

MAREES TERRESTRES

BULLETIN d'INFORMATIONS

N° 46

31 décembre 1966

Association Internationale de Géodésie

Commission Permanente des Marées Terrestres

Editeur Prof. Paul M E L C H I O R

Observatoire Royal de Belgique

3, Avenue Circulaire

Bruxelles 18.

Bulletin d'Informations des Marées Terrestres N° 46

Table des Matières

P. MELCHIOR

Analyse de longs enregistrements de Marées Terrestres

Introduction	p. 1863
Choix des séries à analyser	1865
Passage en ordinateur	1865
Discussion des résultats	1866
1. Tableaux des résultats pour chaque série traitée individuellement	1866
Composante Verticale	1869
Composante Est-Ouest	1881
Composante Nord-Sud	1895
Valeurs Théoriques	1904
2. Erreurs quadratiques moyennes et pondération des stations	1905
3. Résultats pour la composante verticale	1907
4. Résultats pour la composante Est-Ouest	1916
5. Résultats pour la composante Nord-Sud	1923-4-5
6 Effets dynamiques du noyau liquide Comparaison avec les modèles théoriques de Jeffreys-Vicente et de Molodensky	1923-6
Remarques particulières	1929
Addendum	1930
Bibliographie	1931

ANALYSE DE LONGS ENREGISTREMENTS DE MAREES TERRESTRES

par

Paul MELCHIOR

Directeur du Centre International des Marées Terrestres.

INTRODUCTION

En 1957, lorsqu'il fut décidé de développer une campagne d'étude des marées terrestres à l'occasion de l'Année Géophysique Internationale, on ne disposait pour se faire une idée des caractéristiques du phénomène que de quelques enregistrements portant chacun sur une quinzaine de jours, ou exceptionnellement un mois.

Les difficultés instrumentales à vaincre étaient grandes et il a fallu autant de persévérance que d'adresse pour les surmonter et installer dans les conditions exceptionnellement difficiles des sites souterrains des stations capables d'enregistrer le phénomène de manière continue pendant de longues années.

En outre on a constaté qu'il faut surveiller en permanence la sensibilité des appareils car celle-ci évolue dans le temps et il faut absolument tenir compte de cette variable au cours des calculs de réduction.

C'est ainsi que figurent actuellement dans les archives du Centre International 23 séries de mesures dont la longueur va de 250 à 1136 jours.

Toutefois ces séries ne sont pas toujours absolument ininterrompues et peuvent présenter plusieurs lacunes. Il y a d'ailleurs intérêt à supprimer au sein d'une série des portions rendues temporairement douteuses en raison d'un mauvais fonctionnement de l'appareil, de microséismes ou séismes trop violents, d'une connaissance imprécise de la sensibilité ou d'une brusque variation de celle-ci.

Ceci posait le problème de la méthode d'analyse à appliquer.

Tout au début des recherches on s'est tourné vers les techniques usuelles de l'analyse harmonique des marées océaniques mises au point par A.T. Doodson au Tidal Institute.

Des variantes de cette méthode, visant à tenir compte de la "dérive" des instruments de marée terrestre ont été relativement peu employées.

En effet, le problème essentiel dans l'interprétation des marées terrestres est la comparaison correcte entre l' "onde" complexe (ou constituant) déduite de l'enregistrement par un processus de calcul plus ou moins habile et l'onde théorique homologue de celle que peut donner ce processus de calcul.

Cette conception a été introduite par R. Lecolazet [1] et sa méthode de calcul a été employée extensivement, tout particulièrement au Centre International qui en a fait à ce jour plus de 3.500 applications avec un ordinateur IBM 1620.

Cependant la méthode Lecolazet est une méthode ne s'appliquant qu'à un intervalle standard de 30 jours.

Les enregistrements de durée inférieure sont donc perdus et si quelque perturbation se présente dans un intervalle de 30 jours, il faut bien la subir pour ne pas perdre le fruit du restant de l'enregistrement.

Ces longs enregistrements ne peuvent être traités que par applications successives du processus mensuel dont les résultats peuvent être retravaillés ensuite par moindres carrés [2].

Enfin il faut dire que la méthode, conçue en 1956, ne pouvait tirer parti de toutes les possibilités d'un ordinateur puissant.

Ces réflexions et l'accumulation de données de plus en plus étendues et précises, nous avaient amené à formuler le problème sous la forme exposée ci-après et à en proposer la résolution à A.P. Venedikov (de l'Institut Géophysique de Bulgarie) qui s'était déjà distingué par quelques études intéressantes sur les méthodes d'analyse :

Construire une méthode nouvelle qui satisferait aux conditions suivantes

- 1) s'appliquer à une longueur d'enregistrement absolument arbitraire (minimum 30 jours) ;
- 2) accepter dans cet enregistrement autant d'interruptions de durée quelconque que l'on veut ;
- 3) utiliser complètement les ressources des ordinateurs les plus puissants dans le choix et la constitution des filtres numériques, lesquels seront aussi compliqués qu'il conviendra ;
- 4) utiliser la méthode des ondes homologues de Lecolazet pour le calcul des facteurs d'amplitude et des déphasages.

En 1965 et 1966, A.P. Venedikov a fait deux séjours au Centre International (contrat Unesco n° 2470/65) où il a disposé des ordinateurs IBM 1620 et IBM 7040 pour mener à bien ce travail. Il a apporté une solution élégante et précise au problème posé : on en trouve l'exposé essentiel dans deux notes présentées à l'Académie Royale de Belgique [3] [4].

Choix des séries à analyser.

La "cartothèque" du Centre International contient au 1.12.1966, 51.739 jours d'observations de marées terrestres qui se répartissent comme suit :

composante verticale :	16.648 jours,
composante Nord-Sud :	15.628 jours,
composante Est-Ouest :	17.620 jours,
Tensions et Dilatations :	1.843 jours.

Toutes ces données ont été traitées par la méthode Lecolazet au cours des dernières années.

Nous avons choisi les séries à analyser d'après les critères suivants :

- 1) porter sur une durée minimum de 200 jours
- 2) être pourvue d'une table de sensibilité stable et correcte, ce dont peuvent témoigner par leur stabilité les résultats des analyses mensuelles effectuées par la méthode Lecolazet.

Les séries qui répondent à ces conditions sont données dans le Tableau I.

Chaque série a été soigneusement explorée à l'aide du programme de test d'erreurs (MT2) et quelques rares corrections ont été apportées aux données.

Passage en Ordinateur.

Les programmes initiaux, répartis en 3 phases, avaient été écrits dans un délai forcément abrégé par A.P. Venedikov.

Par la suite P. Pâquet a condensé toute l'opération en deux phases qu'il a écrites avec un très grand soin :

- 1) Calcul des fonctions M_1 , N_1 avec interpolation de la sensibilité.
Ce Programme écrit en langage SPS pour l'ordinateur IBM 1620 demande l'entrée d'une table de sensibilités couvrant tout l'intervalle, suivie des mesures elles mêmes perforées sur cartes 13 mots [5] .
- 2) Calcul des rapports d'amplitudes, phases, erreurs quadratiques moyennes.
Ce Programme écrit en langage Fortran pour l'ordinateur IBM 7040 demande l'entrée d'une carte maîtresse décrivant la station étudiée (ϕ , λ , H, g, composante), suivie d'une carte indiquant le nombre de jours de l'intervalle étudié, puis des cartes contenant les fonctions M_1 , N_1 et leur époque .

La sortie de ce programme a la forme des tableaux que l'on trouvera ci-après.

Discussion des résultats.

Les résultats obtenus sont présentés et discutés dans ce qui suit :

1) Tableaux des résultats pour chaque série traitée individuellement.

Ces tableaux présentent d'abord les caractéristiques de la station d'observations, le nom de l'Institution et du responsable des recherches, le nom de l'appareil et les époques d'observation successives qui constituent l'intervalle analysé. Chaque intervalle ininterrompu est indiqué par la date du début des mesures et la date de fin des mesures. Le nombre total de jours sur lequel porte le calcul est indiqué.

On donne ensuite les facteurs d'amplitude, les déphasages (en degrés et fractions décimales) et les erreurs quadratiques moyennes sur ces coefficients pour les 14 constituants principaux :

$$\begin{array}{ccccccc} Q_1 & O_1 & M_1 & P_1 & S_1 & K_1 & J_1 & OO_1 \\ & & 2N_2 & N_2 & M_2 & L_2 & S_2 & K_2 \end{array}$$

Toutefois si la longueur de l'intervalle n'atteint pas 365 jours, l'onde S_1 n'est pas calculée et les ondes S_2 et K_2 restent groupées. Le nombre d'ondes de la liste de Lecolazet contenues dans chaque constituant est donné avant le sigle du constituant. Par exemple, au sigle Q_1 correspondent les 11 premières ondes de la liste de Lecolazet.

Les tableaux donnent aussi l'erreur quadratique moyenne sur une mesure évaluée à partir de la série diurne (erreur Q.M. D) et à partir de la série semi-diurne (erreur Q.M. SD). En principe, ces erreurs sont données en microgals pour les gravimètres et en $0''0001$ pour les pendules horizontaux. Par comparaison avec un autre procédé d'évaluation de cette erreur [5], on peut penser qu'elles sont surestimées dans la méthode Venedikov. Cette opinion est confirmée par l'analyse d'une série annuelle de valeurs théoriques de la composante verticale calculée par R.Lecolazet avec une précision de $0,01 \mu\text{gal}$. La méthode Venedikov indique une erreur quadratique moyenne de $0,8 \mu\text{gal}$ pour cette série. On peut donc penser qu'elle surestime les erreurs d'un facteur 10 et ceci mettrait les résultats de ce calcul en accord avec ceux de l'autre méthode.

Les stations sont présentées dans l'ordre des longitudes Est croissantes et suivant la succession

- 1) composante verticale (gravimètres)
- 2) composante horizontale Est-Ouest (pendules horizontaux)
- 3) composante horizontale Nord-Sud (pendules horizontaux)
- 4) analyse de valeurs théoriques.

Les tableaux étant la photocopie directe des listings issus de l'ordinateur, offrent un nombre surabondant de décimales que nous n'avons pas voulu tronquer ici. Dans la seconde partie du travail ce nombre sera logiquement réduit en vue d'une comparaison des résultats des diverses stations.

En raison de l'importance toute spéciale de la détermination du facteur $\gamma = 1 + k - h$ relatif aux ondes diurnes K_1 , P_1 , O_1 soumises aux effets dynamiques du noyau liquide, les longues séries obtenues avec les pendules horizontaux Verbaandert-Melchior N° 8, 28 et 31 en composante EW sont présentées globalement et subdivisées en demi-séries.

Les sigles suivants ont été adoptés :

- | | | |
|-----|---|---|
| H | : | altitude en mètres de la surface du sol |
| P | : | profondeur en mètres sous la surface du sol |
| | | |
| Ask | : | gravimètre Askania |
| NAL | : | gravimètre North American adapté par R. Lecolazet |
| NAB | : | gravimètre North American adapté par R. Brein |
| | | |
| VM | : | pendule horizontal Verbaandert - Melchior |
| S | : | pendule horizontal Schweydar |
| CE | : | pendule horizontal type Schweydar de Cechura |

TABLEAU I

Pays	Station	Composante	Instrument	Durée en jours
Belgique	Sclaigneaux I	EW	VM 31	887
	Sclaigneaux II	EW	VM 67	440
	Sclaigneaux III	EW	VM 55,67	588
	Sclaigneaux I	NS	VM 9, 30, 42, 13, 50	1148
	Sclaigneaux II	NS	VM 13,30	370 + 422 + 196
	Dourbes I	EW	VM 8	1350
	Dourbes II	EW	VM 28	988
	Dourbes I	NS	VM 7	940
	Dourbes II	NS	VM 29	1144
	Canne	EW	VM 72	218
	Uccle I	V	Ask. 145	1136
	Uccle II	V	Ask. 160	916
Grand-Duché	Luxembourg	V	Ask. 160	870
France	Strasbourg	V	NAL 138	365
Allemagne	Frankfurt/M	V	NAB	458
	Bonn	V	Ask. 126	492
	Tiefenort	EW	S 1	1048
	Tiefenort	NS	S 2	1222
Italie	Genova	V	Ask. 197	702
	Trieste	V	Ask. 108	338
Suède	Stockholm	V	Ask. 168	512
	Dannemora	EW	VM 38	656
	Dannemora	NS	VM 40	532
Tchécoslovaquie	Příbram	EW	S(CE) 1	316
	Příbram	NS	S(CE) 2	242
U.R.S.S.	Talgar	V	Ask. 126	546
Japon	Kyoto	V	Ask. 111	372

STATION UCCLE COMPOSANTE VERTICALE BELGIQUE

50.47N 4.21E H 101 P 4

OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE P.MELCHIOR
GRAVIMETRE ASK 145/145B

ASK145	59 06 30	60 02 14
ASK145	60 02 24	60 08 27
ASK145	60 09 11	61 03 01
ASK145	61 04 16	61 06 08
ASK145B	62 08 09	62 10 07
ASK145B	62 11 14	62 12 25
ASK145B	63 01 13	63 02 11
ASK145B	63 03 16	63 07 15
ASK145B	63 08 01	64 02 04
ASK145B	64 03 17	64 05 09

NOMBRE TOTAL DE JOURS 1136

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	1.112226	-0.427
12 - 21	O1	1.157958	-0.837
22 - 29	M1	1.246715	-2.743
30 - 32	P1	1.169364	-0.361
33 - 34	S1	3.435243	-34.270
35 - 40	K1	1.138642	-0.706
41 - 45	J1	1.317791	6.144
46 - 52	OO1	1.113210	9.657

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.064207	1.313
12 - 21	O1	0.012402	0.253
22 - 29	M1	0.136119	2.785
30 - 32	P1	0.022861	0.467
33 - 34	S1	1.377412	28.185
35 - 40	K1	0.008287	0.169
41 - 45	J1	0.155395	3.179
46 - 52	OO1	0.329996	6.752

ERREUR Q.M. D 24.425770

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	1.414893	-3.871
6 - 9	N2	1.165761	-1.689
10 - 14	M2	1.177400	0.720
15 - 19	L2	1.266867	-4.329
20 - 21	S2	1.227295	-0.848
22 - 27	K2	1.196514	2.762

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.153560	3.142
6 - 9	N2	0.030456	0.623
10 - 14	M2	0.005675	0.116
15 - 19	L2	0.146374	2.995
20 - 21	S2	0.012244	0.250
22 - 27	K2	0.054993	1.125

ERREUR Q.M. SD 12.875284

STATION UCCLE COMPOSANTE VERTICALE BELGIQUE

50.47N 4.21E H 101 P 4

OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE P. MELCHIOR
GRAVIMETRE ASK 160

ASK160 60 04 03 61 02 20
ASK160 61 03 19 62 05 06
ASK160 62 10 19 63 03 08

NOMBRE DE JOURS TOTAL 916

ONDES DIURNES FACT. AMPL. PHASES

1 - 11	Q1	1.202361	-2.145
12 - 21	O1	1.161627	-0.415
22 - 29	M1	1.214451	3.335
30 - 32	P1	1.252208	0.659
33 - 34	S1	6.094630	-22.015
35 - 40	K1	1.157517	-0.489
41 - 45	J1	1.189886	-5.552
46 - 52	001	1.108959	-5.131

ERREURS Q.M.		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.071050	1.4539
12 - 21	O1	0.013435	0.2749
22 - 29	M1	0.136519	2.7936
30 - 32	P1	0.023960	0.4903
33 - 34	S1	1.456388	29.8017
35 - 40	K1	0.008894	0.1820
41 - 45	J1	0.177450	3.6311
46 - 52	001	0.404912	8.2856

ERREUR Q.M. D 22.531615

ONDES SEMIDIURNES FACT. AMPL. PHASES

1 - 5	2N2	1.105411	4.852
6 - 9	N2	1.153081	0.078
10 - 14	M2	1.178581	1.557
15 - 19	L2	1.061145	-9.027
20 - 21	S2	1.187812	-1.352
22 - 27	K2	1.039769	-2.966

ERREURS Q.M.		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.149597	3.0612
6 - 9	N2	0.029390	0.6014
10 - 14	M2	0.005294	0.1083
15 - 19	L2	0.124954	2.5569
20 - 21	S2	0.011425	0.2338
22 - 27	K2	0.053763	1.1001

ERREUR Q.M. SD 10.586008

STATION LUXEMBOURG COMPOSANTE VERTICALE GRAND DUCHE DE LUXEMBOUR

49.37N 6.08E H 249 P 20

MINISTERE DES SCIENCES J.FLICK
GRAVIMETRE ASK 160

ASK160	63 04 14	63 08 05
ASK160	63 08 10	63 08 25
ASK160	63 09 01	63 11 03
ASK160	64 01 22	64 02 14
ASK160	64 03 13	64 08 01
ASK160	64 08 07	64 11 15
ASK160	64 11 29	65 12 22

NOMBRE DE JOURS TOTAL 870

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	1.217826	2.820
12 - 21	O1	1.162349	-0.349
22 - 29	M1	1.111546	-2.073
30 - 32	P1	1.074053	1.673
33 - 34	S1	21.267427	-7.550
35 - 40	K1	1.101929	-1.941
41 - 45	J1	1.220522	-2.322
46 - 52	OO1	0.766120	4.411

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.075353	1.5419
12 - 21	O1	0.014850	0.3039
22 - 29	M1	0.241391	4.9395
30 - 32	P1	0.033278	0.6810
33 - 34	S1	1.985068	40.6200
35 - 40	K1	0.010719	0.2193
41 - 45	J1	0.170671	3.4924
46 - 52	OO1	0.315004	6.4459

ERREUR Q.M. D 29.631370

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	1.406092	7.945
6 - 9	N2	1.228116	-1.054
10 - 14	M2	1.201485	0.736
15 - 19	L2	1.154063	-14.761
20 - 21	S2	1.070214	7.166
22 - 27	K2	1.029406	-2.779

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.226395	4.6327
6 - 9	N2	0.044536	0.9113
10 - 14	M2	0.009085	0.1859
15 - 19	L2	0.466927	9.5546
20 - 21	S2	0.019338	0.3957
22 - 27	K2	0.068729	1.4064

ERREUR Q.M. SD 18.138691

STATION BONN COMPOSANTE VERTICALE ALLEMAGNE

50.44N 7.05E H 59 P 2

INSTITUT FUR THEORETISCHE GEODAESIE BONN M.BONATZ
GRAVIMETRE ASK 116

ASK116 65 09 20 66 06 12

NOMBRE DE JOURS TOTAL 266

ONDES DIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 11	Q1	1.189142	-2.809
12 - 21	O1	1.153765	-3.481
22 - 29	M1	1.050387	3.460
30 - 32	P1	1.102151	-1.701
35 - 40	K1	1.141538	-3.891
41 - 45	J1	1.210187	-5.970
46 - 52	OO1	0.943363	10.294

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.055134	1.128
12 - 21	O1	0.010529	0.215
22 - 29	M1	0.134787	2.758
30 - 32	P1	0.024666	0.504
35 - 40	K1	0.007763	0.158
41 - 45	J1	0.127662	2.612
46 - 52	OO1	0.184270	3.770

ERREUR Q.M. D 12.547363

ONDES SEMIDIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 5	2N2	1.150321	1.438
6 - 9	N2	1.136719	-0.603
10 - 14	M2	1.167757	-4.473
15 - 19	L2	0.746958	4.419
20 - 27	S2K2	1.170692	-6.077

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.214017	4.379
6 - 9	N2	0.040468	0.828
10 - 14	M2	0.007901	0.161
15 - 19	L2	0.395436	8.091
20 - 27	S2K2	0.014980	0.306

ERREUR Q.M. SD 8.326410

- 1873 -

STATION STRASBOURG COMPOSANTE VERTICALE FRANCE

48.35N 7.46E H 138

INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE R.LECOLAZET
GRAVIMETRE NAL 138

NAL138 64 11 01 65 10 30

NOMBRE TOTAL DE JOURS 365

ONDES DIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 11	Q1	1.175035	-0.824
12 - 21	O1	1.177343	-1.019
22 - 29	M1	1.219036	-5.076
30 - 32	P1	1.170545	-0.853
33 - 34	S1	2.026723	-8.795
35 - 40	K1	1.159209	-0.855
41 - 45	J1	1.212766	-3.338
46 - 52	OO1	1.134891	-1.022

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.008539	0.1747
12 - 21	O1	0.001721	0.0352
22 - 29	M1	0.035658	0.7297
30 - 32	P1	0.003877	0.0793
33 - 34	S1	0.230204	4.7106
35 - 40	K1	0.001233	0.0252
41 - 45	J1	0.019461	0.3982
46 - 52	OO1	0.036247	0.7417

ERREUR Q.M. D 2.352574

ONDES SEMIDIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 5	2N2	1.202482	-0.365
6 - 9	N2	1.190154	2.364
10 - 14	M2	1.202479	1.059
15 - 19	L2	1.137357	4.550
20 - 21	S2	1.208774	0.134
22 - 27	K2	1.192127	-0.970

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.025443	0.5206
6 - 9	N2	0.005223	0.1069
10 - 14	M2	0.001095	0.0224
15 - 19	L2	0.048091	0.9841
20 - 21	S2	0.002282	0.0467
22 - 27	K2	0.007712	0.1578

ERREUR Q.M. SD 1.485735

STATION FRANKFURT/M

COMPOSANTE VERTICALE

R.F. ALLEMAGNE

50.05N

8.31E

H 95

P 2

INSTITUT FUR ANGEWANDTE GEODAESIE
GRAVIMETRE NAB 140

R.BREIN

NAB140 63 04 27 63 05 30
NAB140 63 06 12 64 03 09
NAB140 64 04 01 64 08 30

NOMBRE DE JOURS TOTAL 458

ONDES DIURNES

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	1.139830	-0.501
12 - 21	O1	1.140689	-0.340
22 - 29	M1	1.232606	0.021
30 - 32	P1	1.157654	-0.593
33 - 34	S1	1.641406	3.041
35 - 40	K1	1.137548	-0.656
41 - 45	J1	1.182031	-3.900
46 - 52	OO1	1.041887	-3.019

ERREURS Q.M.

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	0.020256	0.414
12 - 21	O1	0.004094	0.083
22 - 29	M1	0.054335	1.111
30 - 32	P1	0.008834	0.180
33 - 34	S1	0.527959	10.803
35 - 40	K1	0.002939	0.060
41 - 45	J1	0.045871	0.938
46 - 52	OO1	0.094133	1.926

ERREUR Q.M.

D

5.752551

ONDES SEMIDIURNES

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	1.147392	1.097
6 - 9	N2	1.150112	0.934
10 - 14	M2	1.180345	0.718
15 - 19	L2	1.353847	0.055
20 - 21	S2	1.179488	-1.426
22 - 27	K2	1.164468	-1.904

ERREURS Q.M.

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	0.045350	0.928
6 - 9	N2	0.009197	0.188
10 - 14	M2	0.001899	0.038
15 - 19	L2	0.108737	2.225
20 - 21	S2	0.004112	0.084
22 - 27	K2	0.015762	0.322

ERREUR Q.M.

SD

2.766211

STATION GENOVA COMPOSANTE VERTICALE ITALIE

44.25N 8.55E H 54 P 20

ISTITUTO DI GEODESIA UNIVERSITA DI GENOVA M. BOSSOLASCO
GRAVIMETRE ASK 197

ASK197 60 10 15 60 12 25
ASK197 61 04 01 62 03 26
ASK197 62 04 05 62 12 30

NOMBRE DE JOURS TOTAL 702

ONDES DIURNES FACT. AMPL. PHASES

1 - 11	Q1	1.16688	-2.545
12 - 21	O1	1.16240	-1.597
22 - 29	M1	0.94343	-14.424
30 - 32	P1	1.20149	-0.182
33 - 34	S1	4.39045	54.870
35 - 40	K1	1.15351	-2.023
41 - 45	J1	1.29871	9.983
46 - 52	OO1	1.52579	22.561

ERREURS Q.M.		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.10802	2.210
12 - 21	O1	0.02058	0.421
22 - 29	M1	0.20149	4.123
30 - 32	P1	0.03845	0.786
33 - 34	S1	2.30559	47.178
35 - 40	K1	0.01399	0.286
41 - 45	J1	0.26342	5.390
46 - 52	OO1	0.56577	11.577

ERREUR Q.M. D 31.94754

ONDES SEMIDIURNES FACT. AMPL. PHASES

1 - 5	2N2	1.26030	-5.081
6 - 9	N2	1.13109	-2.312
10 - 14	M2	1.17246	-0.195
15 - 19	L2	1.17980	6.265
20 - 21	S2	1.25588	-0.754
22 - 27	K2	1.13187	9.341

ERREURS Q.M.		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.29116	5.958
6 - 9	N2	0.05644	1.154
10 - 14	M2	0.01030	0.210
15 - 19	L2	0.27755	5.679
20 - 21	S2	0.02261	0.462
22 - 27	K2	0.10401	2.128

ERREUR Q.M. SD 23.46477

STATION TRIESTE COMPOSANTE VERTICALE ITALIE
 45.42N 13.46E H 266 P80
 ISTITUTO DI GEODESIA UNIVERSITA DI PADOVA A. NORINELLI
 GRAVIMETRE ASK 108

ASK108 59 07 01 60 01 16
 ASK108 60 02 23 60 07 09

NOMBRE DE JOURS TOTAL 338

ONDES DIURNES		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	1.15565	4.832
12 - 21	O1	1.16369	0.197
22 - 29	M1	1.17791	2.297
30 - 32	P1	1.03041	-5.254
35 - 40	K1	1.15479	0.375
41 - 45	J1	1.19124	0.393
46 - 52	OO1	1.40410	-6.353

ERREURS Q.M.		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.10388	2.125
12 - 21	O1	0.01921	0.393
22 - 29	M1	0.23694	4.848
30 - 32	P1	0.03304	0.676
35 - 40	K1	0.01250	0.255
41 - 45	J1	0.27244	5.575
46 - 52	OO1	0.74668	15.279

ERREUR Q.M. D 19.47095

ONDES SEMIDIURNES		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	1.04394	-15.771
6 - 9	N2	1.23217	2.121
10 - 14	M2	1.20207	-0.802
15 - 19	L2	1.10268	-1.852
20 - 27	S2K2	1.17857	-3.484

ERREURS Q.M.		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.26678	5.459
6 - 9	N2	0.05194	1.063
10 - 14	M2	0.00902	0.184
15 - 19	L2	0.19302	3.949
20 - 27	S2K2	0.01946	0.398

ERREUR Q.M. SD 13.74798

STATION STOCKHOLM

COMPOSANTE VERTICALE SUEDE

59.21N

18.04E

H 29

P 2

INSTITUTIONEN FOR GEODESI
GRAVIMETRE ASK 168

STOCKHOLM

A.BJERHAMMAR

ASK168	63 04 09	63 05 15
ASK168	63 06 08	63 11 03
ASK168	63 11 06	64 01 09
ASK168	64 02 09	64 02 24
ASK168	64 02 28	64 05 15
ASK168	64 06 05	64 08 30
ASK168	64 09 08	64 09 18
ASK168	64 09 22	64 09 26
ASK168	64 10 12	64 10 18
ASK168	64 10 20	64 11 24
ASK168	64 11 26	65 01 30

NOMBRE DE JOURS TOTAL 546

ONDES DIURNES

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	1.184914	-1.540
12 - 21	O1	1.142439	-1.348
22 - 29	M1	0.982812	-17.514
30 - 32	P1	1.100445	1.193
33 - 34	S1	1.615674	-37.924
35 - 40	K1	1.116984	-0.543
41 - 45	J1	1.407213	-1.961
46 - 52	OO1	0.921009	-19.096

ERREURS Q.M.

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	0.089304	1.8274
12 - 21	O1	0.018364	0.3758
22 - 29	M1	0.262872	5.3791
30 - 32	P1	0.039004	0.7981
33 - 34	S1	2.329051	47.6588
35 - 40	K1	0.012972	0.2654
41 - 45	J1	0.199889	4.0903
46 - 52	OO1	0.412936	8.4498

ERREUR Q.M.

D

25.383897

ONDES SEMIDIURNES

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	1.407099	-0.589
6 - 9	N2	1.111002	-4.602
10 - 14	M2	1.148028	-2.647
15 - 19	L2	1.488935	-28.027
20 - 21	S2	1.145439	1.839
22 - 27	K2	1.197001	-4.017

ERREURS Q.M.

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	0.323395	6.6176
6 - 9	N2	0.066069	1.3520
10 - 14	M2	0.013890	0.2842
15 - 19	L2	0.794738	16.2625
20 - 21	S2	0.029506	0.6038
22 - 27	K2	0.111453	2.2806

ERREUR Q.M.

SD

13.923984

STATION TALGAR COMPOSANTE VERTICALE KAZAKSTAN URSS

77.23N 43.16E H 1010 P 2

INSTITUT DE PHYSIQUE TERRESTRE MOSCOU N.N.PARIISKII
GRAVIMETRE ASKANIA 126

ASK126 61 11 12 63 05 13

NOMBRE DE JOURS TOTAL 546

ONDES DIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 11	Q1	1.125868	-1.324
12 - 21	O1	1.178067	-1.246
22 - 29	M1	1.261560	-5.134
30 - 32	P1	1.159080	-2.247
33 - 34	S1	3.213233	71.234
35 - 40	K1	1.163050	-1.461
41 - 45	J1	1.129327	-7.782
46 - 52	OO1	1.539012	-3.671

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.062849	1.2861
12 - 21	O1	0.012322	0.2521
22 - 29	M1	0.112435	2.3007
30 - 32	P1	0.023352	0.4778
33 - 34	S1	1.448032	29.6307
35 - 40	K1	0.008398	0.1718
41 - 45	J1	0.149130	3.0516
46 - 52	OO1	0.294129	6.0187

ERREUR Q.M. D 17.364798

ONDES SEMIDIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 5	2N2	1.274408	-5.581
6 - 9	N2	1.154420	-3.767
10 - 14	M2	1.170404	-3.431
15 - 19	L2	1.067536	-7.262
20 - 21	S2	1.179462	-5.995
22 - 27	K2	1.207554	0.963

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.123053	2.5180
6 - 9	N2	0.024174	0.4947
10 - 14	M2	0.004613	0.0944
15 - 19	L2	0.153394	3.1389
20 - 21	S2	0.009826	0.2011
22 - 27	K2	0.043454	0.8892

ERREUR Q.M. SD 9.577680

STATION TEHERAN COMPOSANTE VERTICALE IRAN

35.44N 51.23E H 1180 P 6

INSTITUT GEOPHYSIQUE H.K.AFSHAR
GRAVIMETRE ASKANIA 119

ASK119	64 08 25	64 12 04
ASK119	65 01 26	65 03 04
ASK119	65 06 14	66 03 24
ASK119	66 05 24	66 09 28

NOMBRE DE JOURS TOTAL 552

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	1.12877	-0.253
12 - 21	O1	1.13824	-1.241
22 - 29	M1	1.11933	-10.907
30 - 32	P1	1.16960	0.701
33 - 34	S1	4.09919	-27.248
35 - 40	K1	1.11002	-1.312
41 - 45	J1	1.33806	-0.970
46 - 52	OO1	1.34342	-20.918

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.12242	2.505
12 - 21	O1	0.02421	0.495
22 - 29	M1	0.31404	6.426
30 - 32	P1	0.05968	1.221
33 - 34	S1	3.64291	74.544
35 - 40	K1	0.01872	0.383
41 - 45	J1	0.28686	5.870
46 - 52	OO1	0.45932	9.399

ERREUR Q.M. D 39.49842

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.89458	1.754
6 - 9	N2	1.24160	-5.589
10 - 14	M2	1.16322	-3.668
15 - 19	L2	1.18744	9.984
20 - 21	S2	1.17578	-5.523
22 - 27	K2	1.19049	-8.625

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.35714	7.308
6 - 9	N2	0.07333	1.501
10 - 14	M2	0.01486	0.304
15 - 19	L2	0.62572	12.804
20 - 21	S2	0.03134	0.641
22 - 27	K2	0.10179	2.083

ERREUR Q.M. SD 37.07265

STATION KYOTO COMPOSANTE VERTICALE JAPON

35.01N 135.47E H 60 P 3

GEOPHYSICAL INSTITUTE E.NISHIMURA
I.NAKAGAWA

GRAVIMETRE ASKANIA 111

ASK111 59 08 10 60 08 15

NOMBRE DE JOURS TOTAL 372

ONDES DIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 11	Q1	1.237623	-3.155
12 - 21	O1	1.164608	0.295
22 - 29	M1	1.459921	-26.774
30 - 32	P1	1.132911	1.289
33 - 34	S1	20.889389	-63.955
35 - 40	K1	1.147924	-2.768
41 - 45	J1	1.213970	5.206
46 - 52	OO1	0.310971	-21.035

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.159950	3.2730
12 - 21	O1	0.030775	0.6297
22 - 29	M1	0.438310	8.9690
30 - 32	P1	0.052227	1.0687
33 - 34	S1	3.144795	64.3512
35 - 40	K1	0.019856	0.4063
41 - 45	J1	0.405237	8.2923
46 - 52	OO1	1.194503	24.4429

ERREUR Q.M. D 30.641463

ONDES SEMIDIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 5	2N2	1.027172	0.832
6 - 9	N2	1.120853	-3.144
10 - 14	M2	1.151082	-2.169
15 - 19	L2	1.029038	-12.327
20 - 21	S2	1.067609	5.186
22 - 27	K2	1.149017	1.578

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.216043	4.4208
6 - 9	N2	0.043139	0.8827
10 - 14	M2	0.007730	0.1582
15 - 19	L2	0.173995	3.5604
20 - 21	S2	0.016862	0.3450
22 - 27	K2	0.084175	1.7225

ERREUR Q.M. SD 16.938828

STATION DOURBES

COMPOSANTE EW

BELGIQUE

50.06N

4.36E

H 233

P 46

INSTITUT ROYAL METEOROLOGIQUE DE BELGIQUE
PENDULE HORIZONTAL VM 8

VM	8	63 01 26	63 04 13
VM	8	63 04 19	64 01 21
VM	8	64 03 01	65 01 14
VM	8	65 01 22	66 11 28

NOMBRE DE JOURS TOTAL 1350

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.662668	1.161
12 - 21	O1	0.658368	-2.084
22 - 29	M1	0.890832	-10.999
30 - 32	P1	0.732777	-7.938
33 - 34	S1	5.568056	-0.054
35 - 40	K1	0.757889	-4.279
41 - 45	J1	0.867951	-6.946
46 - 52	OO1	0.619998	-15.486

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.047623	0.9745
12 - 21	O1	0.009419	0.1927
22 - 29	M1	0.119096	2.4370
30 - 32	P1	0.020915	0.4280
33 - 34	S1	1.239967	25.3732
35 - 40	K1	0.006714	0.1374
41 - 45	J1	0.110563	2.2624
46 - 52	OO1	0.183108	3.7469

ERREUR Q.M. D 39.272608

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	1.029329	2.678
6 - 9	N2	0.871241	8.548
10 - 14	M2	0.857416	6.500
15 - 19	L2	0.889832	28.893
20 - 21	S2	0.803179	0.991
22 - 27	K2	0.826522	-0.459

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.059007	1.2075
6 - 9	N2	0.011926	0.2440
10 - 14	M2	0.002387	0.0488
15 - 19	L2	0.101173	2.0703
20 - 21	S2	0.005023	0.1028
22 - 27	K2	0.017372	0.3555

ERREUR Q.M. SD 19.218740

CORRECTIONS APPLIQUEES
AZIMUT PROVISoire
PARALLAXE

DIURNES -3.34
DIURNES 0.00

SEMIDIURNES -6.34
SEMIDIURNES 0.00

STATION DOORBES COMPOSANTE EW BELGIQUE
50.06N 4.36E H 233 P 46

INSTITUT ROYAL METEOROLOGIQUE DE BELGIQUE
PENDULE HORIZONTAL VM 8

VM 8 63 01 26 63 04 13
VM 8 63 04 19 64 01 21
VM 8 64 03 01 65 01 14

NOMBRE DE JOURS TOTAL 676

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.70049	3.04
12 - 21	O1	0.65987	-0.94
22 - 29	M1	0.72194	-19.52
30 - 32	P1	0.71857	-6.40
33 - 34	S1	4.16126	7.68
35 - 40	K1	0.77224	-3.79
41 - 45	J1	0.73477	-2.15
46 - 52	OO1	0.89918	-22.40

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.08551	1.750
12 - 21	O1	0.01711	0.350
22 - 29	M1	0.22082	4.519
30 - 32	P1	0.03588	0.734
33 - 34	S1	2.13525	43.693
35 - 40	K1	0.01197	0.245
41 - 45	J1	0.19715	4.034
46 - 52	OO1	0.37748	7.724

ERREUR Q.M. D 47.79487

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	1.02237	12.69
6 - 9	N2	0.85509	8.53
10 - 14	M2	0.85408	5.95
15 - 19	L2	1.17930	35.95
20 - 21	S2	0.79199	0.00
22 - 27	K2	0.87192	-0.75

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.12335	2.524
6 - 9	N2	0.02499	0.511
10 - 14	M2	0.00506	0.103
15 - 19	L2	0.22225	4.548
20 - 21	S2	0.01071	0.219
22 - 27	K2	0.04097	0.838

ERREUR Q.M. SD 29.14248

CORRECTIONS APPLIQUEES
AZIMUT PROVISOIRE

DIURNES -3.34

SEMIDIURNES -6.4

STATION DOURBES COMPOSANTE EW BELGIQUE

50.06N 4.36E H 233 P 46

INSTITUT ROYAL METEOROLOGIQUE DE BELGIQUE
PENDULE HORIZONTAL VM 8

VM 8 65 01 22 66 11 28

NOMBRE DE JOURS TOTAL 676

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.683081	1.318
12 - 21	O1	0.657814	-2.176
22 - 29	M1	1.026953	-4.617
30 - 32	P1	0.721453	-9.010
33 - 34	S1	6.625328	5.154
35 - 40	K1	0.741064	-4.397
41 - 45	J1	0.857039	-8.433
46 - 52	OO1	0.556882	-2.170

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.061894	1.266
12 - 21	O1	0.012124	0.248
22 - 29	M1	0.150806	3.085
30 - 32	P1	0.028436	0.581
33 - 34	S1	1.677206	34.320
35 - 40	K1	0.008800	0.180
41 - 45	J1	0.144618	2.959
46 - 52	OO1	0.216874	4.437

ERREUR Q.M. D 37.557506

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	1.093921	-1.345
6 - 9	N2	0.874736	9.547
10 - 14	M2	0.857197	7.055
15 - 19	L2	0.808278	16.397
20 - 21	S2	0.804557	1.547
22 - 27	K2	0.819187	0.067

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.072599	1.485
6 - 9	N2	0.014623	0.299
10 - 14	M2	0.002891	0.059
15 - 19	L2	0.118358	2.421
20 - 21	S2	0.006022	0.123
22 - 27	K2	0.019186	0.392

ERREUR Q.M. SD 16.279107

CORRECTIONS APPLIQUEES
AZIMUT PROVISOIRE

DIURNES -3.34

SEMIDIURNES -6.3

STATION DOORBES COMPOSANTE EW BELGIQUE

50.06N 4.36E H 233 P 46

INSTITUT ROYAL METEOROLOGIQUE DE BELGIQUE
PENDULE HORIZONTAL VM28

VM	28	62 12 05	63 01 31
VM	28	63 04 17	63 08 10
VM	28	63 08 15	63 09 23
VM	28	63 09 26	63 11 08
VM	28	64 01 07	64 03 24
VM	28	65 02 13	66 11 28

NOMBRE DE JOURS TOTAL 988

ONDES DIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 11	Q1	0.55465	2.230
12 - 21	O1	0.67673	7.437
22 - 29	M1	0.67019	7.475
30 - 32	P1	0.70924	1.367
33 - 34	S1	3.59367	-79.915
35 - 40	K1	0.75143	3.478
41 - 45	J1	0.85990	-9.215
46 - 52	OO1	0.55352	15.998

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.05895	1.206
12 - 21	O1	0.01141	0.233
22 - 29	M1	0.13788	2.821
30 - 32	P1	0.02551	0.522
33 - 34	S1	1.51147	30.929
35 - 40	K1	0.00814	0.167
41 - 45	J1	0.13792	2.822
46 - 52	OO1	0.21475	4.394

ERREUR Q.M. D 41.01787

ONDES SEMIDIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 5	2N2	1.01318	-2.575
6 - 9	N2	0.81963	7.595
10 - 14	M2	0.82443	7.303
15 - 19	L2	0.84428	29.815
20 - 21	S2	0.84210	2.653
22 - 27	K2	0.82614	1.170

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.07016	1.436
6 - 9	N2	0.01359	0.278
10 - 14	M2	0.00263	0.054
15 - 19	L2	0.11915	2.438
20 - 21	S2	0.00551	0.113
22 - 27	K2	0.01873	0.383

ERREUR Q.M. SD 18.03877

CORRECTIONS APPLIQUEES
AZIMUT PROVISOIRE

DIURNES -5.17

SEMIDIURNES -9.91

STATION DOORBES COMPOSANTE EW BELGIQUE

50.06N 4.36E H 233 P 46

INSTITUT ROYAL METEOROLOGIQUE DE BELGIQUE
PENDULE HORIZONTAL VM28

VM	28	62 12 05	63 01 31
VM	28	63 04 17	63 08 10
VM	28	63 08 15	63 09 23
VM	28	63 09 26	63 11 08
VM	28	64 01 07	64 03 24

NOMBRE DE JOURS TOTAL 334

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.59256	-3.99
12 - 21	O1	0.69668	7.65
22 - 29	M1	0.67632	-1.04
30 - 32	P1	0.70493	2.61
35 - 40	K1	0.77340	3.18
41 - 45	J1	1.11797	-41.23
46 - 52	OO1	0.69728	-15.19

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.10716	2.193
12 - 21	O1	0.02010	0.411
22 - 29	M1	0.23304	4.769
30 - 32	P1	0.04113	0.842
35 - 40	K1	0.01404	0.287
41 - 45	J1	0.25034	5.123
46 - 52	OO1	0.46270	9.468

ERREUR Q.M. D 38.19231

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	1.01111	-5.47
6 - 9	N2	0.81811	4.85
10 - 14	M2	0.82486	5.80
15 - 19	L2	0.80219	37.53
20 - 21	S2	0.83692	0.66
22 - 27	K2	0.77391	3.61

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.16539	3.384
6 - 9	N2	0.02960	0.606
10 - 14	M2	0.00551	0.113
15 - 19	L2	0.31571	6.460
20 - 21	S2	0.01190	0.243
22 - 27	K2	0.04766	0.975

ERREUR Q.M. SD 22.41694

CORRECTIONS APPLIQUEES
AZIMUT PROVISOIRE

DIURNES -5.17 SEMIDIURNES -9.91

STATION DOURBES COMPOSANTE EW BELGIQUE

50.06N 4.36E H 233 P 46

INSTITUT ROYAL METEOROLOGIQUE DE BELGIQUE
PENDULE HORIZONTAL VM28

VM 28 65 02 14 66 11 28

NOMBRE DE JOURS TOTAL 654

ONDES DIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 11	Q1	0.54071	4.307
12 - 21	O1	0.66849	7.361
22 - 29	M1	0.67430	11.047
30 - 32	P1	0.70895	-0.016
33 - 34	S1	5.51542	-92.241
35 - 40	K1	0.74169	3.513
41 - 45	J1	0.84906	5.382
46 - 52	OO1	0.56454	25.396

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.06993	1.431
12 - 21	O1	0.01369	0.280
22 - 29	M1	0.16860	3.450
30 - 32	P1	0.03239	0.663
33 - 34	S1	1.90932	39.070
35 - 40	K1	0.00999	0.204
41 - 45	J1	0.16388	3.353
46 - 52	OO1	0.24262	4.965

ERREUR Q.M. D 41.77055

ONDES SEMIDIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 5	2N2	1.02379	-1.441
6 - 9	N2	0.82260	9.021
10 - 14	M2	0.82434	8.164
15 - 19	L2	0.81933	25.759
20 - 21	S2	0.84336	3.712
22 - 27	K2	0.82255	1.071

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.07618	1.559
6 - 9	N2	0.01528	0.313
10 - 14	M2	0.00301	0.062
15 - 19	L2	0.12450	2.548
20 - 21	S2	0.00628	0.129
22 - 27	K2	0.01995	0.408

ERREUR Q.M. SD 16.62973

CORRECTIONS APPLIQUEES
AZIMUT PROVISOIRE

DIURNES -5.17

SEMIDIURNES -9.91

STATION SCLAIGNEAUX 1 COMPOSANTE EW

BELGIQUE

50.30N

5.01E

H 170

P 85

OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE
PENDULE HORIZONTAL VM31

P.MELCHIOR

VM 31 64 04 02 66 08 09

NOMBRE DE JOURS TOTAL 860

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.72232	20.76
12 - 21	O1	0.68999	9.92
22 - 29	M1	0.50723	-34.98
30 - 32	P1	0.72045	12.49
33 - 34	S1	4.48526	-74.27
35 - 40	K1	0.74285	6.92
41 - 45	J1	0.61139	20.29
46 - 52	001	1.03540	0.89

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.08796	1.800
12 - 21	O1	0.01723	0.352
22 - 29	M1	0.26594	5.442
30 - 32	P1	0.03968	0.812
33 - 34	S1	2.35786	48.248
35 - 40	K1	0.01252	0.256
41 - 45	J1	0.20417	4.178
46 - 52	001	0.34293	7.017

ERREUR Q.M. D 58.41118

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	1.04260	-6.20
6 - 9	N2	0.89163	7.81
10 - 14	M2	0.92158	4.94
15 - 19	L2	1.13149	23.60
20 - 21	S2	0.84729	0.81
22 - 27	K2	0.86232	1.45

ERREURS Q.M.		FACT.APPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.09419	1.927
6 - 9	N2	0.01895	0.388
10 - 14	M2	0.00379	0.078
15 - 19	L2	0.15309	3.133
20 - 21	S2	0.00796	0.163
22 - 27	K2	0.02657	0.544

ERREUR Q.M. SD 24.06051

CORRECTIONS APPLIQUEES
AZIMUT PROVISOIRE

DIURNES -3.00

SEMIDIURNES -9.27

STATION SCLAIGNEAUX 1 COMPOSANTE EW

BELGIQUE

50.30N

5.01E

H 170

P 85

OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE
PENDULE HORIZONTAL VM31

P.MELCHIOR

VM 31 64 04 02 66 09 06

NOMBRE DE JOURS TOTAL 650 SELECTIONNES PARMI 887

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.70632	17.388
12 - 21	O1	0.68153	10.261
22 - 29	M1	0.62637	-23.469
30 - 32	P1	0.70935	12.111
33 - 34	S1	4.33182	-69.377
35 - 40	K1	0.74113	6.792
41 - 45	J1	0.56226	5.403
46 - 5	OO1	0.87696	0.366

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.09127	1.868
12 - 21	O1	0.01829	0.374
22 - 29	M1	0.26908	5.506
30 - 32	P1	0.04169	0.853
33 - 34	S1	2.46834	50.509
35 - 40	K1	0.01322	0.271
41 - 45	J1	0.21267	4.352
46 - 52	OO1	0.36079	7.383

ERREUR Q.M. D 53.52445

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.97115	-4.050
6 - 9	N2	0.89903	7.789
10 - 14	M2	0.92338	4.911
15 - 19	L2	1.21018	28.580
20 - 21	S2	0.84845	0.495
22 - 27	K2	0.85322	1.092

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.09591	1.963
6 - 9	N2	0.01995	0.408
10 - 14	M2	0.00407	0.083
15 - 19	L2	0.16079	3.290
20 - 21	S2	0.00849	0.174
22 - 27	K2	0.02828	0.579

ERREUR Q.M. SD 22.29950

CORRECTIONS APPLIQUEES
AZIMUT PROVISOIRE

DIURNES -3.00

SEMIDIURNES -9.27

STATION SCLAIGNEAUX 2 COMPOSANTE EW

BELGIQUE

50.30N

5.01E

H 170

P 85

OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE

P.MELCHIOR

PENDULE HORIZONTAL VM67

VM 67 64 12 30 65 08 09

VM 67 66 01 20 66 08 22

NOMBRE DE JOURS TOTAL 440

ONDES DIURNES

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	0.68325	10.954
12 - 21	O1	0.68337	7.943
22 - 29	M1	0.58515	-34.826
30 - 32	P1	0.73501	15.537
33 - 34	S1	9.13411	0.622
35 - 40	K1	0.72326	9.590
41 - 45	J1	0.60335	-6.311
46 - 52	OO1	1.14486	24.063

ERREURS Q.M.

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	0.15931	3.260
12 - 21	O1	0.03161	0.647
22 - 29	M1	0.43293	8.859
30 - 32	P1	0.10144	2.076
33 - 34	S1	6.78162	138.771
35 - 40	K1	0.03116	0.638
41 - 45	J1	0.37346	7.642
46 - 52	OO1	0.60496	12.379

ERREUR Q.M.

D

78.80170

ONDES SEMIDIURNES

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	1.06152	-13.889
6 - 9	N2	0.78433	10.073
10 - 14	M2	0.84683	9.785
15 - 19	L2	1.41479	55.605
20 - 21	S2	0.72770	-0.810
22 - 27	K2	0.83902	-7.806

ERREURS Q.M.

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	0.26038	5.328
6 - 9	N2	0.05361	1.097
10 - 14	M2	0.01077	0.220
15 - 19	L2	0.42999	8.799
20 - 21	S2	0.02286	0.468
22 - 27	K2	0.07369	1.508

ERREUR Q.M. SD

48.49727

- 1890 -

STATION SCLAIGNEAUX 3 COMPOSANTE EW

BELGIQUE

50.30N

5.01E

H 170

P 85

OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE
PENDULE HORIZONTAL VM55, VM67

P.MELCHIOR

VM	55	63 09 20	64 01 19
VM	55	64 01 25	64 04 28
VM	55	64 06 08	64 07 29
VM	55	64 08 12	64 09 05
VM	55	64 09 11	64 11 21
VM	67	64 12 29	65 08 10

NOMBRE DE JOURS TOTAL 588

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.65679	14.506
12 - 21	O1	0.66774	9.009
22 - 29	M1	1.13303	75.358
30 - 32	P1	0.73074	12.780
33 - 34	S1	2.51273	53.277
35 - 40	K1	0.75096	4.639
41 - 45	J1	0.98737	-0.441
46 - 52	OO1	1.03310	5.167

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.16447	3.366
12 - 21	O1	0.03230	0.661
22 - 29	M1	0.54897	11.233
30 - 32	P1	0.07000	1.432
33 - 34	S1	4.18590	85.655
35 - 40	K1	0.02288	0.468
41 - 45	J1	0.37799	7.735
46 - 52	OO1	0.71073	14.543

ERREUR Q.M. D 87.68798

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.98108	-13.751
6 - 9	N2	0.84244	11.161
10 - 14	M2	0.83945	9.282
15 - 19	L2	1.71115	47.491
20 - 21	S2	0.74779	-1.663
22 - 27	K2	0.86600	-8.107

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.20963	4.290
6 - 9	N2	0.04160	0.851
10 - 14	M2	0.00835	0.171
15 - 19	L2	0.34720	7.105
20 - 21	S2	0.01758	0.360
22 - 27	K2	0.06323	1.294

ERREUR Q.M. SD 44.03753

STATION CANNE

COMPOSANTE EW

BELGIQUE

50.48N

5.40E

INSTITUT DE GEODESIE LIEGE
PENDULE HORIZONTAL VM 72

L.BRAGARD

VM 72	66 01 11	66 02 17
VM 72	66 03 16	66 05 31
VM 72	66 06 07	66 08 30
VM 72	66 11 01	66 11 25

NOMBRE DE JOURS TOTAL 218

ONDES DIURNES

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	0.56902	12.001
12 - 21	O1	0.69902	-9.593
22 - 29	M1	0.78145	-9.524
30 - 32	P1	0.69068	-9.668
35 - 40	K1	0.75887	-6.013
41 - 45	J1	0.66794	-5.366
46 - 52	OO1	0.04454	-41.295

ERREURS Q.M.

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	0.17367	3.554
12 - 21	O1	0.03385	0.693
22 - 29	M1	0.36291	7.426
30 - 32	P1	0.08165	1.671
35 - 40	K1	0.02477	0.507
41 - 45	J1	0.41033	8.396
46 - 52	OO1	0.56965	11.657

ERREUR Q.M.

D

60.99790

ONDES SEMIDIURNES

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	0.87957	-6.020
6 - 9	N2	0.88422	9.853
10 - 14	M2	0.92277	3.294
15 - 19	L2	1.18052	27.213
20 - 27	S2K2	0.89500	5.025

ERREURS Q.M.

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	0.25296	5.176
6 - 9	N2	0.05138	1.051
10 - 14	M2	0.01001	0.205
15 - 19	L2	0.45472	9.305
20 - 27	S2K2	0.02045	0.419

ERREUR Q.M.

SD

31.27064

STATION TIEFFENORT	COMPOSANTE EW	R.D. ALLEMAGNE
50.49N 10.10E	H 262	P 295
INSTITUT FUR GEOPHYSIK	FREIBERG	W.BUCHHEIM
PENDULE HORIZONTAL SW		

SW	59 05 17	59 11 22
SW	60 06 09	60 08 13
SW	60 08 24	61 03 05
SW	62 11 29	63 01 27
SW	63 02 23	63 08 03
SW	63 08 16	63 09 08
SW	63 09 20	63 11 12
SW	63 11 19	63 12 08
SW	63 12 17	64 02 16
SW	64 04 07	64 06 03
SW	64 06 10	64 10 10

NOMBRE DE JOURS TOTAL 1048

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.63439	1.366
12 - 21	O1	0.67453	3.104
22 - 29	M1	0.73520	8.057
30 - 32	P1	0.79335	3.848
33 - 34	S1	11.15600	38.584
35 - 40	K1	0.73302	2.422
41 - 45	J1	0.57763	-7.881
46 - 52	O01	0.72526	-13.377

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.07219	1.477
12 - 21	O1	0.01413	0.289
22 - 29	M1	0.17382	3.557
30 - 32	P1	0.02773	0.568
33 - 34	S1	1.66254	34.020
35 - 40	K1	0.00976	0.200
41 - 45	J1	0.17325	3.545
46 - 52	O01	0.36352	7.439

ERREUR Q.M. D 44.91914

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.85419	-0.505
6 - 9	N2	0.88783	-4.822
10 - 14	M2	0.84332	-9.272
15 - 19	L2	0.87026	-12.860
20 - 21	S2	0.80065	-10.730
22 - 27	K2	0.75770	-9.317

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.09594	1.963
6 - 9	N2	0.01918	0.392
10 - 14	M2	0.00366	0.075
15 - 19	L2	0.11103	2.272
20 - 21	S2	0.00793	0.162
22 - 27	K2	0.03384	0.693

ERREUR Q.M. SD 25.74738

STATION PRIBRAM COMPOSANTE EW TCHECOSLOVAQUIE
49.41N 14.00E H 528 P 1300

INSTITUT DE GEOPHYSIQUE PRAGUE J. PICHA
PENDULE HORIZONTAL CE 1

CE 1 61 01 01 61 11 12

NOMBRE DE JOURS TOTAL 316

ONDES DIURNES		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.98451	7.588
12 - 21	O1	0.81240	-3.389
22 - 29	M1	1.38105	18.119
30 - 32	P1	0.93580	-4.281
35 - 40	K1	0.89674	-4.530
41 - 45	J1	2.38805	-16.803
46 - 52	OO1	1.52322	20.572

ERREURS Q.M.		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.32447	6.640
12 - 21	O1	0.06299	1.289
22 - 29	M1	0.67643	13.842
30 - 32	P1	0.11226	2.297
35 - 40	K1	0.04142	0.848
41 - 45	J1	0.81198	16.615
46 - 52	OO1	1.93826	39.662

ERREUR Q.M. D 101.47483

ONDES SEMIDIURNES		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	1.05813	19.893
6 - 9	N2	0.85535	-4.755
10 - 14	M2	0.73759	-12.676
15 - 19	L2	0.73911	59.092
20 - 27	S2K2	0.64776	-15.401

ERREURS Q.M.		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.43147	8.829
6 - 9	N2	0.08713	1.783
10 - 14	M2	0.01611	0.330
15 - 19	L2	0.40188	8.224
20 - 27	S2K2	0.03363	0.688

ERREUR Q.M. SD 65.67699

CORRECTIONS APPLIQUEES
AZIMUT PROVISoire

DIURNES -0.90

SEMIDIURNES -3.00

STATION DANNEMORA COMPOSANTE EW SUEDE
60.12N 17.52E H 30 P 350

GEODETIC INSTITUTE UPPSALA E.TENGSTROM
PENDULE HORIZONTAL VM 38

VM	38	64 05 07	64 09 20
VM	38	64 11 07	65 02 01
VM	38	65 02 27	65 05 30
VM	38	65 06 04	65 07 23
VM	38	65 08 31	66 02 17
VM	38	66 02 23	66 05 01
VM	38	66 05 03	66 07 25

NOMBRE DE JOURS TOTAL 656

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.74714	6.060
12 - 21	O1	0.70993	1.154
22 - 29	M1	0.93386	-3.715
30 - 32	P1	0.64817	-5.124
33 - 34	S1	3.11671	33.993
35 - 40	K1	0.73809	-5.065
41 - 45	J1	0.51154	-5.377
46 - 52	OO1	0.15862	-61.550

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.07897	1.616
12 - 21	O1	0.01558	0.319
22 - 29	M1	0.24929	5.101
30 - 32	P1	0.03582	0.733
33 - 34	S1	2.11806	43.341
35 - 40	K1	0.01133	0.232
41 - 45	J1	0.18158	3.716
46 - 52	OO1	0.31365	6.418

ERREUR Q.M. D 52.54485

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.56424	7.212
6 - 9	N2	0.65542	2.767
10 - 14	M2	0.64646	3.492
15 - 19	L2	0.93119	-1.853
20 - 21	S2	0.65082	5.851
22 - 27	K2	0.65827	1.552

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.10824	2.215
6 - 9	N2	0.02190	0.448
10 - 14	M2	0.00443	0.091
15 - 19	L2	0.18515	3.789
20 - 21	S2	0.00930	0.190
22 - 27	K2	0.03102	0.635

ERREUR Q.M. SD 19.12337

- 1895 -

STATION DOURBES

COMPOSANTE NS

BELGIQUE

50.06N

4.36E

H 233

P 46

INSTITUT ROYAL METEOROLOGIQUE DE BELGIQUE
PENDULE HORIZONTAL VM 7

VM	7	63 03 08	65 10 02
VM	7	65 11 12	66 01 22
VM	7	66 03 17	66 11 29

NOMBRE DE JOURS TOTAL 1272

ONDES DIURNES

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	1.139185	65.630
12 - 21	O1	0.971607	35.114
22 - 29	M1	0.627583	47.606
30 - 32	P1	0.457901	40.137
33 - 34	S1	22.156989	65.513
35 - 40	K1	0.627616	27.412
41 - 45	J1	0.740508	19.040
46 - 52	QO1	1.074618	37.507

ERREURS Q.M.

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	0.163494	3.345
12 - 21	O1	0.029529	0.604
22 - 29	M1	0.243725	4.987
30 - 32	P1	0.066406	1.358
33 - 34	S1	3.942805	80.680
35 - 40	K1	0.021318	0.436
41 - 45	J1	0.436872	8.939
46 - 52	QO1	0.586988	12.011

ERREUR Q.M.

D

27.308967

ONDES SEMIDIURNES

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	0.987177	5.237
6 - 9	N2	0.538600	-10.379
10 - 14	M2	0.447792	-1.508
15 - 19	L2	0.408351	-89.278
20 - 21	S2	0.542031	9.749
22 - 27	K2	0.544536	6.459

ERREURS Q.M.

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	0.044611	0.912
6 - 9	N2	0.009008	0.184
10 - 14	M2	0.001772	0.036
15 - 19	L2	0.067550	1.382
20 - 21	S2	0.003738	0.076
22 - 27	K2	0.012966	0.265

ERREUR Q.M. SD 10.614111

CORRECTIONS APPLIQUEES

PARALLAXE 0.037 H

STATION DOORBES

COMPOSANTE NS

BELGIQUE

50.06N

4.36E

H 233

P 46

INSTITUT ROYAL METEOROLOGIQUE DE BELGIQUE
PENDULE HORIZONTAL VM 29

VM	29	63 05 01	63 07 01
VM	29	63 08 21	64 01 22
VM	29	64 01 29	64 07 30
VM	29	64 08 09	65 02 04
VM	29	65 04 13	65 06 29
VM	29	65 07 09	66 11 28

NOMBRE DE JOURS TOTAL 1144

ONDES DIURNES

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	1.35525	59.869
12 - 21	O1	1.12120	42.733
22 - 29	M1	1.21843	48.155
30 - 32	P1	0.60088	63.726
33 - 34	S1	7.47478	66.424
35 - 40	K1	0.86122	40.710
41 - 45	J1	1.02046	16.538
46 - 52	OO1	1.78826	37.135

ERREURS Q.M.

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	0.27537	5.635
12 - 21	O1	0.05041	1.032
22 - 29	M1	0.41493	8.491
30 - 32	P1	0.11475	2.348
33 - 34	S1	6.81214	139.395
35 - 40	K1	0.03669	0.751
41 - 45	J1	0.72897	14.917
46 - 52	OO1	0.97921	20.037

ERREUR Q.M.

D

44.77975

ONDES SEMIDIURNES

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	1.05914	11.137
6 - 9	N2	0.49752	-2.783
10 - 14	M2	0.44693	9.097
15 - 19	L2	0.38133	-95.958
20 - 21	S2	0.52498	9.697
22 - 27	K2	0.56064	13.405

ERREURS Q.M.

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	0.06650	1.361
6 - 9	N2	0.01363	0.279
10 - 14	M2	0.00271	0.055
15 - 19	L2	0.10131	2.073
20 - 21	S2	0.00569	0.116
22 - 27	K2	0.01942	0.397

ERREUR Q.M. SD

15.35127

CORRECTIONS APPLIQUEES

PARALLAXE

0,222 H

AZIMUT PROVISIOIRE

DIURNES 0.00

SEMIDIURNES 0.00

STATION SCLAIGNEAUX 1 COMPOSANTE NS

BELGIQUE

50.30N

5.01E

H 170

P 85

OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE

P. MELCHIOR

PEND. HOR. VM9, VM30, VM42, VM13, VM50

VM	9	60	07	20	61	02	09
VM	9	61	02	27	62	03	25
VM	30	62	04	26	62	08	24
VM	30	62	08	29	62	10	13
VM	42	62	12	06	63	03	06
VM	13	63	04	25	63	07	19
VM	13	64	04	30	64	07	18
VM	13	64	07	23	64	09	28
VM	50	65	09	02	65	11	17

NOMBRE DE JOURS TOTAL 1148

ONDES DIURNES

FACT. AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	2.86490	36.324
12 - 21	O1	2.91805	18.399
22 - 29	M1	1.87677	6.250
30 - 32	P1	2.41746	16.440
33 - 34	S1	26.59105	-53.455
35 - 40	K1	2.26963	19.516
41 - 45	J1	2.72022	13.943
46 - 52	OO1	3.90965	14.376

ERREURS Q.M.

FACT. AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	0.43771	8.957
12 - 21	O1	0.08343	1.707
22 - 29	M1	0.83809	17.150
30 - 32	P1	0.16106	3.296
33 - 34	S1	9.71199	198.734
35 - 40	K1	0.05696	1.166
41 - 45	J1	1.02115	20.896
46 - 52	OO1	2.13475	43.683

ERREUR Q.M.

D

68.00352

ONDES SEMIDIURNES

FACT. AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	1.61621	12.337
6 - 9	N2	1.02141	-4.269
10 - 14	M2	0.98541	1.872
15 - 19	L2	1.02517	23.939
20 - 21	S2	1.14536	6.373
22 - 27	K2	1.13412	0.464

ERREURS Q.M.

FACT. AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	0.16076	3.290
6 - 9	N2	0.03063	0.627
10 - 14	M2	0.00568	0.116
15 - 19	L2	0.18230	3.730
20 - 21	S2	0.01229	0.252
22 - 27	K2	0.05274	1.079

ERREUR Q.M.

SD

33.11916

- 1898 -

STATION SCLAIGNEAUX 2 COMPOSANTE NS

BELGIQUE

50.30N

5.01E

H 170

P 85

OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE
PENDULE HORIZONTAL VM 13

P. MELCHIOR

VM	13	61	11	04	62	01	09
VM	13	62	01	16	62	03	31
VM	13	62	04	25	62	07	07
VM	13	62	07	18	62	08	10
VM	13	62	10	27	63	03	05

NOMBRE DE JOURS TOTAL 370

ONDES DIURNES

FACT. AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	0.83923	1.083
12 - 21	O1	1.79969	13.054
22 - 29	M1	2.01208	72.199
30 - 32	P1	1.32497	29.716
33 - 34	S1	17.81204	-16.105
35 - 40	K1	1.46289	-0.384
41 - 45	J1	0.67845	80.324
46 - 52	OO1	2.53841	-15.074

ERREURS Q.M.

FACT. AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	0.58602	11.992
12 - 21	O1	0.10575	2.164
22 - 29	M1	0.96637	19.775
30 - 32	P1	0.21582	4.416
33 - 34	S1	13.61361	278.572
35 - 40	K1	0.07860	1.608
41 - 45	J1	1.37858	28.210
46 - 52	OO1	2.88571	59.050

ERREUR Q.M.

D

48.14704

ONDES SEMIDIURNES

FACT. AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	1.42173	-1.809
6 - 9	N2	0.85823	-8.557
10 - 14	M2	0.82960	-2.764
15 - 19	L2	1.28043	20.816
20 - 21	S2	0.86544	2.644
22 - 27	K2	0.74949	-1.596

ERREURS Q.M.

FACT. AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	0.30278	6.196
6 - 9	N2	0.05270	1.078
10 - 14	M2	0.00940	0.192
15 - 19	L2	0.36658	7.501
20 - 21	S2	0.02079	0.425
22 - 27	K2	0.09303	1.904

ERREUR Q.M.

SD

31.17007

STATION SCLAIGNEAUX 2 COMPOSANTE NS

BELGIQUE

50.30N

5.01E

H 170

P 85

OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE

P.MELCHIOR

PENDULE HORIZONTAL VM 30

VM	30	63	03	21	63	07	22
VM	30	63	11	07	64	01	19
VM	30	64	05	15	64	07	07
VM	30	64	09	30	64	12	07
VM	30	65	02	03	65	04	06
VM	30	65	04	29	65	06	15

NOMBRE DE JOURS TOTAL 422

ONDES DIURNES

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	1.75404	32.776
12 - 21	O1	1.33186	16.207
22 - 29	M1	2.98563	5.569
30 - 32	P1	1.09526	12.942
33 - 34	S1	29.33794	-31.113
35 - 40	K1	1.08493	-0.365
41 - 45	J1	2.37029	104.170
46 - 52	OO1	2.59648	63.943

ERREURS Q.M.

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	0.88233	18.055
12 - 21	O1	0.16025	3.279
22 - 29	M1	1.38534	28.348
30 - 32	P1	0.38724	7.924
33 - 34	S1	21.77316	445.539
35 - 40	K1	0.12861	2.632
41 - 45	J1	2.46004	50.339
46 - 52	OO1	3.54532	72.547

ERREUR Q.M.

D

89.24146

ONDES SEMIDIURNES

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	1.05192	7.607
6 - 9	N2	0.83959	-2.003
10 - 14	M2	0.80777	-2.484
15 - 19	L2	0.58116	46.990
20 - 21	S2	0.77269	8.280
22 - 27	K2	0.70938	-4.427

ERREURS Q.M.

FACT.AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	0.20226	4.139
6 - 9	N2	0.04260	0.872
10 - 14	M2	0.00866	0.177
15 - 19	L2	0.31751	6.497
20 - 21	S2	0.01989	0.407
22 - 27	K2	0.07370	1.508

ERREUR Q.M.

SD

30.05757

CORRECTIONS APPLIQUEES

AZIMUT PROVISoire

FACTEUR D'AMPLITUDE

DIURNES 32.95

DIURNES 0,83920

SEMIDIURNES 16.80

SEMIDIURNES 0,95721

- 1900 -

STATION SCLAIGNEAUX 2 COMPOSANTE NS

BELGIQUE

50.30N

5.01E

H 170

P 85

OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE
PENDULE HORIZONTAL VM 30

P. MELCHIOR

VM 30 66 01 20 66 04 05

VM 30 66 05 01 66 08 08

NOMBRE DE JOURS TOTAL 196

ONDES DIURNES

FACT. AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	0.87550	-18.043
12 - 21	O1	1.72168	20.907
22 - 29	M1	0.30998	-10.018
30 - 32	P1	1.05133	34.157
35 - 40	K1	1.11366	3.834
41 - 45	J1	0.88639	-37.556
46 - 52	OO1	4.51003	100.821

ERREURS Q.M.

FACT. AMPL.

PHASES

1 - 11	Q1	0.95108	19.462
12 - 21	O1	0.17893	3.661
22 - 29	M1	1.49475	30.587
30 - 32	P1	0.44385	9.082
35 - 40	K1	0.13478	2.758
41 - 45	J1	2.32587	47.594
46 - 52	OO1	3.17866	65.044

ERREUR Q.M.

D

70.70599

ONDES SEMIDIURNES

FACT. AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	0.98613	13.350
6 - 9	N2	0.84534	2.902
10 - 14	M2	0.78765	-2.880
15 - 19	L2	0.22895	20.039
20 - 27	S2K2	0.79023	4.435

ERREURS Q.M.

FACT. AMPL.

PHASES

1 - 5	2N2	0.36936	7.558
6 - 9	N2	0.07573	1.550
10 - 14	M2	0.01480	0.303
15 - 19	L2	0.60843	12.450
20 - 27	S2K2	0.03081	0.630

ERREUR Q.M.

SD

32.53152

CORRECTIONS APPLIQUEES

AZIMUT PROVISoire

FACTEUR D'AMPLITUDE

DIURNES 23.35

DIURNES 0,91793

SEMIDIURNES 11.50

SEMIDIURNES 0,97991

- 1901 -

STATION TIEFENORT COMPOSANTE NS R.D. ALLEMAGNE
50.49N 10.10E H 262 P 295
INSTITUT FÜR GEOPHYSIK FREIBERG W.BUCHHEIM
PENDULE HORIZONTAL S2

S2	58 09 06	58 11 24	S2	63 02 23	63 03 16
S2	58 12 03	58 12 31	S2	63 04 04	63 08 03
S2	59 01 02	59 03 03	S2	63 08 16	63 09 08
S2	59 05 16	59 09 27	S2	63 09 20	63 11 12
S2	59 09 20	59 11 23	S2	63 11 19	63 12 08
S2	60 06 07	60 08 15	S2	63 12 17	64 02 16
S2	60 08 22	60 10 03	S2	64 04 07	64 06 03
S2	60 10 05	60 12 31	S2	64 06 10	64 07 31
S2	61 01 01	61 03 05	S2	64 08 04	64 10 10
S2	62 11 29	63 01 27			

NOMBRE DE JOURS TOTAL 1222

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.97749	-7.730
12 - 21	O1	0.74830	-3.493
22 - 29	M1	0.86636	-22.335
30 - 32	P1	0.71923	-13.346
33 - 34	S1	10.32626	-78.276
35 - 40	K1	0.83947	-10.135
41 - 45	J1	0.62045	6.284
46 - 52	OO1	1.73485	20.326

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.19831	4.058
12 - 21	O1	0.03871	0.792
22 - 29	M1	0.40403	8.267
30 - 32	P1	0.07456	1.526
33 - 34	S1	4.52882	92.672
35 - 40	K1	0.02661	0.545
41 - 45	J1	0.47148	9.648
46 - 52	OO1	1.02957	21.068

ERREUR Q.M. D 33.17361

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.66125	-1.973
6 - 9	N2	0.67458	-8.315
10 - 14	M2	0.64062	-7.964
15 - 19	L2	0.57673	-11.672
20 - 21	S2	0.64986	-0.616
22 - 27	K2	0.63246	-1.420

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.07234	1.480
6 - 9	N2	0.01439	0.294
10 - 14	M2	0.00273	0.056
15 - 19	L2	0.08483	1.736
20 - 21	S2	0.00591	0.121
22 - 27	K2	0.02572	0.526

ERREUR Q.M. SD 15.99522

- 1902 -

STATION PRIBRAM COMPOSANTE NS TCHECOSLOVAQUIE

49.41N 14.00E H 528 P 1300

INSTITUT DE GEOPHYSIQUE PRAGUE J. PICHA
PENDULE HORIZONTAL CE 2

CE 2 61 01 01 61 08 30

NOMBRE DE JOURS TOTAL 242

ONDES DIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 11	Q1	1.00581	15.099
12 - 21	O1	1.09828	13.085
22 - 29	M1	2.87253	-10.868
30 - 32	P1	1.37819	12.753
35 - 40	K1	1.20782	2.050
41 - 45	J1	2.13778	-3.565
46 - 52	OO1	3.64698	-39.495

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.58726	12.017
12 - 21	O1	0.12988	2.658
22 - 29	M1	1.65895	33.947
30 - 32	P1	0.23118	4.731
35 - 40	K1	0.08550	1.750
41 - 45	J1	1.21519	24.866
46 - 52	OO1	4.46039	91.272

ERREUR Q.M. D 37.82050

ONDES SEMIDIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 5	2N2	0.44328	6.487
6 - 9	N2	0.67194	-18.614
10 - 14	M2	0.67171	-14.910
15 - 19	L2	0.88402	-22.554
20 - 27	S2K2	0.69369	-15.352

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.16620	3.401
6 - 9	N2	0.03380	0.692
10 - 14	M2	0.00639	0.131
15 - 19	L2	0.16818	3.441
20 - 27	S2K2	0.01390	0.284

ERREUR Q.M. SD 17.36723

CORRECTIONS APPLIQUEES
AZIMUT PROVISOIRE

DIURNES -22.80

SEMIDIURNES -6.70

- 1903 -

STATION DANNEMORA COMPOSANTE NS SUEDE

60.12N 17.52E H 30 P 350

GEODETIC INSTITUTE UPPSALA E.TENGSTROM
PENDULE HORIZONTAL VM 40

VM 40 63 12 14 64 02 20
VM 40 64 05 07 64 08 31
VM 40 64 11 07 65 02 02
VM 40 65 02 27 65 08 01
VM 40 65 08 09 65 11 21

NOMBRE DE JOURS TOTAL 532

ONDES DIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 11	Q1	0.70607	10.480
12 - 21	O1	0.73295	3.750
22 - 29	M1	1.46577	-34.969
30 - 32	P1	1.14609	-5.671
33 - 34	S1	5.67749	-20.255
35 - 40	K1	0.82217	-1.786
41 - 45	J1	2.05114	-56.151
46 - 52	OO1	1.74654	-38.780

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.35547	7.274
12 - 21	O1	0.06886	1.409
22 - 29	M1	1.11413	22.798
30 - 32	P1	0.15593	3.191
33 - 34	S1	9.12666	186.757
35 - 40	K1	0.05027	1.029
41 - 45	J1	0.84382	17.267
46 - 52	OO1	1.52859	31.279

ERREUR Q.M. D 119.28522

ONDES SEMIDIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 5	2N2	0.72644	-14.620
6 - 9	N2	0.70840	-13.960
10 - 14	M2	0.61523	-10.801
15 - 19	L2	1.06274	-46.253
20 - 21	S2	0.62082	-1.481
22 - 27	K2	0.57015	-3.249

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.30515	6.244
6 - 9	N2	0.06211	1.271
10 - 14	M2	0.01255	0.257
15 - 19	L2	0.47772	9.776
20 - 21	S2	0.02665	0.545
22 - 27	K2	0.09261	1.895

ERREUR Q.M. SD 42.53759

- 1904 -

STATION STRASBOURG COMPOSANTE VERTICALE FRANCE

48.35N 7.46E H 138

INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE R.LECOLAZET
VALEURS THEORIQUES

64 11 01 65 10 30

NOMBRE TOTAL DE JOURS 365

ONDES DIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 11	Q1	1.0130542	0.443
12 - 21	O1	1.0005283	-0.031
22 - 29	M1	1.0192566	-2.282
30 - 32	P1	1.0008893	0.096
33 - 34	S1	0.9827989	-1.859
35 - 40	K1	0.9995572	0.019
41 - 45	J1	1.0184525	-1.649
46 - 52	OO1	0.9693825	0.877

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.0031521	0.06450
12 - 21	O1	0.0006353	0.01300
22 - 29	M1	0.0131628	0.26935
30 - 32	P1	0.0014313	0.02929
33 - 34	S1	0.0849779	1.73888
35 - 40	K1	0.0004550	0.00931
41 - 45	J1	0.0071840	0.14700
46 - 52	OO1	0.0133803	0.27380

ERREUR Q.M. D 0.8684337

ONDES SEMIDIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 5	2N2	1.0236787	-1.767
6 - 9	N2	1.0087026	0.656
10 - 14	M2	1.0009979	0.042
15 - 19	L2	0.8930645	3.687
20 - 21	S2	1.0006127	0.138
22 - 27	K2	0.9949929	-0.586

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.0126759	0.25938
6 - 9	N2	0.0026021	0.05325
10 - 14	M2	0.0005455	0.01116
15 - 19	L2	0.0239591	0.49027
20 - 21	S2	0.0011369	0.02326
22 - 27	K2	0.0038423	0.07862

ERREUR Q.M. SD 0.7401998

2) Erreurs quadratiques moyennes et
Pondération des stations en vue d'une discussion d'ensemble.

A partir des erreurs quadratiques moyennes fournies par l'ordinateur au terme de l'analyse, on peut établir divers systèmes de pondération que nous utiliserons pour le calcul de moyennes générales.

- a) Le Tableau I récapitule les erreurs quadratiques moyennes E sur une mesure évaluée à partir de la série diurne aussi bien qu'à partir de la série semi-diurne. Elles caractérisent les qualités de la courbe enregistrée du point de vue de l'une et l'autre bande de fréquences. On en a déduit des poids respectifs P proportionnels à $1/E^2$.

Ces poids sont établis à partir de la même unité (Sclaigneaux 2 - EW) pour les composantes EW et NS.

Ils ne sont pas comparables aux poids établis pour la composante verticale, où l'unité est basée sur la station Genova.

Dans la pondération des séries d'observations, ce poids P , défini à partir de l'erreur quadratique moyenne d'une observation, devra être multiplié par le nombre d'observations, soit 24 fois le nombre de jours. On prendra simplement le produit PN où N est le nombre de jours.

- b) Chaque détermination d'amplitude d'une onde de marée comporte le calcul de l'erreur quadratique moyenne E_1 sur cette amplitude.

On fixera à chaque amplitude un poids P_1 proportionnel à $1/E_1^2$ et on construira ainsi un second système de pondération.

- c) On calculera aussi les moyennes arithmétiques.

Les résultats précédents montrent que dans une station permanente de bonne qualité moyenne on pourra, en un an d'observations minimum, déterminer les paramètres géophysiques δ, γ et κ, α relatifs aux diverses ondes et dans les trois composantes avec les précisions indiquées dans le Tableau II.

Ces précisions représentent une bonne moyenne. En certaines stations on a pu obtenir beaucoup mieux (Strasbourg et Frankfurt notamment qui utilisent des gravimètres astatisés) tandis que d'autres sont moins satisfaisantes. Ceci ne vise qu'à servir d'indication pour les stations qui tentent de perfectionner leurs résultats.

Il est évident que l'on peut aussi améliorer considérablement mais artificiellement la qualité des données de base en les soumettant au préalable au filtrage préconisé par Jobert [5] et nous nous proposons d'en faire l'expérience dans un tout proche avenir.

Une autre procédure consiste encore à éliminer des enregistrements toutes les portions affectées par des perturbations quelles qu'elles soient : tremblements de terre, séismes, dérives brusques d'origine hydrologique, manque d'informations sur une variation de sensibilité etc... La méthode de Venedikov a l'avantage de permettre ces exclusions.

Nous en avons fait l'expérience avec la série de 870 jours du pendule VM 31 (série EW, Sclaigneaux I B) mais, en raison du fait que la séparation des ondes diurnes et semi-diurnes procède par filtres portant sur 48 heures, on doit éliminer pratiquement deux fois plus de jours qu'il n'est nécessaire et ceci a réduit le nombre de jours disponibles à 650. Le poids P passe de 18 à 21 pour la série diurne et de 40 à 47 pour la série semi-diurne, mais la diminution du nombre de jours réduit finalement le poids PN .

Tableau I

ERREURS QUADRATIQUES MOYENNES (E) ET PONDERATIONS (P)

STATION			Série Diurne		Série Semi-Diurne	
			E	P	E	P
V	UCCLE 1		24.4	17	12.9	33
V	UCCLE 2		22.5	20	10.6	49
V	LUXEMBOURG		29.6	11	18.1	16
V	BONN		12.5	65	8.3	80
V	STRASBOURG		2.4	1767	1.5	2454
V	FRANKFURT		5.8	302	2.8	704
V	GENOVA		31.9	10	23.5	10
V	TRIESTE		19.5	26	13.7	29
V	STOCKHOLM		25.4	15	13.9	28
V	TALGAR		17.4	33	9.6	60
V	TEHERAN		39.5	06	37.1	04
V	KYOTO		30.6	10	16.9	19
EW	DOURBES 1		39.3	40	19.2	64
EW	DOURBES 1	A	47.8	27	29.1	27
EW	DOURBES 1	B	37.6	43	16.3	88
EW	DOURBES 2		41.0	36	18.0	72
EW	DOURBES 2	A	38.2	42	22.4	46
EW	DOURBES 2	B	41.8	35	16.6	85
EW	SCLAIGNEAUX 1		58.4	18	24.1	40
EW	SCLAIGNEAUX 1	B	53.5	21	22.3	47
EW	SCLAIGNEAUX 3		87.7	08	44.0	12
EW	SCLAIGNEAUX 2		78.8	10	48.5	10
EW	CANNE		61.0	16	31.3	24
EW	TIEFENORT		44.9	30	25.7	35
EW	PRIBRAM		101.5	06	65.7	05
EW	DANNEMORA		52.5	22	19.1	64
NS	DOURBES 1		27.3	83	10.6	209
NS	DOURBES 2		44.8	31	15.3	100
NS	SCLAIGNEAUX 1		68.0	13	33.1	21
NS	SCLAIGNEAUX 2	A	48.1	27	31.2	24
NS	SCLAIGNEAUX 2	B	89.2	08	30.0	26
NS	SCLAIGNEAUX 2	C	70.7	12	32.5	22
NS	TIEFENORT		33.2	56	16.0	92
NS	PRIBRAM		37.8	43	17.4	78
NS	DANNEMORA		119.2	04	42.5	13

Tableau II

PRECISION QUE L'ON PEUT OBTENIR POUR LES DIVERSES ONDES ET DANS LES
DIVERSES COMPOSANTES
(estimation moyenne)

	Composante verticale		Composante Est-Ouest		Composante Nord-Sud	
	δ	κ	γ	α	γ	α
M ₂	± 0,007	± 0°15	± 0,005	± 0°07	± 0,005	± 0°10
S ₂	0,015	0°33	0,008	0°20	0,010	0°25
N ₂	0,030	0°80	0,018	0°35	0,035	0°75
K ₂	0,060	1°30	0,020	0°50	0,030	0°80
2N ₂	0,200	4°	0,100	1°8	0,180	3°8
L ₂	0,300	6°	0,150	3°	0,250	5°4
K ₁	0,010	0°20	0,010	0°20		
O ₁	0,015	0°30	0,015	0°30		
P ₁	0,020	0°60	0,030	0°60		
Q ₁	0,075	1°60	0,075	1°60		
M ₁	0,150	3°90	0,200	4°50		
J ₁	0,175	3°90	0,180	4°00		
OO ₁	0,350	8°50	0,280	6°		

3) Résultats pour la composante verticale.

Les Tableaux III et IV offrent une comparaison des diverses stations pour chacune des 7 ondes diurnes et des 6 ondes semi-diurnes principales.

On remarque dès d'abord :

a) la concordance des deux appareils placés au même site à Uccle :

$$\delta(M_2) = 1,1774 \text{ et } 1,1785$$

b) la presque unanimité de phases négatives (retard) pour les ondes K₁ et O₁ qui sont peu affectées d'effets indirects. A noter ici que deux gravimètres astatisés (Strasbourg, Frankfurt) donnent les mêmes résultats que les gravimètres statiques utilisés dans les 10 autres stations.

Tableau III

RESULTATS COMPARATIFS EN COMPOSANTE VERTICALE

ONDES DIURNES

ONDE K₁

Stations	δ	$\epsilon(\delta)$	κ	$\epsilon(\kappa)$	P	N
UCCLE 1	1.1386	0.0082	-0.706	0.169	17	1136
UCCLE 2	1.1575	0.0088	-0.489	0.182	20	916
LUXEMBOURG	1.1019	0.0107	-1.941	0.219	11	870
BONN	1.1415	0.0077	-3.891	0.158	65	266
STRASBOURG	1.1592	0.0012	-0.855	0.025	1767	365
FRANKFURT/M	1.1375	0.0029	-0.656	0.060	302	458
GENOVA	1.1535	0.0139	-2.023	0.286	10	702
TRIESTE	1.1547	0.0125	0.375	0.255	26	338
STOCKHOLM	1.1169	0.0129	-0.543	0.265	15	546
TALGAR	1.1630	0.0083	-1.461	0.171	33	546
TEHERAN	1.1100	0.0187	-1.312	0.383	06	552
KYOTO	1.1479	0.0198	-2.768	0.406	10	372

ONDE P₁

Stations	δ	$\epsilon(\delta)$	κ	$\epsilon(\kappa)$	P	N
UCCLE 1	1.1693	0.0228	-0.361	0.467	17	1136
UCCLE 2	1.2522	0.0239	0.659	0.490	20	916
LUXEMBOURG	1.0740	0.0332	1.673	0.681	11	870
BONN	1.1021	0.0246	-1.701	0.504	65	266
STRASBOURG	1.1705	0.0038	-0.853	0.079	1767	365
FRANKFURT/M	1.1576	0.0088	-0.593	0.180	302	458
GENOVA	1.2014	0.0384	-0.182	0.786	10	702
TRIESTE	1.0304	0.0330	-5.254	0.676	26	338
STOCKHOLM	1.1004	0.0390	1.193	0.798	15	546
TALGAR	1.1590	0.0233	-2.247	0.477	33	546
TEHERAN	1.1696	0.0596	0.701	1.221	06	552
KYOTO	1.1329	0.0522	1.289	1.068	10	372

ONDE O₁

Stations	δ	$\epsilon(\delta)$	κ	$\epsilon(\kappa)$	P	N
UCCLE 1	1.1579	0.0124	-0.837	0.253	17	1136
UCCLE 2	1.1616	0.0134	-0.415	0.274	20	916
LUXEMBOURG	1.1623	0.0148	-0.349	0.303	11	870
BONN	1.1537	0.0105	-3.481	0.215	65	266
STRASBOURG	1.1773	0.0017	-1.019	0.035	1767	365
FRANKFURT/M	1.1406	0.0040	-0.340	0.083	302	458
GENOVA	1.1624	0.0205	-1.597	0.421	10	702
TRIESTE	1.1636	0.0192	0.197	0.393	26	338
STOCKHOLM	1.1424	0.0183	-1.348	0.375	15	546
TALGAR	1.1780	0.0123	-1.246	0.252	33	546
TEHERAN	1.1382	0.0242	-1.241	0.495	06	552
KYOTO	1.1646	0.0307	0.295	0.629	10	372

Tableau III (suite)

RESULTATS COMPARATIFS EN COMPOSANTE VERTICALE

ONDES DIURNES

ONDE Q₁

Stations	δ	$\epsilon(\delta)$	κ	$\epsilon(\kappa)$	P	N
UCCLE 1	1.1122	0.0642	-0.427	1.313	17	1136
UCCLE 2	1.2023	0.0710	-2.145	1.453	20	916
LUXEMBOURG	1.2178	0.0753	2.820	1.541	11	870
BONN	1.1891	0.0551	-2.809	1.128	65	266
STRASBOURG	1.1750	0.0085	-0.824	0.174	1767	365
FRANKFURT/M	1.1398	0.0202	-0.501	0.414	302	458
GENOVA	1.1668	0.1080	-2.545	2.210	10	702
TRIESTE	1.1556	0.1038	4.832	2.125	26	338
STOCKHOLM	1.1849	0.0893	-1.540	1.827	15	546
TALGAR	1.1258	0.0628	-1.324	1.286	33	546
TEHERAN	1.1287	0.1224	-0.253	2.505	06	552
KYOTO	1.2376	0.1599	-3.155	3.273	10	372

ONDE M₁

Stations	δ	$\epsilon(\delta)$	κ	$\epsilon(\kappa)$	P	N
UCCLE 1	1.2467	0.1361	-2.743	2.785	17	1136
UCCLE 2	1.2144	0.1365	3.335	2.793	20	916
LUXEMBOURG	1.1115	0.2413	-2.073	4.939	11	870
BONN	1.0503	0.1347	3.460	2.758	65	266
STRASBOURG	1.2190	0.0356	-5.076	0.729	1767	365
FRANKFURT/M	1.2326	0.0543	0.021	1.111	302	458
GENOVA	0.9434	0.2014	14.424	4.123	10	702
TRIESTE	1.1779	0.2369	2.297	4.848	26	338
STOCKHOLM	0.9828	0.2628	17.514	5.379	15	546
TALGAR	1.2615	0.1124	-5.134	2.300	33	546
TEHERAN	1.1193	0.3140	10.907	6.426	06	552
KYOTO	1.4599	0.4383	26.774	8.969	10	372

ONDE J₁

Stations	δ	$\epsilon(\delta)$	κ	$\epsilon(\kappa)$	P	N
UCCLE 1	1.3177	0.1553	6.144	3.179	17	1136
UCCLE 2	1.1898	0.1774	-5.552	3.631	20	916
LUXEMBOURG	1.2205	0.1706	-2.322	3.492	11	870
BONN	1.2101	0.1276	-5.970	2.612	65	266
STRASBOURG	1.2127	0.0194	-3.338	0.398	1767	365
FRANKFURT/M	1.1820	0.0458	-3.900	0.938	302	458
GENOVA	1.2987	0.2634	9.983	5.390	10	702
TRIESTE	1.1912	0.2724	0.393	5.575	26	338
STOCKHOLM	1.4072	0.1998	-1.961	4.090	15	546
TALGAR	1.1293	0.1491	-7.782	3.051	33	546
TEHERAN	1.3380	0.2868	-0.970	5.870	06	552
KYOTO	1.2139	0.4052	5.206	8.292	10	372

Tableau III (suite)

RESULTATS COMPARATIFS EN COMPOSANTE VERTICALE

ONDES DIURNES

ONDE OO_1

Stations	δ	$\epsilon(\delta)$	κ	$\epsilon(\kappa)$	P	N
UCCLE 1	1.1132	0.3299	9.657	6.752	17	1136
UCCLE 2	1.1089	0.4049	-5.131	8.285	20	916
LUXEMBOURG	0.7661	0.3150	4.411	6.445	11	870
BONN	0.9433	0.1842	10.294	3.770	65	266
STRASBOURG	1.1348	0.0362	-1.022	0.741	1767	365
FRANKFURT/M	1.0418	0.0941	-3.019	1.926	302	458
GENOVA	1.5257	0.5657	22.561	11.577	10	702
TRIFESTE	1.4041	0.7466	-6.353	15.279	26	338
STOCKHOLM	0.9210	0.4129	19.096	8.449	15	546
TALGAR	1.5390	0.2941	-3.671	6.018	33	546
TEHERAN	1.3434	0.4593	20.918	9.399	06	552
KYOTO	0.3109	1.1945	21.035	24.442	10	372

ONDE S_1

Stations	δ	$\epsilon(\delta)$	κ	$\epsilon(\kappa)$	P	N
UCCLE 1	3.4352	1.3774	34.270	28.185	17	1136
UCCLE 2	6.0946	1.4563	22.015	29.801	20	916
LUXEMBOURG	1.2674	1.9850	-7.550	40.620	11	870
GENOVA	4.3904	2.3055	54.870	47.178	10	702
STRASBOURG	2.0267	0.2302	-8.795	4.710	1767	365
FRANKFURT/M	1.6414	0.5279	3.041	10.803	302	458
STOCKHOLM	1.6156	2.3290	37.924	47.658	15	546
TALGAR	3.2132	1.4480	71.234	29.630	33	546
TEHERAN	4.0991	3.6429	27.248	74.544	06	552
KYOTO	0.8893	3.1447	63.955	64.351	10	372

Tableau IV

RESULTATS COMPARATIFS EN COMPOSANTE VERTICALE

ONDES SEMI-DIURNES

ONDE M₂

Stations	δ	$\epsilon(\delta)$	κ	$\epsilon(\kappa)$	P	N
UCCLE 1	1.1774	0.0056	0.720	0.116	33	1136
UCCLE 2	1.1785	0.0052	1.557	0.108	49	916
LUXEMBOURG	1.2014	0.0090	0.736	0.185	16	870
BONN	1.1677	0.0079	-4.473	0.161	80	266
STRASBOURG	1.2024	0.0010	1.059	0.022	2454	365
FRANKFURT/M	1.1803	0.0018	0.718	0.038	704	458
GENOVA	1.1724	0.0103	-0.195	0.210	10	702
TRIESTE	1.2020	0.0090	-0.802	0.184	29	336
STOCKHOLM	1.1480	0.0138	-2.647	0.284	28	546
TALGAR	1.1704	0.0046	-3.431	0.094	60	546
TEHERAN	1.1632	0.0148	-3.668	0.304	04	552
KYOTO	1.1510	0.0077	-2.169	0.158	19	372

ONDE N₂

Stations	δ	$\epsilon(\delta)$	κ	$\epsilon(\kappa)$	P	N
UCCLE 1	1.1657	0.0304	-1.689	0.623	33	1136
UCCLE 2	1.1530	0.0293	0.078	0.601	49	916
LUXEMBOURG	1.2281	0.0445	-1.054	0.911	16	870
BONN	1.1367	0.0404	-0.603	0.828	80	266
STRASBOURG	1.1901	0.0052	2.364	0.106	2454	365
FRANKFURT/M	1.1501	0.0091	0.934	0.188	704	458
GENOVA	1.1310	0.0564	-2.312	1.154	10	702
TRIESTE	1.2321	0.0519	2.121	1.063	29	336
STOCKHOLM	1.1110	0.0660	-4.602	1.352	28	546
TALGAR	1.1544	0.0241	-3.767	0.494	60	546
TEHERAN	1.2416	0.0733	-5.589	1.501	04	552
KYOTO	1.1208	0.0431	-3.144	0.882	19	372

ONDE L₂

Stations	δ	$\epsilon(\delta)$	κ	$\epsilon(\kappa)$	P	N
UCCLE 1	1.2668	0.1463	-4.329	2.995	33	1136
UCCLE 2	1.0611	0.1249	-9.027	2.556	49	916
LUXEMBOURG	1.1540	0.4669	14.761	9.554	16	870
BONN	0.7469	0.3954	4.419	8.091	80	266
STRASBOURG	1.1373	0.0480	4.550	0.984	2454	365
FRANKFURT/M	1.3538	0.1087	0.055	2.225	704	458
GENOVA	1.1798	0.2775	6.265	5.679	10	702
TRIESTE	1.1026	0.1930	-1.852	3.949	29	336
STOCKHOLM	1.4889	0.7947	28.027	16.262	28	546
TALGAR	1.0675	0.1533	-7.262	3.138	60	546
TEHERAN	1.1874	0.6257	9.984	12.804	04	552
KYOTO	1.0290	0.1739	12.327	3.560	19	372

Tableau IV (suite)

RESULTATS COMPARATIFS EN COMPOSANTE VERTICALE

ONDES SEMI-DIURNES

ONDE S_2

Stations	δ	$\epsilon(\delta)$	κ	$\epsilon(\kappa)$	P	N
UCCLE 1	1.2272	0.0122	-0.848	0.250	33	1136
UCCLE 2	1.1878	0.0114	-1.352	0.233	49	916
LUXEMBOURG	1.0702	0.0193	7.166	0.395	16	870
BONN (*)	1.1706	0.0149	-6.077	0.306	80	266
STRASBOURG	1.2087	0.0022	0.134	0.046	2454	365
FRANKFURT/M	1.1794	0.0041	-1.426	0.084	704	458
GENOVA	1.2558	0.0226	-0.754	0.462	10	702
TRIESTE (*)	1.1785	0.0194	-3.484	0.398	29	336
STOCKHOLM	1.1454	0.0295	1.839	0.603	28	546
TALGAR	1.1794	0.0098	-5.995	0.201	60	546
TEHERAN	1.1757	0.0313	-5.523	0.641	04	552
KYOTO	1.0676	0.0168	5.186	0.345	19	372

ONDE K_2

Stations	δ	$\epsilon(\delta)$	κ	$\epsilon(\kappa)$	P	N
UCCLE 1	1.1965	0.0549	2.762	1.125	33	1136
UCCLE 2	1.0397	0.0537	-2.966	1.100	49	916
LUXEMBOURG	1.0294	0.0687	-2.779	1.406	16	870
GENOVA	1.1318	0.1040	9.341	2.128	10	702
STRASBOURG	1.1921	0.0077	-0.970	0.157	2454	365
FRANKFURT/M	1.1644	0.0157	-1.904	0.322	704	458
STOCKHOLM	1.1970	0.1114	-4.017	2.280	28	546
TALGAR	1.2075	0.0434	0.963	0.889	60	546
TEHERAN	1.1904	0.1017	-8.625	2.083	04	552
KYOTO	1.1490	0.0841	1.578	1.722	19	372

ONDE $2N_2$

Stations	δ	$\epsilon(\delta)$	κ	$\epsilon(\kappa)$	P	N
UCCLE 1	1.4148	0.1535	-3.871	3.142	33	1136
UCCLE 2	1.1054	0.1495	4.852	3.061	49	916
LUXEMBOURG	1.4060	0.2263	7.945	4.632	16	870
BONN	1.1503	0.2140	1.438	4.379	80	266
STRASBOURG	1.2024	0.0254	-0.365	0.520	2454	365
FRANKFURT/M	1.1473	0.0453	1.097	0.928	704	458
GENOVA	1.2603	0.2911	-5.081	5.958	10	702
TRIESTE	1.0439	0.2667	15.771	5.459	29	336
STOCKHOLM	1.4070	0.3233	-0.589	6.617	28	546
TALGAR	1.2744	0.1230	-5.581	2.518	60	546
TEHERAN	0.8945	0.3571	1.754	7.308	04	552
KYOTO	1.0271	0.2160	0.832	4.420	19	372

(*) les ondes S_2 et K_2 ne sont pas séparées pour ces deux stations où l'intervalle de mesures n'atteint pas 365 jours.

- c) La concordance des stations côtières italiennes (Genova/ mer Ligure, Trieste/ mer Adriatique) pour les amplitudes des ondes K_1 et O_1

Genova	1,1535	1,1624
Trieste	1,1547	1,1636

- d) L'existence pour toutes les stations de la relation

$$\delta(K_1) < \delta(O_1)$$

conforme aux théories sur les effets dynamiques du noyau liquide.

- e) Il n'y a pas de différence entre les stations d'Europe et d'Asie pour les facteurs d'amplitude des ondes diurnes.

Sur l'ensemble des données relatives aux facteurs d'amplitude nous avons effectué des moyennes suivant les trois méthodes indiquées au paragraphe 2 :

δ_1 : pondération PN, fonction de la qualité de la courbe.
Chaque station intervient avec un même poids propre pour toutes les ondes d'une même espèce.

δ_2 : pondération $1/\epsilon^2(\delta)$, fonction de l'erreur sur chaque onde.
Le poids d'une même station varie un peu selon l'onde considérée.

δ_3 : moyenne arithmétique.

Deux variantes de ce calcul sont données dans le Tableau V :

Tableau V.

COMPOSANTE VERTICALE
MOYENNES GENERALES PONDEREES

Variante 1

	δ_1	δ_2	δ_3
K1	1.1546	1.1537	1.1401
P1	1.1660	1.1656	1.1432
O1	1.1705	1.1695	1.1585
Q1	1.1695	1.1684	1.1696
M1	1.2103	1.2139	1.1682
J1	1.2105	1.2108	1.2425
OO1	1.1194	1.1210	1.0960
M2	1.1942	1.1935	1.1762
N2	1.1779	1.1767	1.1678
2N2	1.1935	1.1953	1.1944
S2	1.1982	1.1977	1.1705
K2	1.1832	1.1790	1.1497
L2	1.1515	1.1838	1.1479

Variante 2

	δ_1	δ_2	δ_3
K1	1.1421	1.1429	1.1385
P1	1.1478	1.1478	1.1391
O1	1.1599	1.1606	1.1584
Q1	1.1675	1.1660	1.1720
M1	1.1669	1.1626	1.1567
J1	1.2384	1.2352	1.2516
OO1	1.0841	1.1395	1.0975
M2	1.1745	1.1747	1.1732
N2	1.1613	1.1590	1.1674
2N2	1.2275	1.2429	1.1983
S2	1.1737	1.1776	1.1658
K2	1.1434	1.1354	1.1426
L2	1.1062	1.1151	1.1284

Variante 1.

Toutes les stations sont considérées.

Le poids très considérable assigné à Strasbourg et à Frankfurt entraîne une différence assez significative entre les moyennes pondérées et la moyenne arithmétique.

Pour les ondes diurnes qui sont peu affectées par les effets indirects et ne diffèrent pas entre l'Europe et l'Asie on conclura

$$\delta(K_1) = 1,154$$

$$\delta(P_1) = 1,166$$

$$\delta(O_1) = 1,170$$

$$\delta(Q_1) = 1,169$$

Variante 2.

Dans cette variante on n'a considéré que les résultats obtenus avec les gravimètres statiques (Askania) pour lesquels les diverses stations ont des poids comparables.

On a trouvé pour les ondes diurnes :

$$\delta(K_1) = 1,142$$

$$\delta(P_1) = 1,148$$

$$\delta(O_1) = 1,160$$

$$\delta(Q_1) = 1,167$$

toutes ces valeurs sont systématiquement plus faibles que celles de la variante 1 et d'environ 1 % ce qui peut traduire un effet d'étalonnage, tous les gravimètres Askania ayant été étalonnés sur la même base à Berlin mais aussi, dans plusieurs cas, à l'aide du système de billes additives.

Les résultats de la variante 2 sont en bon accord avec les résultats obtenus en U.R.S.S. par l'Institut Géophysique de Moscou qui utilise exclusivement des gravimètres Askania :

	$\delta(K_1 P_1)$	$\delta(O_1)$	référence BIM
Krasnaya Pakhra	$1,134 \pm 0,022$	$1,160 \pm 0,016$	38
Kiev	$1,149 \pm 0,011$	$1,164 \pm 0,018$	39
Tachkent	$1,133 \pm 0,003$	$1,157 \pm 0,007$	38
Alma Ata	$1,137 \pm 0,006$	$1,143 \pm 0,012$	37
Frounze I	$1,127 \pm 0,004$	$1,152 \pm 0,006$	47
Frounze II	$1,146 \pm 0,005$	$1,170 \pm 0,004$	47
Lantschou	$1,132 \pm 0,011$	$1,138 \pm 0,012$	40
Talgar : repris dans les séries étudiées ici.			

Ces résultats sont obtenus par moyennes d'analyses mensuelles et n'offrent pas la possibilité de séparer les ondes K_1 et P_1 l'une de l'autre.

4. Résultats pour la composante Est-Ouest.

Les tableaux VI et VII offrent la comparaison des diverses stations pour les deux espèces d'ondes.

On remarque ici dès l'abord la remarquable cohérence des facteurs d'amplitude pour les ondes diurnes K_1 , P_1 et O_1 .

On ne considérera pas les phases comme susceptibles d'une quelconque discussion de caractère géophysique étant donné que pour plusieurs stations un contrôle d'azimut doit encore être fait. Les écarts d'azimut soupçonnés ne sont cependant pas de nature à modifier sensiblement les facteurs d'amplitude trouvés.

La station de Přebíram n'a pu être retenue dans le tableau des ondes diurnes car elle donne des résultats discordants par rapport aux autres stations. Il convient de rappeler que cette station est équipée d'un ancien pendule double métallique du système Schweydar dont l'étalonnage en sensibilité reste aléatoire.

On remarquera aussi un résultat assez discordant de la station de Tiefenort pour l'onde P_1 . Il s'agit là aussi d'un appareil métallique. Toutes les autres stations sont équipées d'appareils en quartz.

Dans toutes les stations on a

$$\gamma(K_1) > \gamma(O_1)$$

conformément aux théories sur les effets dynamiques du noyau liquide.

Sur l'ensemble des données on a procédé aux calculs de moyennes pondérées et arithmétique et l'on a calculé trois variantes pour les ondes diurnes (Tableau VIII).

Variante 1.

Toutes les séries analysées (Přebíram inclus) par la méthode Venedikov, y compris les séries dédoublées à Dourbes.

Variante 2 - Ondes diurnes.

Même calcul que pour la variante 1 mais avec élimination de Přebíram et de toutes valeurs de γ supérieures à l'unité (dans les ondes de faible amplitude M_1 , J_1 , OO_1).

Variante 3 - Ondes diurnes.

Même calcul que pour la variante 2 mais en ne prenant à Dourbes que chacune des séries globales obtenues avec les pendules VM 8 et VM 28.

Tableau VI

RESULTATS COMPARATIFS EN COMPOSANTE EST-OUEST

ONDES DIURNES

ONDE K₁

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOORBES 1	0.7578	0.0067	-4.279	0.137	40	1350
DOORBES 1 A	0.7722	0.0119	-3.79	0.245	27	676
DOORBES 1 B	0.7410	0.0088	-4.397	0.180	43	676
DOORBES 2	0.7514	0.0081	3.478	0.167	36	988
DOORBES 2 A	0.7734	0.0140	3.18	0.287	42	334
DOORBES 2 B	0.7416	0.0099	3.513	0.204	35	654
SCLAIGNEAUX 1	0.7428	0.0125	6.92	0.256	18	860
SCLAIGNEAUX 1	0.7411	0.0132	6.792	0.271	21	650
SCLAIGNEAUX 3	0.7509	0.0228	4.639	0.468	08	588
SCLAIGNEAUX 2	0.7232	0.0311	9.590	0.638	10	440
CANNE	0.7588	0.0247	-6.013	0.507	16	218
TIEFENORT	0.7330	0.0097	2.422	0.200	30	1048
DANNEMORA	0.7380	0.0113	-5.065	0.232	22	656

ONDE P₁

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOORBES 1	0.7327	0.0209	-7.938	0.428	40	1350
DOORBES 1 A	0.7185	0.0358	-6.40	0.734	27	676
DOORBES 1 B	0.7214	0.0284	-9.010	0.581	43	676
DOORBES 2	0.7092	0.0255	1.367	0.522	36	988
DOORBES 2 A	0.7049	0.0411	2.61	0.842	42	334
DOORBES 2 B	0.7089	0.0323	-0.016	0.663	35	654
SCLAIGNEAUX 1	0.7204	0.0396	12.49	0.812	18	860
SCLAIGNEAUX 1	0.7093	0.0416	12.111	0.853	21	650
SCLAIGNEAUX 3	0.7307	0.0700	12.780	1.432	08	588
SCLAIGNEAUX 2	0.7350	0.1014	15.537	2.076	10	440
CANNE	0.6906	0.0816	-9.668	1.671	16	218
TIEFENORT	0.7933	0.0277	3.848	0.568	30	1048
DANNEMORA	0.6481	0.0358	-5.124	0.733	22	656

ONDE O₁

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOORBES 1	0.6583	0.0094	-2.084	0.192	40	1350
DOORBES 1 A	0.6598	0.0171	-0.94	0.350	27	676
DOORBES 1 B	0.6578	0.0121	-2.176	0.248	43	676
DOORBES 2	0.6767	0.0114	7.437	0.233	36	988
DOORBES 2 A	0.6966	0.0201	7.65	0.411	42	334
DOORBES 2 B	0.6684	0.0136	7.361	0.280	35	654
SCLAIGNEAUX 1	0.6899	0.0172	9.92	0.352	18	860
SCLAIGNEAUX 1	0.6815	0.0182	10.261	0.374	21	650
SCLAIGNEAUX 3	0.6677	0.0323	9.009	0.661	08	588
SCLAIGNEAUX 2	0.6833	0.0316	7.943	0.647	10	440
CANNE	0.6990	0.0338	-9.593	0.693	16	218
TIEFENORT	0.6745	0.0141	3.104	0.289	30	1048
DANNEMORA	0.7099	0.0155	1.154	0.319	22	656

Tableau VI (suite)

RESULTATS COMPARATIFS EN COMPOSANTE EST-OUEST

ONDES DIURNES

Stations	ONDE Q ₁					P	N
	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$			
DOORBES 1	0.6626	0.0476	1.161	0.974	40	1350	
DOORBES 1 A	0.7004	0.0855	3.04	1.750	27	676	
DOORBES 1 B	0.6830	0.0618	1.318	1.266	43	676	
DOORBES 2	0.5546	0.0589	2.230	1.206	36	988	
DOORBES 2 A	0.5925	0.1071	-3.99	2.193	42	334	
DOORBES 2 B	0.5407	0.0699	4.307	1.431	35	654	
SCLAIGNEAUX 1	0.7223	0.0879	20.76	1.800	18	860	
SCLAIGNEAUX 1	0.7063	0.0912	17.388	1.868	21	650	
SCLAIGNEAUX 3	0.6567	0.1644	14.506	3.366	08	588	
SCLAIGNEAUX 2	0.6832	0.1593	10.954	3.260	10	440	
CANNE	0.5690	0.1736	12.001	3.554	16	218	
TIEFENORT	0.6343	0.0721	1.366	1.477	30	1048	
DANNEMORA	0.7471	0.0789	6.060	1.616	22	656	

Stations	ONDE M ₁					P	N
	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$			
DOORBES 1	0.8908	0.1190	10.999	2.437	40	1350	
DOORBES 1 A	0.7219	0.2208	19.52	4.519	27	676	
DOORBES 2 B	0.6743	0.1686	11.047	3.450	35	654	
DOORBES 2	0.6701	0.1378	7.475	2.821	36	988	
DOORBES 2 A	0.6763	0.2330	-1.04	4.769	42	334	
SCLAIGNEAUX 1	0.5072	0.2659	34.98	5.442	18	860	
SCLAIGNEAUX 1	0.6263	0.2690	23.469	5.506	21	650	
SCLAIGNEAUX 2	0.5851	0.4329	34.826	8.859	10	440	
CANNE	0.7814	0.3629	-9.524	7.426	16	218	
TIEFENORT	0.7352	0.1738	8.057	3.557	30	1048	
DANNEMORA	0.9338	0.2492	-3.715	5.101	22	656	

Stations	ONDE J ₁					P	N
	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$			
DOORBES 1	0.8679	0.1105	-6.946	2.262	40	1350	
DOORBES 1 A	0.7347	0.1971	-2.15	4.034	27	676	
DOORBES 1 B	0.8570	0.1446	-8.433	2.959	43	676	
DOORBES 2	0.8599	0.1379	-9.215	2.822	36	988	
DOORBES 2 B	0.8490	0.1638	5.382	3.353	35	654	
SCLAIGNEAUX 1	0.6113	0.2041	20.29	4.178	18	860	
SCLAIGNEAUX 1	0.5622	0.2126	5.403	4.352	47	650	
SCLAIGNEAUX 3	0.9873	0.3779	-0.441	7.735	08	588	
SCLAIGNEAUX 2	0.6033	0.3734	-6.311	7.642	10	440	
CANNE	0.6679	0.4103	-5.366	8.396	16	218	
TIEFENORT	0.5776	0.1732	-7.881	3.545	30	1048	
DANNEMORA	0.5115	0.1815	-5.377	3.716	22	656	

Tableau VI (suite)

RESULTATS COMPARATIFS EN COMPOSANTE EST-OUEST

ONDES DIURNES

ONDE 00_1

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOORBES 1	0.6199	0.1831	15.486	3.746	40	1350
DOORBES 1 A	0.8991	0.3774	22.40	7.724	27	676
DOORBES 1 B	0.5568	0.2168	-2.170	4.437	43	676
DOORBES 2	0.5535	0.2147	15.998	4.394	36	988
DOORBES 2 A	0.6972	0.4627	15.19	9.468	42	334
DOORBES 2 B	0.5645	0.2426	25.396	4.965	35	654
SCLAIGNEAUX 1	0.8769	0.3607	0.366	7.383	21	650
TIEFENORT	0.7252	0.3635	13.377	7.439	30	1048

ONDE S_1

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOORBES 1	5.5680	1.2399	-0.054	25.373	40	1350
DOORBES 1 A	4.1612	2.1352	7.68	43.693	27	676
DOORBES 1 B	6.6253	1.6772	5.154	34.320	43	676
DOORBES 2	3.5936	1.5114	79.915	30.929	36	988
DOORBES 2 B	5.5154	1.9093	92.241	39.070	35	654
SCLAIGNEAUX 1	4.4852	2.3578	74.27	48.248	18	860
SCLAIGNEAUX 1	4.3318	2.4683	69.377	50.509	21	650
SCLAIGNEAUX 3	2.5127	4.1859	53.277	85.655	08	588
SCLAIGNEAUX 2	9.1341	6.7816	0.622	38.771	10	440
TIEFENORT	1.1560	1.6625	38.584	34.020	30	1048
DANNEMORA	3.1167	2.1180	33.993	43.341	22	656

Tableau VII

RESULTATS COMPARATIFS EN COMPOSANTE EST-OUEST

ONDES SEMI-DIURNES

ONDE M₂

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOORBES 1	0.8574	0.0023	6.500	0.048	64	1350
DOORBES 1 A	0.8540	0.0050	5.95	0.103	27	676
DOORBES 1 B	0.8571	0.0028	7.055	0.059	88	676
DOORBES 2	0.8244	0.0026	7.303	0.054	72	988
DOORBES 2 A	0.8248	0.0055	5.80	0.113	46	334
DOORBES 2 B	0.8243	0.0030	8.164	0.062	85	654
SCLAIGNEAUX 1	0.9215	0.0037	4.94	0.078	40	860
SCLAIGNEAUX 1	0.9233	0.0040	4.911	0.083	47	650
SCLAIGNEAUX 3	0.8394	0.0083	9.282	0.171	12	588
SCLAIGNEAUX 2	0.8468	0.0107	9.785	0.220	10	440
CANNE	0.9227	0.0100	3.294	0.205	24	218
TIEFENORT	0.8433	0.0036	-9.272	0.075	35	1048
PRIBRAM 1	0.7375	0.0161	-9.676	0.330	05	316
DANNEMORA	0.6464	0.0044	3.492	0.091	64	656

ONDE N₂

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOORBES 1	0.8712	0.0119	8.548	0.244	64	1350
DOORBES 1 A	0.8550	0.0249	8.53	0.511	27	676
DOORBES 1 B	0.8747	0.0146	9.547	0.299	88	676
DOORBES 2	0.8196	0.0135	7.595	0.278	72	988
DOORBES 2 A	0.8181	0.0296	4.85	0.606	46	334
DOORBES 2 B	0.8226	0.0152	9.021	0.313	85	654
SCLAIGNEAUX 1	0.8916	0.0189	7.81	0.388	40	860
SCLAIGNEAUX 1	0.8990	0.0199	7.789	0.408	47	650
SCLAIGNEAUX 3	0.8424	0.0416	11.161	0.851	12	588
SCLAIGNEAUX 2	0.7843	0.0536	10.073	1.097	10	440
CANNE	0.8842	0.0513	9.853	1.051	24	218
TIEFENORT	0.8878	0.0191	-4.822	0.392	35	1048
PRIBRAM 1	0.8553	0.0871	-1.755	1.783	05	316
DANNEMORA	0.6554	0.0219	2.767	0.448	64	656

ONDE L₂

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOORBES 1	0.8898	0.1011	28.893	2.070	64	1350
DOORBES 1 A	1.1793	0.2222	35.95	4.548	27	676
DOORBES 1 B	0.8082	0.1183	16.397	2.421	88	676
DOORBES 2	0.8442	0.1191	29.815	2.438	72	988
DOORBES 2 A	0.8021	0.3157	37.53	6.460	46	334
DOORBES 2 B	0.8193	0.1245	25.759	2.548	85	654
SCLAIGNEAUX 1	1.1314	0.1530	23.60	3.133	40	860
SCLAIGNEAUX 1	1.2101	0.1607	28.580	3.290	47	650
SCLAIGNEAUX 3	1.7111	0.3472	47.491	7.105	12	588
SCLAIGNEAUX 2	1.4147	0.4299	55.605	8.799	10	440
CANNE	1.1805	0.4547	27.213	9.305	24	218
TIEFENORT	0.8702	0.1110	12.860	2.272	35	1048
PRIBRAM 1	0.7391	0.4018	62.092	8.224	05	316
DANNEMORA	0.9311	0.1851	-1.853	3.789	64	656

Tableau VII (suite)

RESULTATS COMPARATIFS EN COMPOSANTE EST-OUEST

ONDES SEMI-DIURNES

ONDE S_2

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOORBES 1	0.8031	0.0050	0.991	0.102	64	1350
DOORBES 1 A	0.7919	0.0107	0.00	0.219	27	676
DOORBES 1 B	0.8045	0.0060	1.547	0.123	88	676
DOORBES 2	0.8421	0.0055	2.653	0.113	72	988
DOORBES 2 A	0.8369	0.0119	0.66	0.243	46	334
DOORBES 2 B	0.8433	0.0062	3.712	0.129	85	654
SCLAIGNEAUX 1	0.8472	0.0079	0.81	0.163	40	860
SCLAIGNEAUX 1	0.8484	0.0084	0.495	0.174	47	650
SCLAIGNEAUX 3	0.7477	0.0175	-1.663	0.360	12	588
SCLAIGNEAUX 2	0.7277	0.0228	-0.810	0.468	10	440
CANNE (*)	0.8950	0.0204	5.025	0.419	24	218
TIEFENORT	0.8006	0.0079	10.730	0.162	35	1048
PRIBRAM 1 (*)	0.6477	0.0336	12.401	0.688	05	316
DANNEMORA	0.6508	0.0093	5.851	0.190	64	656

ONDE K_2

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOORBES 1	0.8265	0.0173	-0.459	0.355	64	1350
DOORBES 1 A	0.8719	0.0409	-0.75	0.838	27	676
DOORBES 1 B	0.8191	0.0191	0.067	0.392	88	676
DOORBES 2	0.8261	0.0187	1.170	0.383	72	988
DOORBES 2 A	0.7739	0.0476	3.61	0.975	46	334
DOORBES 2 B	0.8225	0.0199	1.071	0.408	85	654
SCLAIGNEAUX 1	0.8623	0.0265	1.45	0.544	40	860
SCLAIGNEAUX 1	0.8532	0.0282	1.092	0.579	47	650
SCLAIGNEAUX 3	0.8660	0.0632	-8.107	1.294	12	588
SCLAIGNEAUX 2	0.8390	0.0736	-7.806	1.508	10	440
TIEFENORT	0.7577	0.0338	-9.317	0.693	35	1048
DANNEMORA	0.6582	0.0310	1.552	0.635	64	656

ONDE $2N_2$

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOORBES 1	1.0293	0.0590	2.678	1.207	64	1350
DOORBES 1 A	1.0223	0.1233	12.69	2.524	27	676
DOORBES 1 B	1.0939	0.0725	-1.345	1.485	88	676
DOORBES 2	1.0131	0.0701	-2.575	1.436	72	988
DOORBES 2 A	1.0111	0.1653	-5.47	3.384	46	334
DOORBES 2 B	1.0237	0.0761	-1.441	1.559	85	654
SCLAIGNEAUX 1	1.0426	0.0941	-6.20	1.927	40	860
SCLAIGNEAUX 1	0.9711	0.0959	-4.050	1.963	47	650
SCLAIGNEAUX 3	0.9810	0.2096	13.751	4.290	12	588
SCLAIGNEAUX 2	1.0615	0.2603	13.889	5.328	10	440
CANNE	0.8795	0.2529	-6.020	5.176	24	218
TIEFENORT	0.8541	0.0959	-0.505	1.963	35	1048
PRIBRAM 1	1.0581	0.4314	22.893	8.829	05	316
DANNEMORA	0.5642	0.1082	7.212	2.215	64	656

(*) les ondes S_2 et K_2 ne sont pas séparées pour ces deux stations où l'intervalle de mesures n'atteint pas 365 jours.

Tableau VIII.

COMPOSANTE EST - OUEST
MOYENNES GENERALES PONDEREES

Variante 1

	γ_1	γ_2	γ_3
K1	0.7497	0.7500	0.7587
P1	0.7238	0.7253	0.7327
O1	0.6739	0.6738	0.6882
Q1	0.6485	0.6468	0.6740
M1	0.7875	0.7828	0.8102
J1	0.7801	0.7752	0.8711
OO1	0.6263	0.6626	0.7451
M2	0.8435	0.8361	0.8373
N2	0.8465	0.8397	0.8400
2N2	0.9876	0.9732	0.9718
S2	0.8118	0.8059	0.7919
K2	0.8170	0.8094	0.8147
L2	0.9330	0.9334	1.0379

Variante 2

	γ_1	γ_2	γ_3
K1	0.7489	0.7489	0.7480
P1	0.7185	0.7187	0.7165
O1	0.6733	0.6728	0.6787
Q1	0.6470	0.6444	0.6502
M1	0.7424	0.7394	0.7093
J1	0.7593	0.7454	0.7241
OO1	0.6316	0.6543	0.6866

Variante 3

	γ_1	γ_2	γ_3
K1	0.7474	0.7468	0.7441
P1	0.7210	0.7213	0.7182
O1	0.6765	0.6752	0.6823
Q1	0.6539	0.6498	0.6595
M1	0.7613	0.7551	0.7162
J1	0.7593	0.7454	0.7241
OO1	0.6398	0.6529	0.6938

Nous pensons que la cohérence très remarquable de ces trois variantes et de tous les types de pondération permet de conclure que l'on a

$$\gamma(K_1) = 0,747$$

$$\gamma(P_1) = 0,721$$

$$\gamma(O_1) = 0,676$$

$$\gamma(Q_1) = 0,654$$

L'onde Q_1 étant toutefois déterminée avec une précision bien inférieure à celles de K_1 , P_1 et O_1

5. Résultats pour la composante Nord-Sud

Le Tableau IX récapitule les résultats obtenus en composante Nord-Sud.

Le fait que toutes les stations actuellement en service soient installées aux latitudes moyennes rend peu significatifs les résultats obtenus dans cette composante pour les ondes diurnes puisque leur amplitude s'annule à la latitude de 45° .

Des stations équatoriales et de haute latitude sont éminemment désirables pour développer les recherches sur ces ondes.

On constate en outre l'existence de fortes perturbations systématiques dans les stations d'Europe Occidentale et l'on notera ici tout particulièrement la concordance de l'anomalie trouvée à Dourbes à l'aide de deux appareils différents et confirmée d'ailleurs en d'autres stations du massif Ardennes-Eifel où les séries d'observations étaient encore trop courtes que pour être introduites ici [6]

Dans ces conditions on n'a procédé à aucun calcul de moyennes.

6. Effets dynamiques du noyau liquide.

Comparaison avec les modèles théoriques de Jeffreys-Vicente et de Molodensky.

En 1957, Jeffreys reprenant une étude antérieure de Poincaré démontre qu'un effet de résonance dû aux mouvements dans le noyau liquide se manifeste sur les ondes dont la période est suffisamment voisine de celle du jour sidéral (K_1 et, dans une moindre mesure, P_1). Avec Vicente il traite une série de modèles à noyau liquide [7]. Molodensky développe une étude analogue en 1961 [8] et obtient des résultats assez semblables à ceux de Jeffreys Vicente.

Selon ces calculs théoriques les trois ondes diurnes que l'on peut espérer déduire avec quelque précision des enregistrements auront pour coefficients d'amplitude les nombres ci-après :

Tableau IX

RESULTATS COMPARATIFS EN COMPOSANTE NORD-SUD

ONDES SEMI-DIURNES

ONDE M_2

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOURBES 1	0.4477	0.0017	-1.508	0.036	209	940
DOURBES 2	0.4469	0.0027	9.097	0.055	100	1144
SCLAIGNEAUX 1	0.9854	0.0056	1.872	0.116	21	1148
SCLAIGNEAUX 2 A	0.8296	0.0094	-2.764	0.192	24	370
SCLAIGNEAUX 2 B	0.7876	0.0148	-2.880	0.303	26	422
SCLAIGNEAUX 2 C	0.8077	0.0086	-2.484	0.177	22	196
TIEFENORT	0.6406	0.0027	-7.964	0.056	92	1222
PRIBRAM	0.6717	0.0063	-14.910	0.131	78	242
DANNEMORA	0.6152	0.0125	-10.801	0.257	13	532

ONDE N_2

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOURBES 1	0.5386	0.0090	-10.379	0.184	209	940
DOURBES 2	0.4975	0.0136	-2.783	0.279	100	1144
SCLAIGNEAUX 1	1.0214	0.0306	-4.269	0.627	21	1148
SCLAIGNEAUX 2 A	0.8582	0.0527	-8.557	1.078	24	370
SCLAIGNEAUX 2 B	0.8453	0.0757	2.902	1.550	26	422
SCLAIGNEAUX 2 C	0.8395	0.0426	-2.003	0.872	22	196
TIEFENORT	0.6745	0.0143	-8.315	0.294	92	1222
PRIBRAM	0.6719	0.0338	-18.614	0.692	78	242
DANNEMORA	0.7084	0.0621	-13.960	1.271	13	532

Tableau IX (suite)

RESULTATS COMPARATIFS EN COMPOSANTE NORD-SUD

ONDES SEMI-DIURNES

ONDE S_2

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOORBES 1	0.5420	0.0037	9.749	0.076	209	940
DOORBES 2	0.5249	0.0056	9.697	0.116	100	1144
SCLAIGNEAUX 1	1.1453	0.0122	6.373	0.252	21	1148
SCLAIGNEAUX 2 A	0.8654	0.0207	2.644	0.425	24	370
SCLAIGNEAUX 2 B (*)	0.7902	0.0308	4.435	0.630	26	422
SCLAIGNEAUX 2 C	0.7726	0.0198	8.280	0.407	22	196
TIEFENORT	0.6498	0.0059	-0.616	0.121	92	1222
PRIBRAM (*)	0.6936	0.0139	-15.352	0.284	78	242
DANNEMORA	0.6208	0.0266	-1.481	0.545	13	532

ONDE K_2

Stations	γ	$\epsilon(\gamma)$	α	$\epsilon(\alpha)$	P	N
DOORBES 1	0.5445	0.0129	6.459	0.265	209	940
DOORBES 2	0.5606	0.0194	13.405	0.397	100	1144
SCLAIGNEAUX 1	1.1341	0.0527	0.464	1.079	21	1148
SCLAIGNEAUX 2 A	0.7494	0.0930	-1.596	1.904	24	370
SCLAIGNEAUX 2 C	0.7093	0.0737	-4.427	1.508	22	196
TIEFENORT	0.6324	0.0257	-1.420	0.526	92	1222
DANNEMORA	0.5701	0.0926	-3.249	1.895	13	532

(*) les ondes S_2 et K_2 ne sont pas séparées pour ces deux stations où l'intervalle de mesures n'atteint pas 365 jours.

Tableau X.

Modèles théoriques

	Déviations de la verticale facteur $\gamma = 1 + k - h$				Variations de g facteur $\delta = 1 + h - \frac{3}{2}k$			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
K_1	0,714	0,693	0,734	0,730	1,183	1,185	1,137	1,143
P_1	0,695	0,696	0,699	0,697	1,196	1,172	1,154	1,158
O_1	0,654	0,658	0,688	0,686	1,224	1,211	1,159	1,164
$\Delta (O_1 - K_1)$	- 0,060	- 0,035	- 0,046	- 0,044	+ 0,041	+ 0,026	+ 0,022	+ 0,021

- (1) modèle de Jeffreys Vicente avec particule centrale
 (2) modèle de Jeffreys Vicente avec loi de Roche dans le noyau
 (3) modèle de Molodensky avec noyau fluide homogène
 (4) modèle de Molodensky avec graine centrale.

Une relation indiquée par Melchior en 1951 [9]

$$\frac{k}{h} = \frac{1}{\lambda} = \frac{\int_0^a \rho r^4 dr}{\int_0^a \rho r^2 dr} \quad (1)$$

soit encore

$$\frac{k}{h} = \frac{e - \frac{q}{2}}{\frac{C - A}{A}} = 1 - \frac{2}{5} \sqrt{1 + \eta} = \frac{3}{2} \frac{C}{Ma^2} \sim \frac{1}{2}$$

où λ est le paramètre de d'Alembert et η le paramètre de Radau ($q = \frac{\omega^2 a}{2g}$, $e =$ aplatissement)
 est retrouvée par Molodensky [8] mais non dans les modèles de Jeffreys Vicente et c'est la
 raison des désaccords assez prononcés qui existent entre ces deux théories pour le facteur δ

Nous avons trouvé en 1951 :

$$k/h = 0,504$$

et G. Jobert avait démontré que si l'on fait abstraction de l'hypothèse implicite en (1) que les
 déformations sont homothétiques par rapport au centre, on peut seulement écrire [10] :

$$k/h \leq 0,504$$

Ceci rappelé, on peut confronter les résultats obtenus pour les facteurs γ et δ en retenant pour δ la variante 2.

Tableau XI

Résultats expérimentaux.

	γ	δ	k	h	k/h
K_1	0,747	1,143	0,220	0,473	0,465
P_1	0,721	1,148	0,262	0,541	0,484
O_1	0,676	1,160	0,328	0,652	<u>0,503</u>
Q_1	0,654	1,167	0,358	0,704	(0,517)

Les effets dynamiques sont conformes aux théories bien qu'un peu plus prononcés que prévu pour le facteur γ .

La solution pratiquement statique qui correspond à l'onde O_1 appelle les remarques suivantes :

- 1) elle donne pour le facteur δ une valeur égale à celle d'Asie Centrale
- 2) ce même facteur δ est égal à celui trouvé par Lecolazet et Steinmetz pour l'onde zonale Mf ($\delta = 1,16 \pm 0,09$) [11] qui obéit à la théorie statique.
- 3) la valeur de k concorde avec celle trouvée par Markowitz dans les variations de la vitesse de rotation de la Terre résultant des variations d'aplatissement dues à la même onde Mf. ($k = 0,34 \pm 0,07$) [12]
- 4) elle restitue pratiquement la valeur 0,504 que nous avons trouvée pour le rapport k/h [9]
- 5) cette valeur de k donnerait cependant au mouvement du pôle une période (de Chandler) de plus de 460 jours ce qui est excessif et mérite examen.

Ces résultats subiront certes encore quelques retouches lorsqu'on apportera les petites corrections dues aux effets indirects. Mais ceux-ci sont faibles pour les ondes diurnes et nous ne pensons pas que l'essentiel des conclusions puisse en être affecté.

On peut encore comparer les valeurs de k et h obtenues ici pour l'onde O_1 avec celles calculées pour plusieurs modèles statiques par divers auteurs et rassemblées dans le tableau XII ci-dessous.

Tableau XII.

		k	h
Takeuchi	Modèle 1	0,290	0,587
	Modèle 2	0,281	0,610
Jeffreys-Vicente	Modèle à particule centrale	0,289	0,585
	Modèle de Roche pour le noyau	0,273	0,598
Alterman, Jarosch, Pekeris	Bullard I statique semi - diurne	0,275	0,591
		0,305	0,620
	Bullard II statique semi - diurne	0,275	0,577
		0,297	0,595
	Bullen B statique semi - diurne	0,275	0,590
		0,304	0,618
Molodensky (1961)	Modèle I	0,3070	0,6206
	Modèle II	0,3015	0,6168
Alsop & Kuo	Gutenberg - Bullen	0,305	0,619
	Jeffreys - Bullen A	0,299	0,607
	Jeffreys - Bullen B	0,304	0,618
	Gutenberg - Bullen A	0,300	0,608
Kaula	Gutenberg avec noyau homogène	0,317	0,624
Longman	Gutenberg	0,302	0,612

On constate que les modèles les plus voisins des résultats expérimentaux sont ceux de Kaula, Molodensky, Alsop - Kuo, Longman et Alterman I.

Remarques particulières.

Les résultats conclus montrent encore quelques particularités intéressantes :

Ondes M_1 et J_1

Pour ces ondes de même amplitude théorique et symétriques par rapport à K_1 on a trouvé :

$$\begin{aligned}\gamma(M_1) &= \gamma(J_1) = 0,76 \\ \delta(M_1) &= \delta(J_1) = 1,21\end{aligned}$$

valeurs d'ailleurs assez élevées dans les deux cas.

Ondes S_2 et K_2

Pour ces deux ondes solaires séparables seulement sur un an d'observation, on a trouvé :

$$\begin{aligned}\gamma(S_2) &= \gamma(K_2) = 0,81 \\ \delta(S_2) &- \delta(K_2) = + 0,015\end{aligned}$$

ce qui semble indiquer que les gravimètres ont été plus sensibles aux effets météorologiques que les pendules horizontaux.

Ondes M_2 et N_2

Pour ces deux ondes lunaires on trouve également :

$$\begin{aligned}\gamma(M_2) &= \gamma(N_2) = 0,84 \\ \delta(M_2) &- \delta(N_2) = + 0,016\end{aligned}$$

ici encore le résultat des pendules horizontaux paraît plus satisfaisant.

ADDENDUM

Le 3 janvier 1967, le Professeur R. Lecolazet nous a communiqué les corrections ci-après :

" Il faut corriger les résultats de la station de Strasbourg de l'effet de traînage. Il y a une correction sur l'amplitude et sur la phase.

Pour les ondes diurnes, le rapport d'amplitude doit être multiplié par 0,9967 et la phase doit être augmentée de $1^{\circ}316$.

Pour les ondes semi-diurnes, il n'y a pas de correction pour les rapports d'amplitude mais une correction de $+ 1^{\circ}026$ pour les phases. Les résultats deviennent alors les suivants (pour les ondes principales) :

Q_1	1,1712	$+ 0^{\circ}613$
O_1	1,1735	$+ 0^{\circ}418$
P_1	1,1667	$+ 0^{\circ}584$
K_1	1,1554	$+ 0^{\circ}582$
N_2	1,1902	$+ 3^{\circ}390$
M_2	1,2025	$+ 2^{\circ}085$
S_2	1,2088	$+ 1^{\circ}160$

Ces nombres sont encore provisaires car on n'est pas sûr de la correction de traînage. Des expériences seront encore faites à ce sujet. "

On remarquera que la petite correction apportée aux facteurs d'amplitude des ondes diurnes tend à les rapprocher quelque peu des résultats du calcul de la variante 2, ce qui nous paraît favorable.

Par contre, les phases des ondes diurnes sont devenues positives ce qui compliquera la compréhension des phénomènes de déformation en Europe Occidentale.