesures. Les mesures des réseaux magnétiques de répétition peuvent être utilisées pour les modèles régionaux et globaux et pour l'élaboration de cartes magnétiques.

Les stations du réseau magnétique de répétition Vietnamien ont été réoccupées en 2003, 15 ans après la création du réseau actuel. Les mesures réduites à l'époque 2003.5 sont ajoutées aux mesures des campagnes précédentes (1991.5 et 1997.5).

Les figures 4, 5 et 6 montrent les cartes des valeurs des composantes D, I et T au Vietnam pour les époques 1991.5, 1997.5 et 2003.5. Les cartes ont été dessinées grâce aux mesures du réseau magnétique de répétition, et en utilisant une méthode analytique d'approximation par un polynôme du second ordre.

ANALYSE DES CARTES MAGNETIQUES DU VIETNAM

Valeurs caractéristiques

Les valeurs des éléments du champ magnétique sur le territoire du Vietnam sont comprises, pour les 3 époques dans les intervalles ci-dessous :

$$-1.3^{\circ} \leq D \leq 0.1^{\circ}$$

The modelling of the magnetic fields suffers of the bad distribution of the data on the Earth's surface. The quality of the models of the principal field and of its secular variation depends on the stations distribution; the model is better when the distribution is dense and uniform. The actual distribution of the observatories shows that there are many regions in which this condition is not ensured, by far. In the regions deprived of observatories, the measurements done in the repeat stations can be used for the global or regional modelling and for the elaboration of magnetic charts.

The last measurement campaign in Vietnam was effectuated in 2003, 15 years after the installation of the actual repeat network. The measurements reduced to the epoch 2003.5 were added to the existent data base, which includes the measurements data for the epochs 1991.5 and 1997.5.

Figures 4, 5 and 6 show the charts of the three components D, I, T in Vietnam for three epochs (1991.5, 1997.5 and 2003.5). The charts are constructed from the measurements on the repeat stations network, only with an analytical method of approximation of the normal geomagnetic field in the form of a second degree polynomial.

ANALYSIS OF THE MAGNETIC CHARTS OF VIETNAM

Magnetic values

The values of the elements of the normal magnetic field on the territory of Vietnam for the three epochs are included in the following ranges:

$$-1.3^{\circ} \leq D \leq 0.1^{\circ}$$

$$0^\circ \leq I \leq 35^\circ$$

$$41000\text{nT} \leq T \leq 46100\text{nT}$$

Déclinaison D

La déclinaison est faible au Vietnam ($\max(|D|) = 1.3^\circ$). Les valeurs de déclinaison sont presque toutes négatives. La déclinaison est positive seulement dans l'extrême pointe sud du territoire. Elle croît en valeur absolue avec la latitude.

Entre les années 1991 et 2003, la déclinaison D a évolué de façon non monotone. Entre 1991 et 1997, la déclinaison croît d'une quantité comprise entre 0 et 0.15° , suivant le lieu. Alors que pendant la seconde période elle décroît entre 0.15 et 0° .

Les isogones pour ces 3 périodes ne sont pas linéaires. Elles sont orientées :

- nord-ouest – sud-est au nord et au centre du territoire
- ouest – est dans la partie nord du territoire sud vietnamien pour 2003.
- sud-ouest – nord-est dans la partie la plus méridionale du territoire pour l'époque 2003.5

De plus, les isogones se resserrent vers le nord du pays.

Les isogones sont largement influencées par l'anomalie magnétique lakoutie (Russie), présentant une courbure orientée vers le sud pour l'ensemble du territoire pour les époques 1991.5 et 1997.5, et pour la partie nord et centrale pour 2003.5. Pour l'année 2003, l'anomalie de Malaisie influence les isogones du sud du territoire vietnamien, donnant une courbure orientée nord.

Remarque :

On peut se demander si la forte courbure des isogones déterminées à partir des seules mesures des stations de répétitions du réseau vietnamien à un sens, compte tenu de l'étroitesse du territoire ; cependant, les cartes mondiales donnent une allure similaire.

Inclinaison I

Les valeurs de l'inclinaison ont augmenté régulièrement entre 1991 et 2003, d'environ 1° . Dans la partie la plus au sud du territoire, la croissance a été plus rapide, avec une augmentation d'environ 1.2° , alors qu'au nord-est du pays, l'augmentation est de l'ordre de 0.8° .

Pour les 3 époques, les isoclines sont

$$0^\circ \leq I \leq 35^\circ$$

$$41000\text{nT} \leq T \leq 46100\text{nT}$$

Declination D

Absolute values of D on the whole territory are small ($\max(|D|) = 1.3^\circ$). Almost all the values of D are negative, with the exception of the ones in a very small part in the southeast part of the territory, where they are positive. When going northwards the absolute values of D increase.

Between 1991 and 2003, the D values varied in a complicated way: from 1991 to 1997, they have an increasing trend with values of about $0^\circ - 0.15^\circ$, depending of the location, whereas from 1997 to 2003, they have a decreasing trend, with values of about $-0.15^\circ - 0^\circ$.

The isogons at the three epochs are curved, having the tendency to drift to the west. They are lying in:

- the north-west – South-east direction in the north and central part of territory
- west – east in the north part of the south of Vietnam for 2003
- south-west – north-east in the southeast part of the territory for 2003.5 epoch

The isogons become denser and denser when going northwards. The three isogonic maps are strongly determined by the lakutia magnetic anomaly (Russia), which has a convexity towards the south in the north and central parts of the country. In the south part of country, they are strongly influenced by the Malaysia anomaly. This feature can be observed clearly on the zero isogon (agon): for 1991.5 and 1997.5 epochs it is completely determined by the lakutia anomaly, with a North concavity, whereas for 2003.5 epoch, its concavity is towards the south, being influenced by the Malaysia anomaly.

Remark:

One can doubt that the curvature of the isogonic lines, drawn from the only values of D in the Vietnamese repetition array, has meaning, considering the narrowness of the territory; but the worldwide maps display the same features.

Inclination I

The values of I increase regularly from 1991 to 2003, by about 1° . In the southeast part of territory, I increases more rapidly, by about 1.2° , whereas in the Northeast

équidistantes et parallèles, et inclinées d'un angle de 1 à 3° par rapport à la direction est-ouest.

Pour les 3 périodes (1991, 1997 et 2003), les valeurs de l'inclinaison varient du sud au nord, de 0 à 35°. Le gradient suivant le méridien est de 1.2°/km.

De 1991 à 1997, les isoclines se sont déplacées régulièrement vers le sud, avec une moyenne de 4.3km/an sur l'ensemble du territoire. Ainsi on peut observer l'isocline zéro quitter la côte sud en 1991 et se déplacer de 52km vers le sud de 1991 à 2003. Ceci signifie que l'équateur magnétique s'est déplacé vers le sud de 4.3km/an sur le territoire vietnamien.

Champ Total T

Au Vietnam, le champ total croît du sud au nord, de 41000nT à 46100nT en 2003.

L'intensité du champ magnétique a augmenté de 300nT entre 1991 et 2003 sur l'ensemble du territoire Vietnamien.

Les lignes isomagnétiques pour les périodes 1991, 1997 et 2003 sont à peu près identiques. Elles semblent se courber vers le nord-ouest presque partout sauf à l'extrême sud-est, où elles se courbent vers le sud-est. On observe ainsi l'influence des anomalies de la partie nord-est de l'Asie et du sud de l'Australie. Comme pour l'inclinaison, les isomagnétiques se déplacent vers le sud au fil du temps.

part, it increases by about 0.8°. The three isoclinic maps show fairly straight equidistant lines, nearly parallel to the latitudes, making with the parallels angles of 1° – 3°.

In Vietnam, for all the three periods (1991, 1997, 2003), from the south to the north, the values of inclination I increase from 0° to 35°. The more one goes northwards, the bigger the value of I with an along meridian gradient of about 1.2°/km.

From 1991 to 2003, the isoclinics move to the south rather regularly, with a mean rate of about 4.3km/year on the whole territory. This can be seen clearly on the zero isoclinic line: at the epoch 1991.5, it was located beyond the coast of the southeast part of Vietnam territory, while in 2003.5 it was more southwards at a distance of about 52 km from its position at the epoch 1991.5, i.e. with a rate of about 4.3km/year. This means that the magnetic equator has drifted to the south with a rate of 4.3km/year in the Vietnamese meridians.

Total field T

The value of the total intensity T varies from 41000nT in the southeast to 46100nT in the northeast of the territory for 2003.

The values of T increased from 1991 to 2003 on the whole territory of Vietnam by about 300nT.

The three isodynamic lines sets are similar: they are generally bending toward the north-west, whereas in the extreme south-east of the region, they bend to the south-east. These features show the influence of Asian-Australian continental anomalies, one in north-east of Asia, the other one in south of Australia. As for the inclination, the isodynamic lines have a tendency to drift southwards with time.

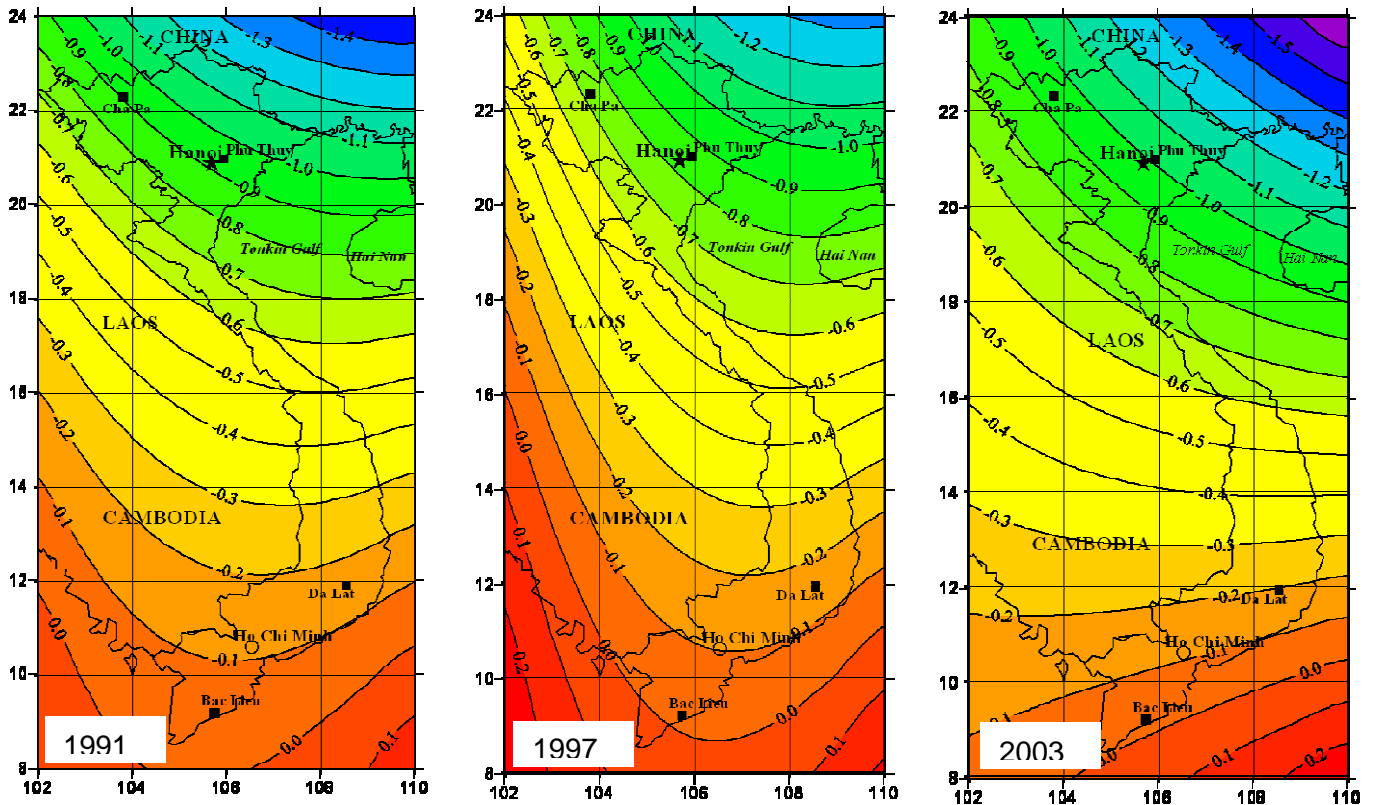


Figure 4. Déclinaison magnétique [°] pour les époques 1991.5, 1997.5 et 2003.5 au Vietnam
 Figure 4. Magnetic declination [°] for the 1991.5, 1997.5 and 2003.5 epochs in Vietnam

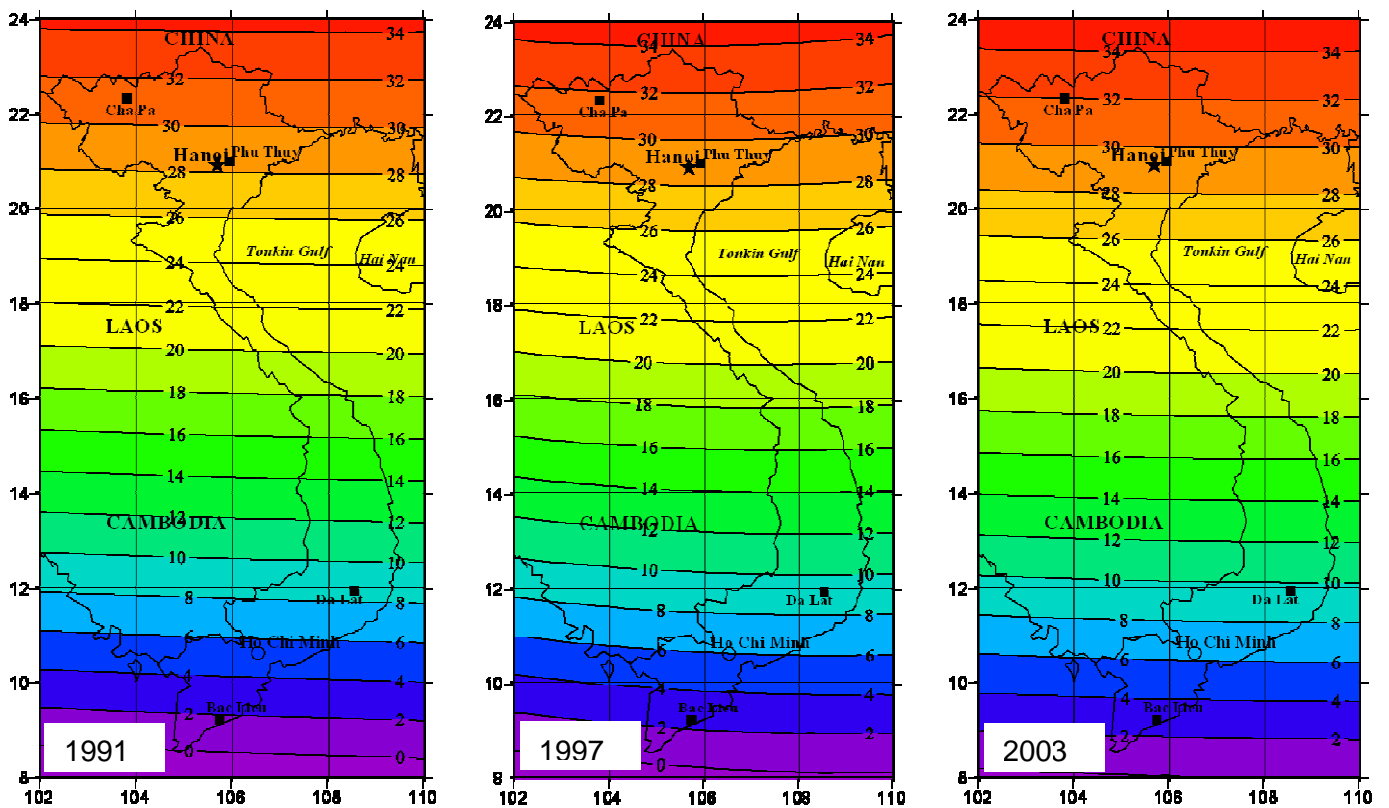


Figure 5. Inclinaison magnétique [°] pour les époques 1991.5, 1997.5 et 2003.5 au Vietnam
 Figure 5. Magnetic inclination [°] for the 1991.5, 1997.5 and 2003.5 epochs in Vietnam

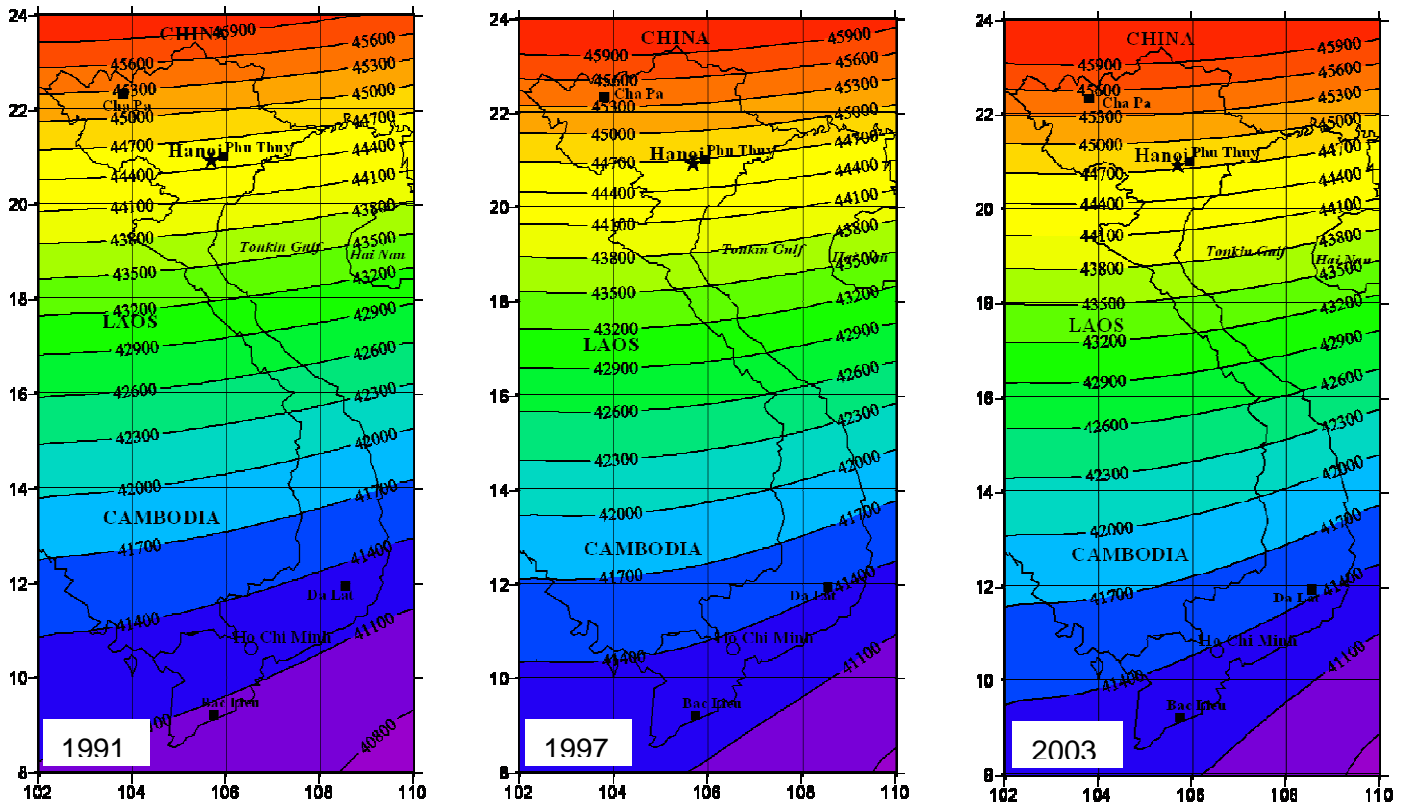


Figure 6. Intensité totale du champ magnétique [nT] pour les époques 1991.5, 1997.5 et 2003.5 au Vietnam

Figure 6. Total intensity of the magnetic field [nT] for 1991.5, 1997.5 and 2003.5 epochs in Vietnam

CONCLUSION

Les résultats des mesures effectuées au cours des campagnes 1991, 1997 et 2003 dans les 58 stations de répétition du Vietnam et présentés dans ce bulletin ont été obtenus dans le cadre d'une coopération scientifique, établie depuis 1990, entre l'Institut de Physique du Globe de Paris et l'Institut de Géophysique de Hanoi.

On a exposé en détail la méthode de réduction des observations, méthode mise au point pour tenir compte des difficultés particulières rencontrées dans le cas d'un territoire de forme allongée et irrégulière comme le Vietnam.

On a présenté les cartes magnétiques du Vietnam pour les époques 1991.5, 1997.5 et 2003.5, ainsi que leurs caractéristiques.

Les résultats obtenus pour les valeurs des éléments du champ magnétique pour les campagnes 1991, 1997 et 2003 devraient permettre de modéliser le champ de variation séculaire durant cette période sur le territoire du Vietnam. Les résultats de cette étude en cours seront publiés dans un prochain article.

The results of the magnetic measurements carried out during the campaigns 1991, 1997 and 2003 in the 58 Vietnamese magnetic repeat stations and published in this bulletin have been obtained as part of the cooperation between the Institut de Physique du Globe de Paris and the Hanoi Institut of Geophysics, started in 1980.

One presents in details the method for the reduction of the measurements, which takes into account the particular elongated shape of Vietnam territory.

The magnetic charts are presented for the three epochs 1991.5, 1997.5 and 2003.5. One discusses the characteristics of the magnetic field in Vietnam.

The results achieved for the magnetic components for the three campaigns should allow to modelize the secular variation of the magnetic field in Vietnam. The result of this study will be published in a next paper.

REMERCIEMENTS – THANKS

Nous remercions MM X. Lalanne et J-C. Delmond qui ont installé l'ensemble des appareils d'enregistrement et de mesure absolue à l'observatoire de Phu Thuy. La qualité des données obtenues a permis d'effectuer une réduction aussi précise que possible des mesures de terrain.

Nous remercions M. Hung T.T. pour avoir vaillamment parcouru les 13000km de route sur tout le territoire vietnamien, et M. Vinh N.B. pour son aide lors des calculs et de la réduction des données.

Enfin, merci à MM. Tue N.V., Truong L.V., Thanh T.P., Thi N.V., pour avoir bien maintenu l'enregistrement du champ magnétique dans le réseau national des observatoires magnétiques du Vietnam pendant l'exécution des mesures sur le réseau de répétition.

Ce projet est a été réalisé avec l'aide du Programme de recherche fondamentale N° 7.111.06.

We thank Mr X. Lalanne and Mr J-C. Delmond who installed the digital magnetometer recording system and absolute measurement instruments in Phu Thuy observatory. The quality of the magnetic data allowed us to reduce the repeat station measurements accurately.

We thank Mr Hung T.T. for driving 13000km through the Vietnamese territory, and M Vinh N.B. for his help for the data computing and data reduction.

Finally we thank Mr Tue N.V, Mr Truong L.V, Mr Thanh T.P and Thi N.V for the quality of the magnetic recording in the Vietnamese magnetic observatories.

This project has been realized with the help of the Research Program 7.111.06.

TABLEAUX – TABLES

Tableau 1. Liste des stations de répétition occupées lors de la campagne de mesure 2003 du Vietnam.

Tableau 2. Valeurs moyennes relevées à Phu Thuy pendant l'année 2003

Tableau 3. Stations de répétition du Vietnam : Valeurs des éléments D, I, H, X, Y, Z et T rapportées à l'époque 2003.5.

Tableau 4. Liste du fichier "Vietnam Repeat Station Master File"

Table 1. List of repeat stations of the campaign 2003 in Vietnam.

Table 2. Mean values at Phu Thuy for the year 2003

Table 3. List of the repeat stations of Vietnam. Values of D,I,H,X,Y,Z and T referred to epoch 2003.5

Table 4. File list of "Vietnam Repeat Station Master File"

FICHES – TAGS

Fiche 1. Exemple de fiche de mesures pour la station de Da Nang

Fiche 2. Fiche de réduction des mesures effectuées à la station de Da Nang.

Tag 1. Example of measurements tag for the Da Nang station

Tag 2. Reduction tag for measurements at Da Nang station

FIGURES

Figure 1. Localisation et code des stations du réseau magnétique de répétition du Vietnam pour la campagne de 2003.

Figure 2. Diagramme illustrant la signification des quantités $\delta o,t$ et $\Delta o,t$

Figure 3. Exemple de variation journalière régulière S_q (composante H) à Rach Goc et dans les quatre observatoires magnétiques du Vietnam [Hao, 1986].

Figure 4. Déclinaison magnétique [$^{\circ}$] pour les époques 1991.5, 1997.5 et 2003.5 au Vietnam

Figure 5. Inclinaison magnétique [$^{\circ}$] pour les époques 1991.5, 1997.5 et 2003.5 au Vietnam

Figure 6. Intensité totale du champ magnétique [nT] pour les époques 1991.5, 1997.5 et 2003.5 au Vietnam

Figure 1. Localization and code name of stations in the repeat network of Vietnam for the campaign 2003.

Figure 2. Diagram showing the signification of $\delta o,t$ and $\Delta o,t$

Figure 3. Example of the diurnal variation S_q (H component) at Roch Goc and in the four magnetic observatories of Vietnam [Hao, 1986].

Figure 4. Magnetic declination [$^{\circ}$] for epochs 1991.5, 1997.5 and 2003.5 in Vietnam

Figure 5. Magnetic inclination [$^{\circ}$] for epochs 1991.5, 1997.5 and 2003.5 in Vietnam

Figure 6. Total intensity of the magnetic field [nT] for epochs 1991.5, 1997.5 and 2003.5 in Vietnam

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

—

BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

- BARTON C.E. and L.R. NEWITT, 1995. Regional Magnetic Survey, Chart and model descriptions, IAGA (International Association of Geomagnetism and Aeronomy), Division V, Working Group 8, published by the Australian Geological Survey Organisation, Canberra.
- CHAU H.D., D. GILBERT, 1999. Normal field of magnetic fields on the territory of Vietnam for epoch 1997.5. *Journal of Sciences of the Earth, Hanoi, 21(4), 241 - 253. (In Vietnamese)*
- CHAU H.D., D. GILBERT, J.L. LE MOUËL, N.T.K. THOA, 2001. Observations magnétiques. Réseau magnétique de répétition du Vietnam, campagne 1997. - *Bulletin n°17 du Bureau Central de Magnétisme Terrestre, France. 1 - 35*
- CHAU H.D. 2006. Normal magnetic models for epoch 2003.5 in Vietnam. *Advances in Natural Sciences (in press)*
- GILBERT D., J. BITTERLY, 1994. Guide pour les campagnes de mesures faites dans les stations du réseau magnétique de répétition français, en: *Observations magnétiques, Bulletin n°5, BCMT, France, 77 - 97.*
- HAO T.Q., N.V. GIANG, H.D. CHAU, H.T. LY, L.H. MINH, D.C. THANG, D.V. HUNG, 1986. Results of the elaboration of the maps of the land geomagnetic elements for the territory of Vietnam, epoch 1975.5. *Contributions of the NCRS of Vietnam, Tome V (Geophysics, 1985 - 1986), Hanoi, 65-68. (In Vietnamese)*
- IAGA (International Association of Geomagnetism and Aeronomy), Division V, Working Group V-MOD, IGRF Model, 2004. The 9th Generation International Geomagnetic Reference Field
- LE MOUËL J.-L., J. BITTERLY, 1995. Réseau magnétique de répétition : France métropolitaine 1992, in : *Observations magnétiques, Bulletin n°8, BCMT, France, 5 - 44.*
- NEWITT, L.R, C.E. BARTON and J. BITTERLY, 1996. Guide for Magnetic Repeat Station Surveys, 112 pp., *International Association of Geomagnetism and Aeronomy, Boulder, Co., USA*
- THOA N.T.K., D.GILBERT, N.V. GIANG, 1992. Normal magnetic charts in the territory of Vietnam for epoch 1991.5, *Journal of Sciences of the Earth, 14 (4), 97 - 109 (in Vietnamese)*

BUREAU CENTRAL DE MAGNÉTISME TERRESTRE
INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE DE PARIS, B89
4, place Jussieu, 75252 PARIS CEDEX 05 - FRANCE
E-Mail : bcmt@ipgp.jussieu.fr