

M A R E E S T E R R E S T R E S

B U L L E T I N d ' I N F O R M A T I O N S

N° 21

30 septembre 1960.

Association Internationale de Géodésie
Commission Permanente des Marées Terrestres .

Editeur : Dr. Paul MELCHIOR
Centre International des Marées Terrestres
c/o Observatoire Royal de Belgique
3, Avenue Circulaire
Bruxelles 18
Belgique

Compte Rendu des Réunions de la Commission Permanente des marées terrestres à
l'Assemblée Générale d'Helsinki

par

Paul MELCHIOR (Bruxelles)

Le présent Bulletin d'informations contient des résultats numériques nouveaux qui ont été présentés à Helsinki. Certains d'entre eux sont de nature à modifier des conclusions auxquelles nous étions parvenus dans le texte provisoire de notre Rapport (Bull. Inf. n°20).

Deux éléments nouveaux sont intervenus :

1° Le prof. N.N.PARIISKII a présenté les résultats obtenus par les géophysiciens russes en Sibérie et en Chine, étude qui n'était pas terminée au moment de l'établissement du Rapport susmentionné. L'édition définitive de ce Rapport sera donc modifiée en conséquence et ce pour faire apparaître une conclusion extrêmement importante: ces mesures russes montrent que le coefficient δ est systématiquement différent en Asie par rapport au reste du monde. Pariiskii trouve en moyenne

$$\delta = 1,19 \text{ pour les stations russes d'Europe}$$

tandis qu'il obtient à

Alma-Ata $\delta = 1,139$

Tachkent $\delta = 1,137$

Lantschou $\delta = 1,148$

Or si l'on examine les tableaux présentés à la fin de notre rapport, on relève les résultats suivants :

Téhéran $\delta = 1,141$

Saïgon $\delta = 1,163$

Chiba $\delta = 1,145$

New Delhi $\delta = 1,155$

Japon (10 st) $\delta = 1,163$

alors que notre conclusion basée sur les longues séries d'observations d'Europe, du Venezuela et de la campagne mondiale de l'Institut de Californie (dont on exclura maintenant Saïgon et New Delhi) était

$$\delta = 1,19$$

La cause de cette différence doit être cherchée. S'agit-il d'un effet indirect plus sensible qu'on ne le croit communément? Ou d'une différence importante dans la structure de

la croûte. Ou encore d'une combinaison de ces deux causes ? Il importe d'abord de développer les mesures permanentes en un plus grand nombre de points d'Asie et dans les régions où ces phénomènes ne sont pas encore étudiés.

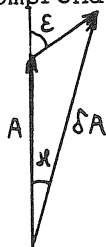
2° A la suite de la proposition faite par R.LECOLAZET & P.MELCHIOR (BIM n°18) on a comparé les fluctuations observées pour le facteur δ au cours des années 1958-59-60 et plus particulièrement les rapports

$$\rho(S_2) = \delta(S_2) / \delta(M_2) \quad \rho(N_2) = \delta(N_2) / \delta(M_2) \quad \rho(K_1) = \delta(K_1) / \delta(O_1)$$

qui présentent l'avantage d'éliminer presque complètement les inexactitudes inhérentes à l'étalonnage.

On n'a rien remarqué de bien exceptionnel pour les rapports ρ_{S_2} et ρ_{N_2} mais par contre une forte variation du rapport ρ_{K_1} a été observée simultanément à Strasbourg et à Bruxelles en juillet-août 1959. Cette variation paraît bien réelle car elle dépasse nettement les fluctuations habituelles. Peut-on la mettre en relation avec d'autres perturbations enregistrées à ce moment ? Il est urgent que les autres stations qui ont observé de manière permanente en 1959 terminent leurs réductions pour vérifier ce fait.

Nous signalerons une remarque intéressante du prof.L.B.SLICHTER sur l'interprétation à donner aux phases déduites de l'analyse harmonique. Il montre que cette phase observée ne représente pas exactement le déphasage de la marée terrestre car il s'agit d'une combinaison vectorielle, si bien que la phase de la déformation de l'écorce $\mathcal{E}$ est en réalité plus grande : pour un facteur $\delta = 1,20$ elle est cinq fois la phase donnée par l'analyse harmonique ainsi que l'on le comprend en considérant la fig. ci-dessous



Nous compléterons cette remarque en notant que dans le cas du facteur γ , l'effet de déformation de l'écorce est un effet de compensation au lieu d'un effet additif, il y a lieu de considérer une différence vectorielle, ce qui change aussi le signe des phases déduites de l'analyse harmonique.

Devant le très net accroissement de la précision interne des mesures, les exigences deviennent plus grandes en ce qui concerne l'étalonnage des appareils, étalonnage que l'on veut à la fois plus précis et plus fidèle.

L. Steinmetz a consacré une importante étude à cette question où il met en évidence les effets de traînage des différents ressorts de deux gravimètres North American (constante de temps de 170 minutes pour le ressort maître de 10 minutes pour chacun des ressorts de zone et de lecture). Il en déduit les corrections à appliquer aux étalonnages d'une part, aux enregistrements d'autre part en phase et en amplitude. Les données d'observation de Strasbourg sont corrigées de ces effets.

J. Verbaandert a présenté un exemplaire de sa crapaudine dilatable pour l'étalonnage à distance des pendules horizontaux.

J. Verbaandert et P. Melchior ont présenté un film technique sur la construction, l'installation des pendules horizontaux et l'interprétation des enregistrements. (A noter que ce film peut être obtenu en prêt par les spécialistes intéressés).

Longman et Ness ont décrit les méthodes de réduction employées pour l'interprétation des enregistrements obtenus au cours de la campagne entreprise par l'Institute of Geophysics (Los Angeles) avec les gravimètres La Coste Romberg. A. Marussi a présenté et commenté les enregistrements des grands pendules horizontaux de Trieste. J. Brouet a présenté les analyses semi-graphiques faites sur les enregistrements gravimétriques et clinométriques en Belgique.

N.N. Pariiskii a attiré l'attention sur le problème de la fixation des constantes fondamentales et particulièrement de la masse de la Lune.

L.B. Slichter et M. Caputo ont présenté une étude théorique : "Deformation of an Earth Model by Surface Pressures."

W. Buchheim a présenté une communication sur les résultats obtenus à l'aide de pendules horizontaux à Berggieshübel et Tiefenort.

Toutes ces communications seront réunies et publiées. On trouvera ci-après celles de N.N. Pariiskii, R. Lecolazet et L. Steinmetz.

Observation of the Earth tides in the USSR

from June 1957 to June 1960

By N.N.Pariisky
(Moscou)

Communication présentée à l'Assemblée Générale d'Helsinki.

A. Theoretical studies.

M.S.Molodensky developed the dynamical theory of the Earth tides, with account of the inertial terms and the terms caused by the free and the forced nutation of the earth. Using the earth model with the homogeneous shell and the homogeneous core it was shown that appreciably different values of the δ parameters can be expected for the waves O_1 , K_1 and P_1 depending upon the ellipticity of the nucleus. Calculations of the real inhomogeneous models are under way.

M.S.Molodensky and M.V.Kramer have integrated the equations of the static elastic tides for deformations represented by the spherical functions of the third order ($n = 3$). In the investigated cases of the standart inhomogeneous shells and the liquid inhomogeneous core (with different values of the parameter of the inhomogeneous core) were obtained stable values of the parameters h and k by Love and of the ℓ parameter by Shida, where for $n = 3$: $\frac{h_3}{K_3} = 3.05$ and $\delta_3 = \frac{h_3}{K_3} = 1.068$, which differs essentially from the deformations in the case $n = 2$, for which $\frac{h_2}{K_2} = 2.0$ and $\delta_2 = 1.158$.

To determine δ for the N_2 wave, which includes the 245.555 wave from the spherical functions of the third order ($n = 3$) the account of the differences between the theoretical values of δ_2 and δ_3 has been developed.

N.N.Pariisky worked out a new method of accounting the influences of the retardation of the phases of the solid tides upon the secular retardation of the earth rotation. It was shown that the stable retardation of the phases of the solid tides for 7-8 minutes observed by the Ascania gravimeters GS-II in the central regions of the Asia continent (Alma Ata, Tashkent, Lantchzhou) can play an essential, if not the main, part in the secular retardation of the earth rotation.

B. Instrumental studies

A.E.Ostrovsky designed a new type of seismotiltmeter for distant photoelectrical recording and the sensitivity up to 1.000 mm per 1 arc.sec.

A special oscillating platform for the determination of the instrumental retardation of the gravimeter and the recorder phases is being constructed.

C. The method of observations and of their interpretation.

The method of the harmonic analysis of the earth tides for the determination of the M_2 , S_2 , N_2 , O_1 and K_1 waves from the 29-day series of observations was developed by B.P.Pertzev. The correction for the influence of the wave 147 was introduced later on in the wave O_1 and the correction for the difference of δ_2 from δ_3 into the wave N_2 . The precise method of analysing for the same waves according to the 50-day series of observations, which also includes the exclusion of the drift of the gravimeter has also been worked out by him.

The 49-hour methods of the exclusion of the gravimeter drift and of the calibration of the gravimeter record scale have also been developed (B.P.Pertzev).

P.S.Matveev developed the method of the harmonic analysis based upon the least square principle for the waves O_1 , Q_1 , M_2 and N_2 according to the 27-day series and for the K_1 and the S_2 waves according to the 29-day series. For the lunar waves the readings are being summed up according to a special time.

The Doodson-Lenon method was defined by V.G.Balenko. The different methods of the harmonic analysis by Lecolaset, Pertzev, Doodson, Doodson-Lenon and Matveev have been compared, for which purpose both the theoretical curves and the observational data obtained at the Krasnaja Pakhra were used. The discrepancies of the values of δ as determined by means of the methods by Pertzev and Lecolaset were found not to exceed 1 per cent for the three main waves (O_1 , K_1 , M_2) and 1° in phase. The δ value discrepancy as compared with the Doodson-Lenon method reaches 3.5 per cent with $3^\circ 6'$ in phase.

The analysis of the theoretical curve of the gravity variations of 79 tidal waves (V.G.Balenko) shows the least amplitude and phase errors for the waves K_1 , O_1 , M_2 , S_2 , N_2 when the Lecolaset method is used (0.1 per cent for δ and $0^\circ 2$ in $\Delta \varphi$). The methods by Pertzev, Doodson-Lenon and Matveev give the phase error from $0^\circ 2$ to $0^\circ 8$ and about 0.5 per cent in the value of δ for the waves K_1 , O_1 , M_2 and S_2 . The worst are the results for the N_2 wave. The Doodson's method leads to very large errors in the case of the small waves M_1 , T_1 , OO_1 , μ_2 , L_2 .

A complete program of the harmonic analysis according to B.P.Pertzev's method by means of the electronic calculator "Ural" has been worked out and is being applied.

N.N.Pariisky has shown that in δ determinations the inertial terms must be taken into account. The corresponding corrections attain 0.4 per cent for the 12-hour waves and 0.1 per cent for the daily ones. He also suggested a defined value of the constant for the calculation of the theoretical amplitudes of the tidal waves corresponding to the mass ratio of the Earth and the Moon equalling 81.38 and gave tables of the theoretical amplitudes of the main waves for the geographical latitude argument.

It was established that at observations by means of the selfrecording Ascania gravimeters the scale nonlinearity of the galvanometer must be accounted for and the photocell tube tension checked supplementary.

D. Observations of tidal variations of the gravity.

The three-month series of Poltava observations by means of the reconstructed Graff gravimeter (Ascania) with the record scale of $1 \text{ mgl} = 71 \text{ mm}$ has been interpreted at the Poltava Gravimetrical Observatory (Z.N.Aksentjeva). Z.N.Aksentjeva's method was applied for the harmonic analysis of the waves M_2 , O_1 , N_2 . $\delta = 1.25$ and the phase retardation $\Delta \varphi = - 8^\circ 9$ were obtained for the M_2 wave. The mean value for the three waves with weights proportional to the theoretical amplitudes is

$$\delta = 1.17 \pm 0.09$$

The observations at the Earth Physics Institute of the USSR Academy of Sciences were carried out by means of the gravimeters GS-11, records were made both by means of the Ascania recorders and the specially designed photorecorders. The record scale was from 300 to 450 mm per mgl in both cases.

B.P.Pertzev's method of the harmonic analysis by means of the electronic calculator "Ural has been applied in all cases. The observations were obtained in the following places : Pulkovo (8 instruments x months), Krasnaja Pakhra (6 instruments x months), Alma Ata (8 instruments x months), Tashkent (12 instruments x months, only 8 of them have been interpreted), Lantchzhou (4 instruments x months). In this place the observations were obtained in collaboration with the Academy of Sciences of the Chinese Republic.

Summarized results are given in the tables 1 and 1a. More detailed data for every month series are given in the tables 2, 3a, 3b and 4. The data of Pulkovo and Krasnaja Pakhra have been published earlier.

The observations by means of the gravimeter GS-11 of the Georgian Academy of Sciences in Tbilissi have been started.

The observations in Central Asia (Alma Ata, Tashkent and Lantchzhou) on a great distance from the oceans gave much lesser values of δ than in Europe, a systematic decrease of the δ value being noticed with the retreat further into the mainland.

The following values of δ were obtained for the mainland places.

Place	δ for the wave M_2	O_1
Alma Ata	1.139 ± 0.005	1.144 ± 0.012
Tashkent	1.137 ± 0.004	1.153 ± 0.010
Lantchzhou	1.148 ± 0.012	1.138 ± 0.012

The mean values for these mainland places are :

$$\delta_{M_2} = 1.140 \pm 0.003$$

$$\delta_{O_1} = 1.146 \pm 0.006$$

which considerably differs from the value $\delta = 1.20$ accepted previously and corresponds to the 1.5 time lesser values of h and $\bar{K}$:

$$\bar{K}_{M_2} = 0.280 ,$$

$$\bar{K}_{O_1} = 0.292$$

Besides at all the mainland places the stable retardation of the phase of the observed tide relative to the theoretical one for the quite elastic Earth is as follows :

	12-hour waves	24-hour waves
Alma Ata	$\Delta \varphi = - 3^{\circ}7 \pm 0^{\circ}4$	$- 1^{\circ}6 \pm 0^{\circ}3$
Tashkent	$\Delta \varphi = - 4^{\circ}0 \pm 0^{\circ}1$	$- 1^{\circ}4 \pm 0^{\circ}2$
Lantchzhou	$\Delta \varphi = - 3^{\circ}8 \pm 0^{\circ}3$	$- 2^{\circ}4 \pm 0^{\circ}4$

The mean value (weightless) - $3^{\circ}8$
or in time $7^m.6$

- $1^{\circ}8$
 $7^m.2$

The sign minus means a retardation of the observed tides relative to the theoretical ones.

TABLEAU 1.

Résultats obtenus avec les gravimètres Askania GS 11.

Station	N	$\delta = 1 + h - 3/2 K$				
		M2	S2	N2	O1	K1
1. Poulkovo	232	1.238 ± 0.017	1.217 ± 0.042	1.222 ± 0.076	1.180 ± 0.008	1.194 ± 0.022
2. Krasnaya Pakhra	174	1.191 ± 0.026	1.182 ± 0.029	1.143 ± 0.036	1.160 ± 0.014	1.156 ± 0.023
3. Alma - Ata	232	1.139 ± 0.005	1.137 ± 0.008	1.133 ± 0.022	1.144 ± 0.012	1.138 ± 0.006
4. Tachkent	232	1.137 ± 0.004	1.132 ± 0.008	1.123 ± 0.003	1.153 ± 0.010	1.129 ± 0.008
5. Lantchou (Chine)	116	1.148 ± 0.012	1.134 ± 0.013	1.135 ± 0.006	1.138 ± 0.012	1.132 ± 0.011

TABLEAU Ia

Résultats obtenus avec les gravimètres Askania GS 11.

Station	N	$\Delta \varphi$				
		M2	S2	N2	O1	K1
1. Poulkovo	232	-2°1 $\pm 0°9$	-1°6 $\pm 2°1$	-6°0 $\pm 4°0$	-1°8 $\pm 1°1$	-2°6 $\pm 0°6$
2. Krasnaya Pakhra	174	-4°6 ± 0.9	-2°8 ± 1.1	-6°1 ± 1.8	-0°7 ± 1.5	-2°0 ± 0.6
3. Alma - Ata	232	-3°7 $\pm 0°4$	-3°8 $\pm 1°1$	-2°4 $\pm 1°8$	-3°3 $\pm 0°6$	-0°8 $\pm 0°4$
4. Tachkent	232	-4°4 $\pm 0°2$	-4°6 $\pm 0°2$	-2°6 $\pm 0°8$	-1°2 $\pm 0°2$	-1°9 $\pm 0°3$
5. Lantchou (Chine)	116	-3°5 $\pm 0°8$	-5°6 $\pm 0°5$	-3°2 $\pm 0°3$	-1°7 $\pm 0°8$	-3°0 $\pm 0°7$

TABLEAU II.

ALMA ATA

Méthode d'étalonnage selon Pertsev
Méthode d'analyse de Pertsev (1958-59)

poque	Grav.	$\mu\text{gal/mm}$	$\delta = 1 + h - 3/2 k$					$\Delta \varphi$ (retard)				
			M2	S2	N2	O1	K1	M2	S2	N2	O1	K1
1-XI	134	2.198	1.151	1.158	1.193	1.158	1.136	-3°9	-6°1	-10°5	-4°4	-0°9
4-XII	134	2.216	1.143	1.172	1.063	1.177	1.112	-5°1	-4°1	+ 3°8	-5°0	+0°6
4-XII	126	2.629	1.159	1.136	1.123	1.177	1.119	-4°4	+3°0	- 4°3	-2°2	-0°9
4-XII	126	2.629	1.138	1.121	1.136	1.159	1.134	-3°5	-2°6	- 4°3	-4°8	-0°9
6-I	134	2.402	1.180*	1.356*	1.364*	1.141*	0.866*	-4°4	+3°0	- 4°6*	-0°1*	-4°5*
7-III	134	2.378	1.139	1.112	1.060	1.087	1.144	-3°6	-4°6	- 3°3	-1°2	+0°2
5-IV	134	3.233	1.120	1.136	1.143	1.102	1.162	-2°9	-3°2	+ 0°4	-5°6	-2°5
7-V	126	4.094	1.124	1.136	1.212	1.151	1.159	-2°7	-6°3	+ 1°3	0°0	-1°4
Moyennes			1.139	1.137	1.133	1.144	1.138	-3°7	-3°8	- 2°4	-3°3	-0°8
			+0.005	+0.008	+0.002	+0.012	+0.006	+0°4	+1°1	+ 1°8	+0°6	+0°4

* Résultats exclus dans la moyenne.

TABLEAU IV

LANTSCHOU (Chine) (1959)

		Gravimètre n° 124									
7-VII	2.269	1.120	1.108	1.155	1.131	1.124	-5°0	-6°4	-5°0	0°0	-3°6
1-VII	2.269	1.130	1.135	1.119	1.135	1.118	-4°9	-6°4	-0°1	-1°1	-4°5
5-VIII	2.269	1.139	1.169	1.154	1.149	1.106	-5°0	-6°2	-4°9	-2°7	-3°6
oyenne 87 jours		1.130	1.137	1.142	1.138	1.116	-5°0	-6°3	-3°1	-1°3	-3°9
		Gravimètre n° 135									
7-VII	3.246	1.154	1.150	1.177	1.113	1.156	-2°4	-5°0	-4°9	-2°7	-3°2
1-VII	3.246	1.168	1.110	1.053	1.127	1.142	-1°1	-5°3	-1°4	-3°8	-3°0
5-VIII	3.246	1.180	1.133	1.153	1.172	1.144	-2°1	-4°5	-3°8	+0°3	-0°9
oyenne 87 jours		1.167	1.131	1.128	1.137	1.147	-1°9	-4°9	-3°4	-2°1	-2°3
oyenne générale		1.148	1.134	1.135	1.138	1.132	-3°5	-5°6	-3°2	-1°7	-3°0
		+0.012	+0.013	+0.006	+0.012	+0.011	+0°8	+0°5	+0°3	+0°8	+0°7

TABLEAU III a

TACHKENT

Gravimètre Ask.134 (1959-60)

Epoque	$\mu\text{gal/mm}$	$\delta = 1 + h - 3/2 k$					$\Delta \varphi$ (retard)				
		M2	S2	N2	O1	K1	M2	S2	N2	O1	K1
19-XI	3.058	1.142	1.132	1.122	1.184	1.138	-4°2	-4°8	-4°9	-4°0	-1°3
29-XI	3.047	1.133	1.148	1.101	1.169	1.119	-4°7	-5°5	-5°5	-2°8	-1°3
9-XII	3.050	1.119	1.138	1.141	1.143	1.118	-4°7	-4°3	-4°0	-4°0	-1°4
19-XII	3.065	1.115	1.116	1.116	1.133	1.112	-4°4	-4°9	-3°1	-2°1	-1°2
29-XII	3.091	1.125	1.133	1.117	1.156	1.127	-4°5	-5°4	-3°4	-2°7	-1°7
8-I	3.121	1.127	1.129	1.088	1.172	1.139	-4°7	-5°5	-5°0	-2°1	-2°4
18-I	3.147	1.130	1.190	1.059	1.194	1.137	-5°9	-5°7	+0°3	-1°5	-2°3
28-I	3.176	1.150	1.120	1.149	1.159	1.150	-4°5	-6°0	-3°7	-0°5	-2°3
7-II	3.212	1.163	1.133	1.144	1.194	1.160	-5°3	-6°4	+0°1	+0°6	-2°5
17-II	3.252	1.169	1.169	1.122	1.195	1.154	-4°7	-5°1	-2°2	-2°4	-2°6
Moyenne		1.137	1.141	1.116	1.169	1.135	-4°8	-5°4	-3°1	-2°2	-1°9

TABLEAU III b

TACHKENT

Gravimètre Ask.126 (1959-60)

29-XI	3.416	1.149	1.127	1.118	1.160	1.126	-4°4	-2°8	-6°0	-0°9	-3°1
9-XII	3.534	1.137	1.137	1.225	1.136	1.129	-4°3	-1°6	-2°8	-1°8	-2°5
19-XII	3.586	1.149	1.114	1.114	1.144	1.123	-4°3	-2°9	-0°6	+0°5	-1°6
29-XII	3.592	1.137	1.141	1.130	1.129	1.133	-2°8	-3°2	-2°3	-1°1	-1°2
8-I	3.600	1.135	1.134	1.091	1.137	1.129	-4°1	-2°6	+0°9	-1°7	-1°6
18-I	3.595	1.142	1.154	1.134	1.158	1.132	-4°1	-1°3	0°0	-1°5	-1°8
28-I	3.539	1.134	1.125	1.135	1.140	1.104	-3°1	-2°2	+0°4	-0°5	-1°7
7-II	3.481	1.116	1.090	1.171	1.142	1.078	-3°1	-3°3	-3°9	-0°7	-2°1
17-II	3.437	1.134	1.100	1.128	1.094	1.053	-3°4	-4°3	-2°5	-0°3	-2°5
Moyenne 261 jours		1.137	1.125	1.138	1.138	1.112	-3°7	-2°7	-1°9	-0°0	-2°0
Moyenne des deux gravimètres 134 et 126		1.137	1.132	1.123	1.153	1.129	-4°4	-4°6	-2°6	-1°2	-1°9
		± 0.004	± 0.008	± 0.003	± 0.010	± 0.008	$\pm 0°2$	$\pm 0°2$	$\pm 0°8$	$\pm 0°2$	$\pm 0°3$

TABLEAU 5

Valeurs de γ (M2) obtenues en URSS
en 1957-1959.

N°	Station	Profondeur	Nombre de jours	Méthode	Azimut		γ M2	
					C-10 N.S	B-3 E.W	C-10 N.S.	B-3 E.W.
1	Poltava 2	4.8	83	1 [*]	0°	90°	0.642	0.616
	Poltava 2	4.8	171	2	0°	90°	0.672	0.687
2.	Kondara 1	60.0	377	1	5°17'	88°00'	0.918	0.562
3.	Kondara 2	50.0	261	1	-1°00'	90°	0.771	0.645
4.	Kondara 3	60.0	87	1	0°	90°	0.801	0.633
5.	Alma-Ata 1	15.0	323	1	0°	90°	0.651	0.704
6.	Alma-Ata 2	15.0	150	1	0°	90°	0.724	0.734
7.	Ashkabad 1	4.0	150	1	0°	90°	0.515	0.820
8.	Ashkabad 2	25.0	60	1	0°	-	0.983	0.615
9.	Kounrad	100	60	1	0°	-	0.585	-
10.	Tsmakovo	237	162	2	210°54'	300°54'	0.589	0.718

* 1 - Méthode Pertsev
2 - Méthode Matveev.

TABLEAU 6 a-b

KONDARA I.

Composante N.S.

Pend.Horiz.Photoél. n°62, Méthode Pertsev
étalonné sur plateforme

	M2 H = 7.573	S2 H = 3.526	N2 H = 1.450	O1 H = 1,485	K1 H = 2.090
Epoque	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$
17.IX-58	0.886 +29°6	1.009 -10°2	0.634 +1°2	1.834 +46°5	2.134 +33°9
15.X	0.883 - 4°1	0.957 - 0°8	0.885 -8°8	1.827 +71°2	1.822 +36°0
16.XI	0.927 - 3°7	0.948 - 2°2	0.974 +3°6	1.550 +57°0	1.270 +44°8
16.XII	0.960 - 7°1	0.988 - 7°6	0.750 +1°5	1.325 - 2°4	1.391 +33°8
Moyenne (116 jours)	0.914 + 3.7	0.976	0.810	1.634	1.655
	$\pm 0,018$ $\pm 8^{\circ}7$	sensibilité 0''002/mm			
15.I-59	0.799 - 2°4	0.882 -18°5	1.321 -14°3	1.325 - 8°9	1.321 +56°0
15.II	0.963 - 1°9	1.168 -26°7	1.633 +33°9	1.040 - 2°8	1.061 + 1°6
15.III	0.870 - 2°1	0.740 -20°0	0.102 +31°4	1.958 +24°0	1.259 +69°8
17.IV	0.994 + 1°3	1.052 + 8°1	0.735 +39°1	1.564 +10°6	1.571 +83°1
16.V	0.882 - 3°1	0.858 - 0°9	1.528 - 3°9	1.706 +38°1	1.093 +62°6
11.VI	0.906 - 1°7	1.117 - 7°6	0.870 - 0°7	1.113 +11°6	1.331 +16°4
15.VI	0.958 - 3°3	1.100 - 9°1	0.896 +11°5	0.948 +39°3	3.188 +34°7
16.VII	0.976 - 9°6	1.046 -10°6	0.826 -10°8	1.368 +18°6	1.140 +56°8
15.VIII	0.951 - 3°2	1.029 -14°2	0.788 + 2°2	1.684 + 5°8	1.130 +14°5
Moyenne (261 jours)	0.922 - 2°9	0.999	0.966	1.412	1.455
	± 0.021 $\pm 1^{\circ}0$	sensibilité 0''0017/mm			

TABLEAU 6 c-d

KONDARA I

Composante E.W.
Pend. Horiz. Photoél. N°61
Méthode Pertsev

	M2 H = 12.860	S2 H = 5.721	N2 H = 2.352	OI H = 4.072	K1 H = 5.730
Epoque	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$
17.IX.58	0.600 -4°0	0.674 -8°5	0.432 -33°2	0.861 -65°8	0.899 -61°6
15.X	0.557 -5°7	0.654 +5°8	0.482 +12°1	0.936 +62°3	0.737 -19°1
16.XI	0.552 -3°3	0.715 +6°6	0.533 - 1°5	1.003 -63°0	0.727 -16°3
16.XII	0.514 -3°4	0.662 +3°0	0.346 +38°9	0.906 -63°4	0.596 -46°6
Moyenne (116 jours)	0.556 -4.1	0.676	0.448	0.927	0.740
	± 0.018 ± 0.6	sensibilité 0''002/mm			
15.I.59	0.540 +1°8	0.736 +13°2	0.620 +14°6	0.936 -29°1	0.634 -46°7
15.II	0.558 +3°3	0.679 + 2°1	0.719 +32°6	0.966 + 1°1	0.863 +18°1
15.III	0.538 +1°4	0.611 - 4°9	0.280 +52°9	0.544 +19°9	0.765 +11°8
17.IV	0.587 -4°1	0.586 - 5°9	0.713 -30°0	1.332 +17°6	1.249 +49°4
16.V	0.581 -1°5	0.676 + 2°5	0.679 - 4°1	0.612 -20°9	1.233 -16°3
11.VI	0.592 +2°3	0.613 - 4°7	0.530 + 4°0	0.597 -22°1	1.114 -25°5
15.VI	0.587 +1°9	0.548 -11°5	0.585 + 7°9	0.684 -31°3	1.068 -35°7
16.VII	0.555 +3°6	0.571 -16°1	0.581 - 2°7	0.739 -50°0	0.891 -48°9
15.VIII	0.580 +1°6	0.665 -10°0	0.599 +16°7	0.632 -44°5	0.855 -46°9
Moyenne (261 jours)	0.569 +1°1	0.632	0.590	0.782	0.967
	± 0.007 $\pm 0^{\circ}8$	sensibilité 0''0017/mm			

TABLEAU 7 a-b

KONDARA II

Composante NS - PH Ph n°68

Epoque	M2 H = 7.680		S2 H = 3.576		N2 H = 1.471		O1 H = 1.477		K1 H = 2.079	
	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$
15.I.59	0.648	+3°2	0.702	-25°3	1.051	-16°1	0.952	+ 5°5	0.949	-34°2
15.II	0.742	+6°2	0.691	-20°9	0.818	-36°4	0.986	- 7°8	1.414	-14°5
15.III	0.574	-3°0	0.572	-32°5	0.944	-23°9	4.626	-84°7	1.266	+49°9
17.IV	0.908	+1°6	1.030	- 6°5	1.424	-10°2	2.336	-35°1	3.229	-18°6
16.V	0.786	-6°0	1.081	- 6°5	1.082	- 8°0	2.225	+ 7°2	1.253	+27°5
11.VI	0.983	+3°9	0.769	- 1°7	1.058	+12°6	1.240	-27°1	1.096	+20°6
15.VI	0.758	+0°2	0.746	- 4°1	0.986	+22°9	1.041	- 2°9	1.226	+20°6
16.VII	0.699	+3°7	0.824	-10°3	0.876	-18°1	1.867	+ 3°2	1.155	+16°0
15.VIII	0.845	+4°9	0.741	- 8°4	1.018	-48°1	1.993	+13°2	1.570	+19°0
Moyenne (261 jours)	0.771 ± 0.042	+1°6 $\pm 1°3$	0.795		1.029		1.918		1.462	
sensibilité 0"0023/mm										

Composante EW - PH Ph n°69

15.I.59	0.602	+2°5	0.669	+18°9	0.814	-18°6	1.102	-23°9	0.627	-10°0
15.II	0.612	-1°6	0.624	- 8°5	0.781	-14°7	0.967	+17°0	0.758	+ 2°4
15.III	0.635	-0.8	0.633	+ 1.0	0.727	-11.3	0.788	+24.1	1.155	- 1.3
17.IV	0.719	-4°5	0.746	-19°2	1.096	-22°8	1.391	-11°6	2.305	+61°4
16.V	0.745	+1°1	0.828	+ 0°6	0.710	- 3°2	1.166	+23°9	1.557	+48°2
11.VI	0.704	-9°6	0.557	-11°5	0.842	- 5°5	0.623	+54°9	1.383	+16°5
15.VI	0.624	-9°5	0.499	-10°8	0.866	- 7°1	0.675	+52°2	1.349	+14°4
16.VII	0.636	+1°1	0.725	-29°4	0.334	+29°4	1.191	+38°4	0.936	- 5°9
15.VIII	0.524	-8°7	0.643	-49°8	0.688	+76°6	0.821	-46°8	1.115	-25°2
Moyenne (261 jours)	0.645 $\pm 0,023$	-3°3 $\pm 1°6$	0.658		0.762		0.969		1.243	

TABLEAU 8 a-b

KONDARA 3

Composante E.W.
Pend. horiz. Phot. n°4558

	M2 H = 12.302		S2 H = 5.728		N2 H = 2.356		O1 H = 4.079		K1 H = 5.741	
Epoque	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$
16.VII.59	0.625	- 9°:1	0.771	+16°:1	0.712	- 8°:1	0.718	+44°:4	1.058	-37°:6
28.VII	0.638	+10°:0	0.716	+48°:0	0.419	+ 3°:0	0.901	+47°:4	0.952	+35°:0
15.VIII	0.625	-11°:7	0.890	+12°:4	0.830	+30°:1	0.693	+22°:8	0.955	+44°:7
15.IX	0.643	-13°:7	0.720	-18°:1	0.493	+ 8°:3	0.748	-38°:1	0.855	-58°:2
Moyenne (116 jours)	0.633	- 6°:1	0.724		0.613		0.765		0.955	
	$\pm 0^{\circ}005$	$\pm 5^{\circ}5$	sensibilité 0"0014/mm							
Composante N.S. Pend. horiz. Phot. n°4562										

	M2 H = 7.679		S2 H = 3.576		N2 H = 1.470		O1 H = 1.443		K1 H = 2.031	
Epoque	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$
28.VII.59	0.768	- 8°:1	0.697	- 6°:2	0.758	- 4°:3	0.387	+63°:1	0.453	- 0°:7
15.VIII	0.822	- 7°:9	0.763	-10°:9	0.903	-19°:0	0.859	+ 6°:5	0.564	-39°:7
15.IX	0.812	- 9°:0	0.738	- 4°:9	0.576	+21°:5	0.719	-39°:2	1.042	-58°:6
Moyenne (87 jours)	0.801	- 8°:3	0.733		0.746		0.655		0.686	
	± 0.017	$\pm 0^{\circ}3$	sensibilité 0"0014/mm							

TABLEAU 9 a

ALMA ATA 1

Composante N.S.
Pend.horiz. Phot. n°92

	M2 H = 7.859	S2 H = 3.659	N2 H = 1.505	O1 H = 0.395	K1 H = 0.556
Epoque	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$
11.IX-58	0.693 -15°1	0.647 -20°1	0.680 +10°7	1.976 -29°0	3.078 72°0
15.IX-58	0.632 -10°0	0.605 -15°6	0.675 - 3°9	1.282 +77°5	3.657 55°3
22.X.58	0.655 - 5°2	0.822 - 5°4	0.807 13°0	4.344 -38°9	5.497 - 4°2
15.XI-58	0.700 -12°9	0.921 - 8°6	0.642 37°0	0.410 45°2	3.324 -43°0
15.I -59	0.713 - 6°6	0.744 -22°6	1.055 -42°7	4.394 73°2	1.724 -62°6
15.II-59	0.646 - 6°5	0.875 -10°6	0.978 -30°2	1.923 26°8	3.814 30°2
15.III-59	0.653 -16°6	0.557 - 8°5	0.838 - 8°9	2.858 - 3°2	9.838 16°0
15.IV-59	0.630 -24°2	0.201 +33°4	0.868 38°2	2.542 -33°7	3.493 -30°2
15.V -59	0.576 -10°0	0.738 -18°5	0.534 -11°6	2.851 23°7	2.617 -63°2
15.VI-59	0.609 -14°8	0.540 -41°2	0.479 20°5	4.933 69°4	2.503 70°2
15.VII-59	0.601 -10°8	0.797 -28°3	0.760 -24°1	3.368 6°7	3.370 45°1
15.VIII-59	0.707 - 6°9	0.790 -28°9	0.478 -43°5	1.226 37°8	8.842 52°6
8.IX-59	0.723 - 4°8	0.784 -26°5	0.825 15°5	3.016 - 7°1	7.913 29°0
Moyenne (323 jours)	0.657 -11°1	0.694	0.740	2.702	4.590
	+0.0131 ± 1°54		sensibilité 0"0013/mm		

TABLEAU 10 a-b

ALMA ATA 2

Composante N.S. .
Pend. horiz. Phot. n°65

Epoque	M2 H = 7.859		S2 H = 3.659		N2 H = 1.505		O1 H = 0.395		K1 H = 0.556	
	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$	γ	$\Delta \varphi$
15.XI.59	0.717	-9°3	0.756	1°8	0.590	-30°7	3.270	33°3	2.181	- 4°6
15.XII.59	0.694	-8°8	0.709	- 6°6	0.666	-16°3	5.792	13°9	2.760	-57°6
15. I. 60	0.704	-9°4	0.743	-23°4	0.552	8°1	3.992	-27°5	2.034	-70°7
15. II.60	0.742	-9°1	0.709	-26°6	0.586	- 9°6	0.401	-26°9	2.290	-84°1
15.III.60	0.762	-6°1	0.813	-18°6	0.523	2°9	0.720	21°3	0.932	-83°4
Moyenne	0.724	-8.5	0.746		0.583		2.835		2.039	
	<u>+0.0125</u>	<u>+0.62</u>	sensibilité 0"0012/mm							
	1.7 %	7.3%								

Composante E.W.
Pend. horiz. Phot. n°66

	M2	S2	N2	O1	K1
	H = 11.466	H = 5.339	H = 2.195	H = 4.479	H = 6.304
Epoque	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$	γ $\Delta \varphi$
15.XI.59	0.750 5°6	0.769 19°7	0.650 0°7	0.584 -38°8	0.702 24°1
3.XII.59	0.707 5°1	0.760 18°0	0.723 3°8	0.605 3°7	0.784 14°6
15.I.60	0.723 4°7	0.715 -0°7	0.748 22°6	0.660 4°8	0.682 -6°8
15.II.60	0.732 6°7	0.749 -4°9	0.610 17°0	0.796 7°0	0.757 -8°7
15.III.60	0.758 8°6	0.730 0°3	0.638 6°8	0.799 19°2	0.807 10°0
Moyenne	0.734 6°1	0.745	0.674	0.689	0.746
	+0.0092 -0°70	sensibilité 0 ⁿ 0020/mm			
	1.2% 11.5%				

Rapport sur les observations
de marée gravimétrique
faites à Strasbourg en 1957, 1958 et 1959.
par
R.LECOLAZET (Strasbourg)

Situation de la station.

Le gravimètre est disposé sur un pilier dans une des pièces du rez-de-chaussée de la station séismologique du jardin de l'Université.

Nature du sol et du sous-sol : gravier du Rhin

Latitude géographique : $48^{\circ}35'$

Latitude géocentrique : $48^{\circ}23'30''$

Longitude est de Greenwich : $7^{\circ}46',5$

Altitude : 138 mètres.

Coefficients géodésiques utilisés pour le calcul des ondes théoriques :

$$C = 16457 \cdot 10^{-9} \text{ gal ,}$$

$$C_1 = 81709 \cdot 10^{-9} \text{ gal ,} \quad C'_1 = - 106852 \cdot 10^{-9}$$

$$C_2 = 72566 \cdot 10^{-9} \text{ gal ,} \quad C'_2 = 140964 \cdot 10^{-9}$$

Instrument utilisé.

Pour la plus grande partie des observations : gravimètre North-American AG1 n° 138, muni de dispositifs spéciaux d'enregistrement photographique et de thermostatisation (n° 1 de la bibliographie). Cet appareil a été remplacé en novembre et décembre 1957 et en janvier 1958 par le North-American AG1 n° 167. L'enregistrement se fait sur film de 35 mm avec une vitesse de déplacement d'environ 8 mm à l'heure.

Nombre de jours d'observations

Les observations ont été faites sans interruption, du 15 août 1957 jusqu'à maintenant. Les analyses dont les résultats figurent dans ce rapport portent sur 860 jours successifs.

Auparavant deux séries d'observation ont été faites : 5 mois en 1954-55, 3 mois en 1956. Les résultats en ont été publiés (n° 2 de la bibliographie) mais nécessitent une correction sur les amplitudes. (Cf communication au 3ème symposium sur les Marées Terrestres : Trieste Juillet 1959).

Sensibilité du Gravimètre NA n° 138

En moyenne 0,13 microgal par micron réduit,* ce qui correspond à peu près à 0,06 microgal par micron réel sur les enregistrements photographiques. La sensibilité a varié assez considérablement au cours des observations ; valeurs extrêmes : 0,143 et 0,120 microgal par micron réduit. Les variations de la sensibilité se sont révélées étroitement liées aux variations de la température moyenne (de 3 jours) du local d'observation ; on a ainsi pu calculer la sensibilité moyenne pour chaque période de 21 heures en s'appuyant sur les données des étalonnages mensuels et la variation de la température du local.

Méthode d'étalonnage.

Chaque mois environ, l'étalonnage a été fait par rotation du bouton-cadran toutes les demi-heures pendant 6 heures (déplacement de 0,6 mgal environ dans un sens puis dans l'autre). La méthode a été décrite précédemment (n° 2 de la bibliographie) mais au lieu d'appliquer aux 12 observations la méthode des différences successives (combinaison linéaire $Z^{11}_{1/2}$), on a employé la combinaison $Z^5_{1/2} (Y_3 - \frac{Y_0}{2})$ dont les coefficients sont 1, -5, 10, -11, 10, -11, 11, -10, 11, -10, 11, -10, 5, -1. Elle présente l'avantage de compter la plus grande partie des observations avec des poids peu différents.

Le 1er et le 4 juillet 1957, le gravimètre a été étalonné sur la base Strasbourg-Sélestat (34,35 mgals). L'étalonnage sur cette base a été répété les 10 et 11 mai 1960. Il a été trouvé qu'une division du bouton-cadran équivalait à 0,097608 mgal dans le 1er cas, à 0,096808 mgal dans le second. Il a été tenu compte de cette

* Pour éliminer les erreurs provenant des variations de largeur du film photographique dues principalement aux variations de l'humidité relative et de la température, on a mesuré sur chaque film, au moment du dépouillement, la distance des images de deux repères fixes (voisine de 20.000 microns) et l'on a réduit les lectures à celles qu'on aurait faites si cette distance était demeurée constante et égale à 10.000 microns.

variation séculaire de sensibilité, dans l'analyse des observations, en la répartissant proportionnellement au temps. Cette correction n'a évidemment pas été faite sur les résultats présentés à Munich en 1958 et à Trieste en 1959.

Nombre d'analyses harmoniques exécutées et méthodes employées.

Il a été effectué 43 analyses à 21 jours d'intervalle, par la méthode Lecolazet, sans élimination préalable de la dérive.

Résultats détaillés et résultats globaux.

Figurent dans le tableau 1. Au bas du tableau figurent pour chaque onde la moyenne des 43 rapports d'amplitude et celle des 43 différences de phases ainsi que l'erreur probable sur la moyenne et l'erreur moyenne quadratique (E.M.Q.) sur les résultats d'une analyse.

Dans le tableau 2 figurent les résultats de la méthode vectorielle (méthode des moindres carrés comme pour la séparation des ondes K_1 , P_1 , S_1 mais à deux inconnues seulement (A et B) dans le cas d'une seule onde).

Les ondes homologues ont été calculées par l'analyse des valeurs horaires de la marée gravimétrique théorique. Ces valeurs horaires ont été calculées et analysées par le Centre de Calcul Electronique de la Faculté des Sciences de Strasbourg. Le calcul a été fait en tenant compte des 379 ondes de Doodson pour la période août 1957 - juin 1958 et seulement des ondes dont l'amplitude est égale ou supérieure à 50.10^{-9} gal à Strasbourg à partir de juillet 1958. La précision du calcul d'une valeur horaire est de l'ordre de 10^{-9} gal.

Corrections faites

1° Correction de pression atmosphérique :

- $0,262.10^{-5}$ gal par mm de mercure (correction déterminée au caisson en 1957)

2° Correction de température. Aucune correction de température n'a été faite jusqu'au mois d'octobre 1958 car l'amplitude de l'onde S_1 résultant d'analyses portant sur les mois précédents a toujours été trouvée non significative. Au mois de novembre 1958, le toit du bâtiment a été refait et l'amplitude de la variation diurne de la température du local a augmenté. Il en est résulté l'apparition d'une onde

S_1 significative dans la marée gravimétrique observée. Les nombres "mensuels" $[K_1]$ et $[K_1]'$ ont alors été corrigés pour éliminer l'effet des variations de température du local. Si $[K_1(\theta)]$ et $[K_1(\theta)]'$ sont les nombres correspondants de l'analyse de la température, les corrections appliquées à partir de novembre 1958 sont les suivantes :

$$\begin{array}{lll} \text{sur } [K_1] & : & 281,9 [K_1(\theta)] - 2238,1 [K_1(\theta)]' \\ \text{sur } [K_1]' & : & 281,9 [K_1(\theta)]' + 2238,1 [K_1(\theta)] \end{array}$$

ces corrections sont exprimées en 10^{-9} gal si θ est exprimé en degrés centigrades. L'amplitude de la variation diurne de la température a été de l'ordre de 1° au mois d'août 1959.

3° Correction de la variation séculaire de sensibilité du gravimètre (cf. méthode d'étalonnage).

Corrections restant à faire.

1° Correction de "traînage".

Un travail de Steinmetz, non encore publié montre que le "traînage" a une influence qui est loin d'être négligeable:

- a) sur les opérations d'étalonnage
- b) sur l'amplitude et la phase des ondes de marée.

Pour éliminer les effets du "traînage" du gravimètre NA 138, l'amplitude des ondes diurnes figurant dans les tableaux 1 et 2 doit être multipliée par 0,9896 et celle des ondes semi-diurnes par 0,9951, ce qui augmente encore le contraste des rapports relatifs aux ondes diurnes et aux ondes semi-diurnes.

Corrélativement la phase des ondes diurnes doit être augmentée de $0^\circ,43$ et celle des ondes semi-diurnes de $0^\circ,50$.

2° Correction de l'accélération du sol.

Si l'on admet $h = 0,5$ l'amplitude observée des ondes diurnes doit être diminuée de 0,1 % et celle des ondes semi-diurnes de 0,3 %.

Le tableau 3 montre les résultats du tableau 1 corrigés uniquement de l'influence du "traînage".

Erreurs.

1° Par l'application de la combinaison d'erreur $Z_{1/2}^5 Z_6 (Y_3 - \frac{Y_0}{2})$

à 9 mois d'observation, également répartis sur la période considérée, on a trouvé l'erreur moyenne quadratique sur une observation horaire :

$$\sigma = 1,17 \text{ microgal}$$

L'erreur probable sur l'amplitude de M_2 , pour une analyse mensuelle, serait alors

$$1,17 \times 0,077 = 0,09 \text{ microgal ou } 90 \cdot 10^{-9} \text{ gal}$$

(soit le 6e environ de l'e.m.q. du tableau 1)

l'erreur sur la phase serait

$$\frac{90}{41.000} \text{ radian ou } 0^\circ,126$$

(soit le 1/4 environ de l'e.m.q. du tableau 1)

Pour l'onde O_1 ces erreurs probables seraient respectivement $96 \cdot 10^{-9}$ microgal

(soit le 8e de l'e.m.q. du tableau 1) et $0^\circ,172$ (soit le 6e de l'e.m.q. du tableau 1).

2° Par la combinaison $Z_{11} Z_{12} Z_{12} Z_{13}$ appliquée aux mêmes observations que précédemment, on a trouvé

$$\sigma = 15 \text{ microgals}$$

(soit 13 fois plus environ que la valeur précédente).

Références Bibliographiques.

1. R.LECOLAZET : L'enregistrement de la marée gravimétrique avec un gravimètre North American. Dispositif expérimental. B.I.M. n° 1, déc. 1956, pp. 4-9.
2. R.LECOLAZET : Enregistrement et analyse harmonique de la marée gravimétrique à Strasbourg (huit mois d'observations).
Ann. de Géoph. t. 13, 1957 pp. 186-201.

STRASBOURG - Tableau I.

Heure centrale	K ₁		O ₁		Q ₁		M ₂		S ₂		N ₂	
	H/H ₁	$\varphi - \varphi_1$ degrés	H/H ₁	$\varphi - \varphi_1$ degrés	H/H ₁	$\varphi - \varphi_1$ degrés	H/H ₁	$\varphi - \varphi_1$ degrés	H/H ₁	$\varphi - \varphi_1$ degrés	H/H ₁	$\varphi - \varphi_1$ degrés
21 h. T.U. le :												
15.08.1957	1.172	-0.932	1.190	0.943	1.129	0.061	1.203	1.823	1.196	-1.301	1.127	1.253
05.09.	1.187	-1.771	1.187	-1.254	1.209	6.027	1.214	0.592	1.244	-1.747	1.204	3.108
26.09.	1.159	-0.851	1.182	-1.807	1.191	-3.727	1.208	1.171	1.194	-3.023	1.159	3.835
17.10.	1.164	-0.175	1.185	-1.028	1.134	-5.509	1.222	0.416	1.222	-1.368	1.329	2.842
07.11.	1.173	-0.665	1.193	-0.702	1.070	-0.402	1.197	1.221	1.222	-2.917	1.265	1.328
28.11.	1.147	-1.266	1.162	-1.167	1.148	4.257	1.197	0.968	1.175	-0.738	1.090	2.342
19.12.	1.164	-1.642	1.160	-0.213	0.961	1.849	1.186	0.591	1.199	-0.490	1.169	2.234
09.01.1958	1.153	-1.428	1.175	-2.376	1.280	-8.892	1.198	0.613	1.209	-0.984	1.125	3.821
30.01.	1.169	-1.121	1.200	-1.839	1.068	-0.258	1.187	1.070	1.192	-1.405	1.250	1.982
20.02.	1.173	-1.419	1.168	0.302	1.316	1.115	1.226	1.386	1.185	-1.185	1.192	0.578
13.03.	1.146	-0.465	1.178	-1.069	1.206	-0.892	1.212	1.030	1.205	-0.761	1.212	2.093
03.04.	1.142	-0.253	1.179	0.373	1.147	3.217	1.195	1.949	1.191	-1.054	1.142	3.267
24.04.	1.154	-1.097	1.195	-2.733	1.054	-4.412	1.202	1.293	1.202	-2.021	1.176	2.502
15.05.	1.161	-0.132	1.188	-0.470	1.206	-6.913	1.199	0.733	1.216	-1.689	1.239	3.500
05.06.	1.154	-0.136	1.176	-1.924	1.300	-5.211	1.205	0.599	1.220	-1.754	1.198	2.120
26.06.	1.169	0.388	1.183	-0.902	1.047	3.153	1.209	0.442	1.208	-1.460	1.177	3.117
17.07.	1.176	-0.024	1.202	-0.723	1.156	2.531	1.224	1.022	1.217	-0.870	1.219	-0.039
07.08.	1.169	0.398	1.191	-3.008	1.035	8.878	1.215	0.967	1.215	-1.401	1.225	2.089
28.08.	1.160	0.996	1.249	-0.764	1.102	-1.905	1.220	1.012	1.214	-1.067	1.201	1.481
18.09.	1.210	-0.706	1.175	-0.843	1.106	-2.607	1.211	1.079	1.189	-0.595	1.217	2.025
09.10.	1.169	-2.108	1.147	-1.074	1.173	0.806	1.193	1.252	1.181	-0.669	1.166	1.027
30.10.	1.163	-2.414	1.154	-0.358	1.153	-1.940	1.196	-0.271	1.180	-2.779	1.112	-2.140
20.11.	1.162	-0.917	1.142	-0.893	1.278	-4.920	1.181	1.177	1.238	-4.410	1.244	-1.382
11.12.	1.173	0.045	1.187	-0.303	1.294	-0.574	1.207	2.560	1.269	-0.641	1.199	2.175

Strasbourg - Tableau I,
(suite)

Heure centrale 21 h. T.U. le :	K ₁		O ₁		Q ₁		M ₂		S ₂		N ₂	
	H/H ₁	$\varphi - \varphi_1$ degrés	H/H ₁	$\varphi - \varphi_1$ degrés	H/H ₁	$\varphi - \varphi_1$ degrés	H/H ₁	$\varphi - \varphi_1$ degrés	H/H ₁	$\varphi - \varphi_1$ degrés	H/H ₁	$\varphi - \varphi_1$ degrés
01.01.1959	1.151	-0.928	1.186	-1.562	1.085	-2.857	1.189	1.251	1.202	1.110	1.161	-0.153
22.01.	1.180	-0.162	1.208	-0.451	1.587	-5.893	1.198	1.966	1.177	-1.229	1.263	-2.444
12.02.	1.168	-0.698	1.209	-1.460	1.360	-2.010	1.209	1.036	1.185	-3.137	1.166	-0.592
05.03.	1.160	-0.940	1.187	-0.742	1.173	-3.412	1.204	1.064	1.209	-2.654	1.175	1.379
26.03.	1.173	-0.965	1.174	-1.919	1.181	-5.259	1.201	1.491	1.197	-1.989	1.188	1.645
16.04.	1.155	0.079	1.162	-0.575	1.234	-1.680	1.167	0.877	1.179	-0.974	1.147	2.315
07.05.	1.178	-1.178	1.192	-2.545	0.924	-6.110	1.196	1.419	1.164	-2.421	1.197	-0.389
28.05.	1.163	-1.075	1.183	-3.988	1.075	1.488	1.199	0.932	1.164	-3.708	1.224	4.153
18.06.	1.147	-0.655	1.186	-2.749	0.979	-2.857	1.198	0.476	1.184	-3.264	1.214	2.561
09.07.	1.144	-1.080	1.258	-0.893	1.189	-9.260	1.195	0.619	1.201	-3.150	1.200	1.687
30.07.	1.134	0.259	1.197	-1.496	1.294	17.997	1.190	0.481	1.169	-2.841	1.208	3.677
20.08.	1.184	2.440	1.143	-0.105	1.379	2.310	1.171	0.940	1.151	-2.265	1.181	0.830
10.09.	1.220	-0.807	1.133	-0.123	1.139	-1.599	1.183	1.099	1.173	-3.231	1.135	3.279
01.10.	1.134	-2.829	1.195	-0.033	1.139	-2.155	1.197	0.956	1.204	-2.763	1.156	2.893
22.10.	1.147	-1.745	1.171	-0.627	1.178	-1.760	1.189	0.910	1.200	-1.997	1.156	3.122
12.11.	1.137	-0.425	1.180	-0.499	1.071	-4.470	1.186	1.273	1.191	-2.094	1.186	0.357
03.12.	1.141	-0.311	1.174	-1.743	1.196	-7.187	1.188	1.418	1.164	-2.511	1.220	3.436
24.12.	1.170	0.365	1.133	-3.524	1.274	-3.608	1.192	1.185	1.136	-2.993	1.142	3.464
14.01.1960	1.170	-0.708	1.119	-2.765	1.303	2.102	1.208	1.660	1.189	-3.577	1.124	1.680
Moyenne	1.1633	-0.676	1.1800	-1.201	1.175	-1.616	1.1993	1.064	1.1959	-1.907	1.188	1.829
Err. prob.	0.0027	0.130	0.0040	0.160	0.018	0.832	0.0020	0.074	0.0031	0.170	0.022	0.239
E.M.Q.	0.017	0.853	0.026	1.051	0.118	5.460	0.013	0.485	0.024	1.113	0.147	1.572

NOTA : Le signe + pour $\varphi - \varphi_1$ indique une avance de l'onde observée par rapport à l'onde théorique.

TABLEAU 2.

Strasbourg
15-8-57 - 14-1-60

Moyennes vectorielles

Heure origine : 21h. T.U. le 30 octobre 1958

Onde	H_1 10^{-9} gal	φ_1 degrés	H/H_1	$\varphi - \varphi_1$ degrés
K_1	38860	95,035	1,1636	- 0,611
P_1	14432	194,149	1,154	- 0,145
O_1	25511	292,785	1,180	- 1,200
Q_1	4876	243,82	1,165	- 1,48
M_1	2677	234,22	1,140	0,15
J_1	1782	333,13	1,102	- 4,37
M_2	33923	30,493	1,1994	1,064
S_2	15396	105,417	1,196	- 1,853
K_2	3185	190,10	1,179	- 1,919
N_2	6386	338,677	1,186	1,871
L_2	1215	57,65	1,205	5,29
$2N_2$	838	286,1	1,15	7,0

Nota : le signe + pour $\varphi - \varphi_1$ indique une avance de l'onde observée sur l'onde théorique.

TABLEAU 3.

Strasbourg

Moyennes des rapports d'amplitude et des différences de phases du tableau 1 corrigées de l'effet du "traînage".

Onde	H/H_1	$\varphi - \varphi_1$
K_1	1,1512	- 0°,246
O_1	1,1677	- 0°,771
Q_1	1,163	- 1°,186
M_2	1,1934	1°,564
S_2	1,1900	- 1°,407
N_2	1,182	2°,329

ETALONNAGE DES ENREGISTREMENTS ET ETUDE EXPERIMENTALE
DU TRAINAGE D'UN GRAVIMETRE NORTH AMERICAN
PAR L'EMPLOI D'UN DISPOSITIF A
ATTRACTION ELECTROSTATIQUE.
par L. STEINMETZ
Institut de Physique du Globe de Strasbourg

Une méthode d'étalonnage des enregistrements gravimétriques au North American a été exposée au Troisième Colloque International sur les Marées Terrestres à Trieste (1). Une force électrostatique est exercée sur le fléau du gravimètre en portant deux plaques situées de part et d'autre de la masse à un certain potentiel.

Cette méthode, en cours de perfectionnement sous la direction du Professeur LECOLAZET, est employée actuellement pour étalonner les enregistrements du gravimètre en fonctionnement à Strasbourg.

La possibilité de dévier le fléau sans l'utilisation du bouton-cadran a rendu possible l'étude des erreurs dues au "traînage" et de calculer les corrections correspondantes.

Une éventuelle non linéarité du gravimètre et du dispositif d'étalonnage a été recherchée.

Enfin un mode opératoire a été adopté qui permet d'établir la courbe de sensibilité du gravimètre tout au long d'une période d'enregistrement.

ETUDE DU TRAINAGE.

Il faut distinguer deux cas :

- une rotation du bouton-cadran, pendant les étalonnages tels qu'ils ont été effectués jusqu'à présent, provoque des déformations de tous les ressorts du gravimètre, suivies d'un traînage.

- une déviation du fléau sous l'action des variations de pesanteur ne provoque qu'une déformation du ressort-maître et du ressort de changement de zone. Le traînage qui en résulte ne peut être observé directement mais a pu être étudié après des déviations rapides du fléau obtenues par attraction électrostatique.

Dans les deux cas les mesures ont été effectuées selon un programme périodique permettant, par combinaisons linéaires, d'éliminer l'influence de la marée et de la dérive du gravimètre.

Ces expériences ont été réalisées avec le gravimètre North American 167 et répétées par J. Vitry avec le gravimètre North American 138.

Les résultats sont très comparables.

Pour les deux appareils, le traînage après déviation par attraction électrostatique peut se décomposer en une somme de deux exponentielles de constantes de temps très différentes. Après déviation par rotation du bouton-cadran, il s'ajoute aux deux exponentielles précédentes une troisième qui est à attribuer très probablement aux ressorts de lecture.

Le tableau 1 ci-dessous donne les résultats obtenus pour le North American 167.

Tableau 1.

	Constantes de temps	Amplitudes en % du déplacement total du fléau.
traînage à attribuer au ressort maître et au ressort de changement de zone	170 minutes 10 minutes ca	1,84 % 1,24 %
traînage à attribuer aux ressorts de lecture	10 minutes ca	0,86 %

Pour le calcul des corrections seul l'effet à constante de temps de 170 minutes est à retenir.

Quant au North American 138, il faut corriger les résultats d'un effet de traînage dont la constante de temps est de 130 minutes et l'amplitude de 1,73 % du déplacement total du fléau.

CORRECTIONS DE TRAINAGE.

Une communication de K.GERKE et R.BREIN au Deuxième Colloqué International de la Commission du GSAGI pour l'étude des marées terrestres à Munich (2) traite de la déformation des ondes de marées par un gravimètre présentant du traînage, sans toutefois préciser numériquement les corrections nécessaires.

Pour les valeurs du traînage citées plus haut les facteurs de correction pour les amplitudes et les corrections de phases à appliquer aux ondes diurnes et semi-diurnes sont données dans le tableau 2

Tableau 2.

	NA 167		NA 138	
	Amplitudes	Phases	Amplitudes	Phases
ondes diurnes	1,006	+0°46	1,004	+0°43
ondes semi-diurnes	1,012	+0°48	1,010	+0°50

Les facteurs de correction à appliquer aux valeurs de la sensibilité obtenues par les étalonnages réalisés jusqu'à présent par rotation du bouton-cadran sont :

0,9839 pour le North American 167

0,9853 pour le North American 138

Les facteurs de correction à appliquer aux amplitudes, tenant compte de l'ensemble des erreurs dues au traînage, figurent dans le tableau 3

Tableau 3.

	NA 167	NA 138
ondes diurnes	0,990	0,989
ondes semi-diurnes	0,996	0,995

LINEARITE DU GRAVIMETRE ET DU DISPOSITIF D'ETALONNAGE

Des étalonnages du gravimètre North American 167 ont été réalisés grâce au dispositif électrostatique pour deux inclinaisons très différentes du gravimètre. Dans les deux cas la sensibilité mesurée varie de 2 % selon que l'étalonnage est effectué à l'une ou l'autre extrémité de la course utile du fléau.

On peut en conclure qu'il ne s'agit pas d'une non linéarité effective du gravimètre mais que l'origine de cette variation apparente de sensibilité est à rechercher dans la géométrie du système de déviation. Cette question est encore à étudier. En attendant il sera apporté aux étalonnages une correction éliminant les effets de cette cause d'erreur.

DETERMINATION DE LA SENSIBILITE PENDANT LES ENREGISTREMENTS.

Il est connu que la sensibilité d'un gravimètre enregistreur varie dans le temps. Pour préciser au mieux ces variations on dévie le fléau trente minutes chaque heure entre l'heure entière et la demi-heure suivante pendant toute la période d'enregistrement par l'application d'un potentiel connu sur les plaques. Il est facile alors d'établir avec précision les variations de la sensibilité en fonction du temps.

-
- (1) R.LECOLAZET et L.STEINMETZ - Sur une méthode d'étalonnage des enregistrements gravimétriques au North American.

Comptes Rendus du Troisième Colloque International sur les Marées Terrestres, Trieste Juillet 1959 - Sous presse.

- (2) K.GERKE et R.BREIN - Bericht über die vom Institut für Angewandte Geodäsie im Rahmen des AGI durchgeführten Gravimeterregistrierungen.

Communications de l'Observatoire Royal de Belgique N° 142.

Deuxième colloque international de la commission du GSAGI pour l'étude des Marées Terrestres - Munich Juillet 1958.

Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut
1. Abteilung: Theoretische Geodäsie
Station Berchtesgaden

Herrn Dr. P. Melchior
Commission Permanente des
Marées Terrestres
Brüssel (Belgien)
Avenue Circulaire 3

Sehr geehrten Herr Dr. Melchior,

Beiliegend übersenden wir Ihnen die Registrierungen unserer 1. Horizontalpendelstation in Berchtesgaden aus den Jahren 1958/59. Die Station wurde Ende 1959 aufgegeben. Die Registrierungen wurden -z.T. noch als Parallelregistrierung mit Station 1- in einem anderen Raum des Bergwerks Berchtesgaden mit einer anderen Pendelausrüstung weitergeführt. (Station 2) Die Auswertung der Messungen der Station 2 ist noch nicht durchgeführt.

Bei den übersandten Registrierwerten der Station 1 sind die Sprünge bereits eliminiert. Die Messungen wurden Monat für Monat nach den Methoden Lennon, Pertzev, Lecolazet analysiert (13 Monate). Die Einzelergebnisse wurden vektoriell gemittelt, aus den Abweichungen des Mittels von den Einzelwerten wurden mittlere Fehler gerechnet. Wegen verschiedenen Lücken in den Beobachtungen überlappen sich die "Monate" teilweise (Mai/Juni 58, Aug./Sept. 58). Bei der Mittelung wurde diese Tatsache durch Einführung von Gewichten berücksichtigt.

Weitere Angaben zur Station :

Lage : $\varphi = 47^{\circ}38'$ $\lambda = 12^{\circ}59'$ ö.Gr.
 $H = 569$ m über NN

Pendelkammer ungefähr 150 m unter der Erdoberfläche.

Instrument : 2 Horizontalpendel nach Tomaschek-Ellenberger
Aufstellung in EW.-bzw. NS-Richtung

Empfindlichkeit: NSpendel 58 4 msec/mm
59 3 msec/mm

EWpendel 58 4,6 msec/mm
59 3,3 msec/mm

Eichmethode : Messung der Schwingungszeit.

Ein Bericht über diese Messungen wird in Kürze als Veröffentlichung der Deutschen Geodätischen Kommission, Reihe B erscheinen.

Mit den beiliegenden Unterlagen hoffe ich Ihren Wünschen entsprochen zu haben und verbleibe mit dem Ausdruck

vorzüglichster Hochachtung
Ihr
(Dr.-Ing.R.Sigl)

Ergebnisse Berchtesgaden (Methode Lennon)

E W P E N D E L

1958

1959

	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Febr.	April	Mai	Juli	Aug.	Sept.
K ₁	0,263	0,575	0,794	0,880	0,814	0,998	1,114	0,820	0,503	0,712	0,891	0,929	1,544
	63,59	-11,89	-11,25	-5,87	-18,31	-10,56	-6,96	25,83	-22,85	-19,54	-5,30	-8,76	6,58
O ₁	0,442	0,716	0,795	0,724	1,288	0,646	0,712	0,671	0,670	0,888	0,541	0,811	1,104
	-6,13	0,40	-25,29	-21,03	-15,49	4,95	0,43	-5,49	35,27	-8,03	14,89	19,28	-15,40
M ₂	0,786	0,804	0,815	0,803	0,846	0,740	0,812	0,890	0,904	0,822	0,831	0,790	0,853
	12,93	11,00	12,91	11,35	16,83	13,80	14,49	12,64	11,54	13,34	7,39	7,82	17,48
S ₂	0,820	0,942	0,904	0,970	0,966	0,928	0,966	1,139	0,992	1,062	1,014	1,016	1,060
	4,08	9,39	9,43	9,02	4,72	3,94	2,82	-3,51	3,10	3,93	4,12	12,91	-2,77
N ₂	0,862	0,866	0,662	0,809	1,254	0,843	0,946	0,838	0,896	0,621	0,667	0,633	0,729
	3,46	16,73	16,25	6,69	14,33	17,35	19,16	37,65	52,78	4,36	8,21	-49,01	15,63
N S P E N D E L													
K ₁	0,477	1,659	2,557	1,351	2,481	1,813	2,692	1,850	2,471	2,425	1,281	1,210	2,048
	305,37	147,26	175,67	190,90	160,26	183,40	193,45	250,93	115,55	124,94	158,48	201,25	179,15
O ₁	1,547	1,258	2,084	4,810	2,504	3,467	1,538	0,705	2,745	2,459	1,135	2,225	2,589
	130,19	156,44	148,08	135,91	183,57	150,31	197,77	295,91	202,38	183,26	172,76	156,76	192,37
M ₂	0,418	0,490	0,508	0,451	0,511	0,511	0,512	0,498	0,583	0,466	0,513	0,492	0,550
	28,88	27,08	28,23	25,61	25,90	34,34	30,38	23,12	24,08	28,29	25,63	23,43	32,39
S ₂	0,362	0,441	0,374	0,590	0,430	0,368	0,364	0,373	0,385	0,351	0,350	0,355	0,414
	33,74	2,40	17,67	0,07	1,56	14,30	18,45	40,78	14,50	4,36	9,41	22,77	22,99
N ₂	0,161	0,499	0,454	0,584	0,561	0,515	0,445	0,345	0,422	0,412	0,467	0,249	0,452
	44,64	34,02	32,47	9,32	36,38	32,33	45,28	12,47	40,13	6,24	17,20	-27,63	27,08

Ergebnisse Berchtesgaden (Methode Lecolazet)

E W P E N D E L

1958		1959											
	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Febr.	April	Mai	Juli	Aug.	Sept.
K ₁	0,363	0,485	0,773	0,829	0,922	0,900	1,067	0,871	0,453	0,795	0,939	0,898	1,559
	61,51	-12,59	-6,02	-4,37	-18,00	-9,77	-6,62	19,92	-12,35	-20,42	-2,97	-12,26	4,90
O ₁	0,524	0,730	0,806	0,696	1,201	0,627	0,76	0,833	0,818	0,933	0,597	0,795	1,107
	-10,91	-11,27	-22,32	-2,85	-16,23	11,59	-0,74	-13,97	25,38	-9,34	26,82	24,50	-13,24
M ₂	0,793	0,781	0,792	0,837	0,825	0,721	0,824	0,864	0,841	0,810	0,826	0,801	0,878
	13,10	12,46	12,16	10,98	14,79	9,88	14,79	14,41	11,07	14,54	8,72	6,16	16,67
S ₂	0,791	0,963	0,854	0,957	1,057	0,959	0,963	1,132	0,968	1,025	1,014	0,984	1,105
	2,29	6,47	4,78	6,38	4,71	2,09	2,37	-4,27	1,99	1,88	4,50	13,89	-1,40
N ₂	0,770	0,878	0,660	0,654	1,047	0,749	1,010	0,796	1,201	0,701	0,723	0,875	0,821
	9,10	3,25	20,64	19,82	7,97	1,58	14,75	25,93	58,02	0,60	6,63	-62,14	27,70
N S P E N D E L													
K ₁	0,683	1,525	2,392	1,018	2,265	2,083	2,831	1,827	1,877	2,771	1,553	1,447	2,540
	332,10	99,87	178,05	183,52	153,27	175,44	191,31	253,34	103,28	127,79	156,44	202,64	182,65
O ₁	2,209	1,511	2,247	5,796	2,661	3,569	1,730	1,129	3,093	2,369	0,394	2,691	2,722
	141,56	138,19	158,26	132,43	176,40	146,56	193,08	330,81	203,00	174,15	187,23	156,09	194,49
M ₂	0,407	0,530	0,542	0,461	0,531	0,504	0,493	0,488	0,597	0,458	0,507	0,501	0,557
	29,35	27,16	28,44	29,69	24,45	34,86	27,48	20,12	24,56	24,09	24,43	25,29	30,38
S ₂	0,313	0,421	0,423	0,467	0,425	0,400	0,358	0,360	0,410	0,330	0,304	0,358	0,413
	28,88	3,11	17,51	4,65	-8,38	19,11	17,82	44,16	8,57	-3,55	12,40	32,32	26,68
N ₂	0,166	0,457	0,623	0,945	0,464	0,529	0,553	0,357	0,479	0,469	0,441	0,274	0,488
	99,65	62,56	29,31	16,44	34,32	17,17	27,34	-7,53	36,34	8,34	35,25	-12,54	17,13

Ergebnisse Berchtesgaden (Methode Pertzev)

E W P E N D E L

1958

	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Febr.	April	Mai	Juli	Aug.	Sept.
K ₁	0,200	0,523	0,790	0,841	0,796	0,961	1,067	0,759	0,418	0,677	0,919	0,904	1,455
	51,16	-10,02	-11,68	-6,43	-17,26	-10,26	-7,10	27,64	-16,53	-18,54	22,29	-9,38	4,35
O ₁	0,419	0,751	0,815	0,681	1,368	0,690	0,662	0,679	0,703	0,875	0,623	0,775	1,197
	-16,43	-4,60	-16,18	-9,53	-15,14	3,52	-2,66	-6,12	26,42	-6,96	11,72	16,61	-10,77
M ₂	0,748	0,807	0,824	0,810	0,808	0,693	0,802	0,896	0,859	0,798	0,830	0,779	0,831
	18,32	13,13	11,32	10,85	11,79	11,94	18,10	12,32	15,20	15,32	7,29	10,83	14,52
S ₂	0,864	0,962	0,883	0,967	0,982	0,928	0,965	1,146	1,005	1,076	0,974	0,961	1,052
	9,44	8,33	6,01	7,54	4,52	5,29	3,19	-5,10	3,48	1,11	22,75	12,82	-1,60
N ₂	0,939	1,061	0,689	0,749	1,654	0,959	0,715	0,973	0,910	0,704	0,583	0,839	0,781
	4,47	14,00	19,77	4,37	26,46	19,65	24,57	31,73	42,87	-19,41	-3,77	-38,45	26,74

N S P E N D E L

K ₁	0,637	1,594	2,689	1,251	2,544	1,808	2,476	1,838	2,342	2,333	1,402	1,154	2,333
	328,96	150,68	170,62	180,03	153,87	176,60	189,55	240,46	119,62	120,82	184,93	207,32	183,1
O ₁	1,872	1,084	2,329	4,629	2,660	3,237	2,067	0,736	2,747	2,908	0,974	2,603	2,979
	120,95	172,98	148,51	123,83	183,49	152,00	192,74	310,50	206,76	191,89	184,98	168,27	191,10
M ₂	0,432	0,477	0,456	0,482	0,492	0,545	0,505	0,499	0,564	0,489	0,504	0,504	0,545
	23,67	24,16	37,46	22,76	26,07	34,14	30,39	24,11	23,98	25,15	24,73	24,50	33,32
S ₂	0,348	0,424	0,396	0,541	0,438	0,384	0,365	0,370	0,391	0,341	0,348	0,354	0,419
	37,38	-2,60	19,05	-5,94	5,36	15,71	17,22	38,54	16,18	-0,42	33,84	25,72	26,35
N ₂	0,051	0,253	0,581	0,196	0,881	0,679	0,636	0,531	0,328	0,585	0,461	0,577	0,591
	-70,49	17,92	47,11	-140,47	34,97	23,49	66,21	2,80	18,87	5,84	0,41	-33,09	26,62

National Flood Warning
Meteorological Office
Air Ministry
Dunstable
Bedfordshire.

21 July, 1960.

Dear Dr. Melchior,

.....

I have been able to try my method of Harmonic Analysis on the observations taken by the gravimeter at Uccle that you were kind enough to send me. There being a certain personal element in the graphical part of this analysis, the analyses were performed by more than one person - though most of them I have done myself. The results are on the attached paper; the accuracy is, of course, limited by the graphical step in the process of analysis and is about 1 % of the range of the tide - a figure we obtain from sea tidal observations. For the larger constituents, the results agree reasonably well with those obtained by the other methods.

.....

Commander C.T.Suthons, R.N.

Harmonic Analyses of three months (July, August and September 1958)
Earth Tide Observations from Uccle by the British Admiralty.
semi-graphical method.

Central Date	Q1	O1	K1	N2	M2	S2
16 Jul.(1)	190	182.7	182.7	200	179.9	190.7
1 Aug.	178	180.1	182.2	189	179.5	187.1
16 Aug.	184	183.3	181.5	187	180.5	184.9
23 Aug.	174	183.2	181.5	182	181.8	181.3
1 Sept.	197	181.1	185.0	195	180.5	184.4
16 Sept.	187	182.6	185.3	192	180.7	181.8
16 Jul.(2)	202	181.3	184.3	187	181.7	189.6
16 Jul.(1)	4.4	35.5	50.5	7.8	37.0	18.7
1 Aug.	5.6	34.9	49.3	6.4	35.7	16.6
16 Aug.	5.8	36.4	51.1	6.5	34.2	16.5
23 Aug.	6.2	37.3	52.3	6.6	36.5	18.7
1 Sept.	8.6	36.5	51.8	6.6	35.0	17.0
16 Sept.	6.7	35.2	50.6	6.8	35.4	17.5
16 Jul.(2)	4.4	35.4	49.6	6.6	36.2	17.6
The seven analyses lead to mean values of α and of δ as follows : -						
α	+7.4°	+2.0°	+3.2°	+10.4°	+0.8°	+5.7°
$\pm$	3.9°	0.5°	0.3°	2.6°	0.5°	1.0°
δ	1.0	<u>1.18</u>	<u>1.19</u>	1.16	<u>1.19</u>	1.26
$\pm$	.05	.01	.007	.05	.01	.02

The first table above gives the phases (in degrees), the second gives the amplitudes (in micro-gals), using the calibration factors given in your letter dated 31 August, 1959 - or interpolated between the figures given.

Développement des recherches expérimentales sur les marées terrestres en Belgique.

Station de Sclaigneaux (J.Verbaandert-P.Melchior).

Deux pendules horizontaux type O.R.B. fonctionnent régulièrement, ils sont d'une stabilité très satisfaisante car, portés à une période propre de 60 et 70 secondes, leur dérive est parfaitement linéaire et de l'ordre de 0"005 par jour. Une vis tangente permet une correction très aisée sans ouvrir la niche où est enfermé l'instrument. Une correction se fait tous les deux ou trois mois.

Une série d'analyses harmoniques (cf.BIM) montre une très grande stabilité des facteurs d'amplitude et des phases de mois en mois.

Les appareils sont aisément étalonnés aux périodes d'emploi (jusqu'à 100 secondes) grâce à la crapaudine dilatable.

L'application de la combinaison d'erreurs de Lecolazet a montré que ces pendules étaient d'une très grande précision : l'erreur quadratique moyenne sur une lecture n'est que de 0"0005. En fait on constate que l'erreur relative sur une détermination d'amplitude de M2 est la même avec ces pendules qu'avec le gravimètre Askania.

Les pendules O.R.B. et les crapaudines dilatables sont maintenant construits en série.

A partir de septembre 1960 on procédera à l'installation de deux pendules supplémentaires du même type et d'un pendule expérimental nouveau à Sclaigneaux.

Station de Warmifontaine.

La construction du dilatomètre se poursuit. Les perturbations qu'elle entraîne a empêché jusqu'ici l'installation d'autres appareils. Les dispositions sont en cours pour installer quatre pendules horizontaux à partir de septembre 1960.

Station de Battice (L.Jones).

Des travaux importants au voisinage immédiat du site ont empêché la mise en service du gravimètre Askania 98 qui est prévue pour octobre 1960.

Station de Bruxelles-Uccle (P.Melchior).

Les enregistrements continus du gravimètre Askania 145 se poursuivent. Les analyses harmoniques par les deux méthodes de Lecolazet et de Doodson-Lennon sont faites régulièrement de 10 en 10 jours. Les résultats du 1 janvier au 15 mai 1960 sont les suivants :

	δ	α		δ	α
M2	1,192	-0°28	K1	1,158	+0,95
S2	1,255	+2,45	O1	1,190	+1,70
N2	1,085	-1°03			

Ils résultent de 20 analyses harmoniques et ont été combinés aux résultats des années 1958-59 pour fournir les valeurs communiquées dans le Rapport sur les Marées Terrestres.

Il nous incombe de signaler ici une méprise résultant d'une permutation accidentelle entre les modalités différentes de représentation fondamentale des ondes dans les deux méthodes de Doodson et de Lecolazet : La première adopte en effet la forme $R \cos (\omega t - \phi)$ et la seconde $R \cos (\omega t + \phi)$.

Les notations du volume sur les résultats du gravimètre 145 doivent donc être corrigées en ce sens que le signe + doit représenter un retard.

Nous remercions vivement M.le Prof.Lecolazet qui a immédiatement relevé ce fait et nous l'a communiqué.

Les conclusions pour Uccle encore confirmées par les résultats ci-dessus sont donc que l'onde M2 a une phase nulle et que les ondes K1 et O1 présentent un retard de 6 minutes de temps, et ce dernier point s'accorde avec l'ensemble des autres stations.

Le gravimètre Askania 160 est en service depuis le début d'avril. Les analyses harmoniques sont en cours et il ne nous est pas possible d'en donner dès à présent des conclusions. Cet appareil présente un comportement assez différent de celui du 145 : il présente beaucoup moins de trainage lors des corrections de dérive et des étalonnages (15 minutes au lieu de 40) mais en même temps donne un tracé de courbe nettement moins fin. Malgré cela, les premières applications de la combinaison d'erreurs de Lecolazet fournissent sensiblement la même valeur que le 145 pour σ .

Bericht der Österreichischen Kommission
 für die Internationale Erdmessung und des
 Bundesamtes für Eich-u.Vermessungswesen,
 Wien
 Sektion IV, Gravimetrie

Erdezeitenstation Böckstein/Paselstollen

Die baulichen Arbeiten für die Station sind beendet, die Instrumente werden im April 1960 aufgestellt. Das Deutsche Geodätische Forschungsinstitut (Direktor Prof. Dr. Ing. M. Kneissl) stellt entgegenkommenderweise die Horizontalpendel mit Registrier-einrichtung zur Verfügung, während für die Messung der Vertikalkomponente abwechselnd das Askania - Gravimeter G S 11 des Instituts für Höhere Geodäsie der Technischen Hochschule Wien, das North American - Gravimeter der Technischen Hochschule Graz und das Worden Geodetic Master - Gravimeter des Bundesamtes aufgestellt werden sollen.

Erratum p. 361 Table I

station Sclaigheaux (EW) lire K1 : 0,767
 O1 : 0,816

Erdgezeiten, M_2 -Tide, Poltava

Aksent'eva, Z.M. (Aksentewa)

(Vergleichbare Ergebnisse der Bestimmung der M_2 -Tide aus zwei langen Beobachtungsreihen der Lotabweichung in Poltava (1930-1941 und 1948-1952))

Dopovidi Akad. nauk Ukrain.RSR, Kiev (1958) 9, S. 933-936, 1 Tab. 3 Lit.-Fb 14

Die Arbeit enthält einen Vergleich der Ergebnisse der harmonischen Analyse von Erdgezeitenbeobachtungen, die mit Hilfe von zwei verschiedenen Paaren von Horizontalpendeln in Poltava während der Jahre 1930-1941 und 1948-1952 gemacht wurden.

Die Ergebnisse für die M_2 -Tide sind :

$a = 77^\circ$ Komponente	$a = -13^\circ$ Komponente
γ = dicht bei der ersten Vertikalen	γ = dicht zum Meridian

Serie 1930-1941	0.662 ± 0.016	0.730 ± 0.020
Serie 1948-1952	0.660 ± 0.022	0.728 ± 0.015

Damit ist die zweite Dezimale in dem Faktor $\gamma = 1 + k - h$ aus zwei sehr langen Beobachtungsreihen abgeleitet worden. Die indirekten Wirkungen sind hier nicht getrennt. Es wird gezeigt, dass eine jährliche Beobachtungsreihe nicht eine so grosse Genauigkeit liefern könnte, falls die Pendel nicht tief unter der Oberfläche aufgestellt würden. Unter Beachtung dieser Tatsache beabsichtigt das gravimetrische Observatorium von Poltawa, Erdgezeitenstationen in grossen Tiefen zu errichten.

Engl. Autorreferat, übersetzt von

L.Hierseemann Gy 60/487.

Estación : Caracas - Venezuela

G. F I E D L E R

Instrumento: Gravímetro Askania GS 11 N° 99 con registrador del tipo "Lange".

Sensibilidad: $57.7 \pm 1.8 \mu\text{gal}$

Etalonnage: Por medio de la bola en el instrumento.

Número de los análisis armónicos realizados: 13

Método: Deriva según Pertzew, análisis según Lecolazet.

Resumen de los resultados (387 días de observación)

CARACAS								
dia central	<u>K 1</u>	<u>δ</u>	<u>φ°-φ°1</u>	<u>δ</u>	<u>φ°-φ°1</u>	<u>δ</u>	<u>Q 1</u>	<u>φ°-φ°1</u>
20.3.	58	0.245	- 42°.709	0.663	- 9°.291	0.628	-	- 26°.805
14.9		1.162	- 2°.250	0.952	- 5°.273	0.983	-	- 19°.452
13.10		1.040	+ 13°.236	0.829	+ 15°.569	1.322	+	+ 0°.915
11.11		1.628	- 6°.829	1.084	+ 0°.385	1.175	-	- 50°.023
10.1.	59	1.423	+ 2°.975	1.159	- 0°.171	1.441	+	+ 27°.795
8.2		1.575	- 2°.550	1.264	+ 2°.194	1.164	+	+ 84°.819
9.3		1.317	- 10°.064	1.111	- 10°.101	1.491	+	+ 3°.467
16.10		0.950	+ 10°.190	0.751	- 37°.686	1.915	+	+ 56°.314
14.11		1.101	+ 11°.973	1.289	+ 4°.983	1.187	-	- 0°.223
13.12		1.411	+ 8°.518	0.897	+ 8°.184	0.111	+	+ 64°.747
11.1.	60	1.551	- 7°.253	1.142	+ 8°.270	0.947	+	+ 19°.222
9.2.		1.304	- 22°.324	1.034	- 8°.429	3.096	+	+ 11°.092
8.3		1.090	+ 2°.780	1.028	- 12°.239	1.131	-	- 51°.641
Valor mediano sobre		1.201	- 3°.407	1.015	- 3°.326	1.276	-	- 9°.399
<u>387 días K 1 =</u>		+ 0.070		<u>0 1 =</u>		<u>Q 1 =</u>		

	<u>M 2</u>	<u>S 2</u>	<u>N 2</u>
20.3.	58	1.205	1.319
14.9		1.137	0.910
13.10		1.163	0.945
11.11		1.146	0.669
10.1.	59	1.243	1.105
8.2.		1.197	1.295
9.3.		1.130	1.744
16.10		1.169	1.460
14.11		1.224	1.188
13.12		1.088	0.825
11.1.	60	1.235	1.252
9.2.		1.214	1.236
8.3		1.202	1.129
<u>M 2 =</u>		1.181	1.159
		+ 0.012	<u>N 2 =</u>
			+ 0.078

Données reçues au Centre International.

PAYS	STATION	INSTRUMENT	PERIODES D'OBSERVATION
Pologne	Borowiec	P.H. 1 P.H. 2	octobre novembre 1959 janvier février 1960
Allemagne R.D.	Potsdam	G. Ask.137	2 janvier au 24 déc. 1959
Belgique	Sclaigneaux	PH. ORB n°4 (NS) PH. ORB n°1 (EW) PH. ORB n°9 (NS)	du 8 juin au 15 juillet 1960 du 14 mai au 20 sept. 1960 du 20 juillet au 20 sept.1960
	Uccle	G. Ask.145 G. Ask.160	du 20 mai au 2 sept. 1960 du 8 mai au 2 sept. 1960
Allemagne R.F.	Berchtes - gaden	2 P.H. (NS)&(EW)	du 29 janvier au 18 sept.1958 du 4 avril au 2 octobre 1959
U.S.A.	Honolulu	G La Coste Romberg	un mois
	Saïgon	" "	"
	New Delhi	" "	"
	Bunia	" "	"
	Trieste	" "	"
	Bidston	" "	"
	Bermuda	" "	"
	Açores	" "	"
	Bukavu	" "	"
	Winsford	" "	"

TABLE des MATIERES.

<u>N° 11</u>	<u>15 avril 1958</u>	pp.
	Station FRANKFURT -Sindlingen	188
	Station WINGST	189
	Tchécoslovaquie - Programme A.G.I.	190
	Errata - méthode Lecolazet	191
	station Tihany	
	station Omaezaki	
	Documents reçus	191
 <u>N° 12</u>	 <u>20 mai 1958</u>	
	R.GILBERT The Recording Gravimeters of the Dominion Observatory Ottawa	193
	K.KIKKAWA The Relation between the cyclic Change in Groundwater Pressure and the Tilting Motion of the Ground	198
	Station COLLIM	198
	Documents reçus	198
	Bibliographie	199
 <u>N° 13</u>	 <u>23 septembre 1958</u>	
	Deuxième Colloque (Munich) - Voeux	201
	Stations CANADA	203
	Errata méthode Pertsev	205
	Mesures de l'accumulation de tension en Amérique du Sud	206
	Station UCCLE	207
	Documents reçus	208
	Bibliographie	209
 <u>N° 14</u>	 <u>20 janvier 1959</u>	
	R.LECOLAZET Le développement harmonique des déviations périodiques théoriques de la verticale	211
	Colloques internationaux	226
	Catalogue des données reçues au Centre à la date du 1-1-1959	227
	Résultats d'analyses harmoniques CARACAS	229
	KRASNAYA-PAKHRA	229
	POULKOVO	229
	Bibliographie	230
	Documents reçus	230

<u>N° 15</u>	<u>30 mars 1959</u>	pp.
	Commission Permanente - Circulaire	232
	G.UHLIG Einfluss von Luftturbulenz und Lufttemperaturschwankungen auf Horizontalpendel	235
	Documents reçus	245
	Station VESIMA	246
	Station PADOVA	247
	A.T.DOODSON Note on $G'_{\circ}$	248
	P.J.MELCHIOR Programmation des diverses méthodes d'analyse harmonique sur ordinateur électronique IBM 650 (I)	249
<u>N° 16</u>	<u>25 août 1959</u>	
	3 ^e Symposium International sur les Marées Terrestres (Trieste 6-11 juillet 1959)	257
	P.J.MELCHIOR Programmation des diverses méthodes d'analyse harmonique sur ordinateur électronique IBM 650 (II)	262
	Bibliographie	266
	Documents reçus	267
<u>N° 17</u>	<u>1 décembre 1959</u>	
	R.LECOLAZET Sur l'estimation des erreurs internes affectant les résultats d'une analyse harmonique mensuelle	269
	P.J.MELCHIOR Sur l'interprétation des courbes de dérive des gravimètres	279
	Documents reçus	287
	P.J.MELCHIOR Programmation des diverses méthodes d'analyse harmonique sur ordinateur électronique IBM 650 (III)	288
	Erratum K.Rinner - Symposium de Trieste	291

<u>N° 18</u>	<u>20 mars 1960</u>	pp.
	J.BROUET Applications de la méthode semi-graphique de l'Amirauté Britannique aux enregistre- ments gravimétriques d'Uccle	293
	Erratum méthode Pertsev	295
	P.J.MELCHIOR Station fondamentale pour la comparai- son des gravimètres	296
	Résultats d'analyses harmoniques BOROWIEC	297
	CARACAS	298
	ALMA ATA	298
	UCCLE	299
	UCCLE	300
	SCLAIGNEAUX	301
	VEDRIN	302
	Catalogue des données reçues au Centre à la date du 15-3-1960	303
	P.J.MELCHIOR Programmation des diverses méthodes d'analyse harmonique sur ordinateur électronique IBM 650 (IV)	307
	Bibliographie	311
<u>N° 19</u>	<u>13 juin 1960</u>	
	R.LECOLAZET La méthode utilisée à Strasbourg pour la séparation des ondes K1 P1 et S1	311b
	R.LECOLAZET & P.MELCHIOR Pour une comparaison des observations de la marée gravimétrique	322
	Résultats d'analyses harmoniques SCLAIGNEAUX (NS)	323
	SCLAIGNEAUX (EW)	324
	CARACAS	324
	P.J.MELCHIOR Programmation des diverses méthodes d'analyse harmonique sur ordinateur électronique IBM 650 (V)	325
	Données reçues au Centre	326
<u>N° 20</u>	<u>15 juillet 1960</u>	
	P.J.MELCHIOR Rapport sur les marées terrestres 1957-1960	328

N° 21	30 septembre 1960	
P.MELCHIOR	Compte Rendu des Réunions de la Commission Permanente des marées terrestres à l'Assemblée Générale d'Helsinki	368
N.N.PARIISKII	Observation of the Earth tides in the U.S.S.R. from June 1957 to June 1960	371
R.LECOLAZET	Rapport sur les observations de marée gravimétrique faites à Strasbourg en 1957, 1958 et 1959	387
L.STEINMETZ	Etalonnage des enregistrements et étude expérimentale du trainage d'un gravimètre North American par l'emploi d'un dispositif à attraction électrostatique	396
R.SIGL	Rapport sur les observations à la station de Berchtesgaden	399
C.T.SUTHONS	Harmonic Analyses of three month's Earth Tide Observations from Uccle by the British Admiralty semi-graphical method	403
	Développement des recherches expérimentales sur les marées terrestres en Belgique	404
	Österreichischen Kommission : Erdzeitenstation BÖCKSTEIN/PASELSTOLLEN	405
Z.M.AKSENTIEVA	M2-Tide, Poltava (résumé Allemand-L.Hiersemann)	406
G.FIEDLER	Rapport sur les observations de marée gravimétrique à Caracas	406
	Documents reçus au Centre International	408

INDEX ALPHABETIQUE DES AUTEURS.

	N°	Pages
AKSENTIEVA	21	406
J.BROUET	18	293-295
A.T.DOODSON	15	248
G.FIEDLER	21	406-407
R.GILBERT	12	193-197
K.KIKKAWA	12	198
R.LECOLAZET	14	211-225
	17	269-278
	19	311-321
	19	322
	21	387-395
P.MELCHIOR	15	249-255
	16	262-265
	17	279-286
	17	288-290
	18	296
	18	307-310
	19	322
	19	325
	20	328-366
	21	368-370
N.N.PARIISKII	21	371-386
R.SIGL	21	399-402
L.STEINMETZ	21	396-398
C.T.SUTHONS	21	403
G.UHLIG	15	235-244