

MAREES TERRESTRES

BULLETIN d'INFORMATIONS

N° 48

15 juillet 1967

Association Internationale de Géodésie

Commission Permanente des Marées Terrestres

**Editeur Prof. Paul MELCHIOR
Observatoire Royal de Belgique
3, Avenue Circulaire
Bruxelles 18**

Bulletin d'Informations des Marées Terrestres N° 48

Table des Matières

M.V. KRAMER (Traduction) Sur la question de l'influence des erreurs accidentelles des observations sur les résultats de détermination des amplitudes et des phases des ondes des marées élastiques	p. 2041
Y.D. BOGDAN, P.S. MATVEYEV (Traduction) Résultats préliminaires des observations clinométriques à Darievka	2057
Z.N. AKSENTIEVA, O.V. TCHOUPROUNOVA (Traduction) Résultats préliminaires des observations des inclinaisons dues aux marées dans le polygone de Crimée (Simféropol)	2062
E.Y. EVTOUCHENKO (Traduction) Résultats des observations clinométriques dans le bassin du Donetz en 1960	2066
P.S. MATVEYEV (Traduction) Analyse harmonique d'une série de trois jours d'observations de marées terrestres	2070
P.S. KORBA (Traduction) Variations de la force de pesanteur pour des séries de trois jours d'observations à Simféropol	2084
A.P. VENEDIKOV, P. PAQUET Sur l'application d'une méthode pour l'analyse des marées terrestres à partir d'enregistrements de longueurs arbitraires	2090
Y.S. DOBROCHOTOV, B.P. PERTSEV Résultats des mesures des variations de marées de la force de pesanteur à Bamako	2115
M. BONATZ Der Einfluß von Schwankungen des Stromes für die Photozellenbeleuchtung des Askania- Meßverstärkers auf die Meßwertanzeige	2125
D. SIMON Erwiderung auf die Bemerkung von M. Bonatz (Bull. d'Inform. N° 47, S. 1951) zum Beitrag "Das Verschwinden der Eichstörungen als Kriterium für die richtige Korrektur der Nichtlinearität bei Gravimeterregistrierungen" (Bull. d'Inform. N° 45, S. 1857).	2129
P. MELCHIOR Analyses harmoniques de longues séries d'observations par la méthode Venedikov Compléments au BIM N° 16	2133

Traduction.

SUR LA QUESTION DE L'INFLUENCE DES ERREURS ACCIDENTELLES DES OBSERVATIONS
SUR LES RESULTATS DE DETERMINATION DES AMPLITUDES ET DES PHASES DES ONDES
DES MAREES ELASTIQUES

M. V. Kramer

Acad. Sc. URSS. Institut de Physique Terrestre Schmidt.
Etudes sur les Marées Terrestres. Moscou 1964.

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ СЛУЧАЙНЫХ ОШИБОК НАБЛЮДЕНИЙ
НА РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУД И ФАЗ УПРУГИХ ПРИЛИВНЫХ ВОЛН.

М.В. Крамер.

Институт Физики Земли им. О.Ю. ШМИДТА.
Академия Наук СССР.
Изучение Земных Приливов Москва 1964.

Ces dernières années, la réduction des observations de marées de la force de pesanteur à l'Institut de Physique de la Terre de l'Académie des Sciences d'URSS s'est effectuée sur des séries mensuelles par la méthode d'analyse harmonique de Pertsev [1], en déplaçant le jour central de 10 jours.

La divergence des valeurs $\delta = \Pi_0/\Pi_T$ obtenues pour ces séries pour l'intervalle du 19 septembre 1959 au 17 avril 1960, atteint 3 % pour les ondes M_2 , S_2 et K_1 et 7 % pour les ondes N_2 et O_1 et la divergence des déphasages atteint 1° pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et 3° pour les ondes N_2 et O_1 [2].

Pour élucider la nature de ces divergences, on a fait en 1963 un essai de réduction d'une série d'un mois d'observations avec un déplacement de l'époque centrale d'une heure. L'analyse a été faite par le procédé de 29 jours de Pertsev avec élimination préliminaire de la dérive.

Les calculs ont été effectués sur ordinateur électronique d'après un programme assurant automatiquement le déplacement d'une heure de l'époque moyenne de la série.

ANALYSE HARMONIQUE DES OBSERVATIONS AVEC UN DEPLACEMENT D'UNE HEURE
DE L'EPOQUE MOYENNE DE LA SERIE.

Pour l'analyse, on a utilisé les observations faites à Tashkent en 1960 avec deux gravimètres GS-11 : le gravimètre N° 134 depuis le 19 janvier à 23 heures jusqu'au 15 mars, 0 heure (336 analyses dont les époques moyennes commencent à 11,5 heures le 4 février et vont jusqu'à 11,5 heures le 18 février) et le gravimètre N° 126 depuis 23 heures le 19 janvier jusqu'à 0 heure le 7 avril (1128 analyses dont les époques moyennes commencent à 11,5 heures le 4 février et se terminent à 11,5 heures le 22 mars).

L'étude des résultats obtenus a montré que les valeurs de δ et $\Delta\phi$ varient avec une période de six heures pour les ondes diurnes et avec une période de trois heures pour les ondes semi-diurnes. Pour caractériser ce phénomène, nous donnons sur les figures 1 et 2 des graphiques construits sur la base d'une partie des résultats obtenus (49 valeurs de δ pour les époques moyennes commençant à 11,5 heures le 4 février et allant jusque 11,5 heures le 6 février pour deux appareils et 25 valeurs de $\Delta\phi$ pour le 4 février également pour 2 appareils.

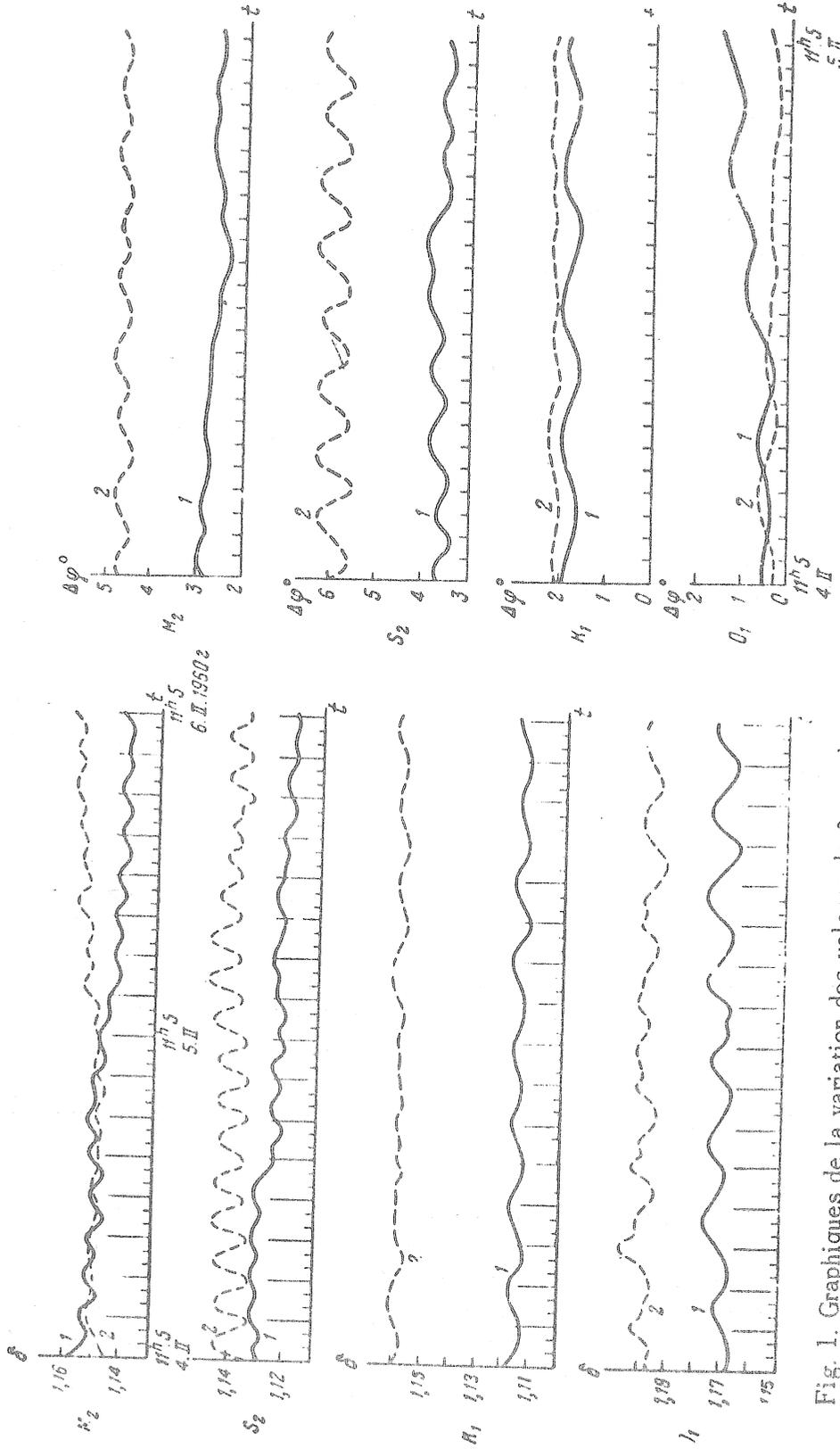


Fig. 1. Graphiques de la variation des valeurs de δ pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 avec un changement d'une heure de l'époque moyenne de la série des observations.
1 - gravimètre N° 126 ; 2 - gravimètre N° 134.

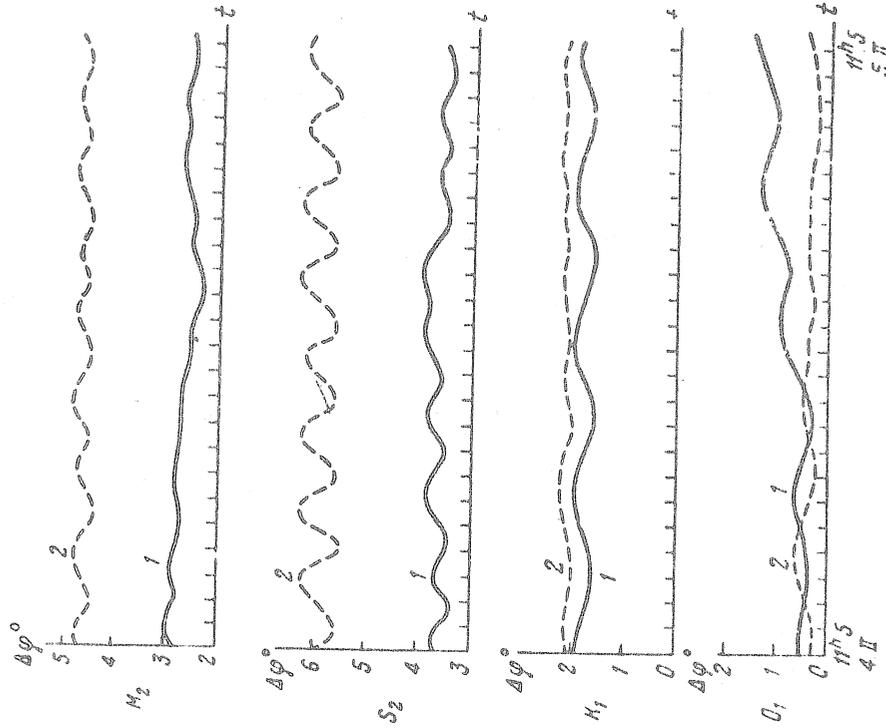


Fig. 2. Graphiques de la variation des valeurs de $\Delta\phi$ pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 avec un changement d'une heure de l'époque moyenne de la série des observations.
1 - gravimètre N° 126 ; 2 - gravimètre N° 134.

L'examen des résultats a montré que l'amplitude de ces oscillations du facteur δ atteint au maximum 0,4 % pour l'onde M_2 , 0,5 % pour S_2 , 0,6 % pour K_1 et 0,8 % pour O_1 et que les variations de déphasages atteignent 0,3 pour les ondes M_2 , K_1 et O_1 , 0,3 et 0,5 pour l'onde S_2 .

En 45 jours, le déphasage des variations de la valeur de δ pour l'onde M_2 par rapport à l'onde calculée pour la période de 3 heures ne dépassait pas 4 heures. Pour les ondes O_1 et K_1 donnant des variations de δ de période d'environ 6 heures, la divergence de phase correspondante, n'atteignait qu'une heure. Ainsi, la période de trois heures de l'onde M_2 n'a pas changé les phases de plus de 0,01 de période et la période de six heures des ondes K_1 et O_1 n'a pas changé les phases de plus de 0,005 de période.

ANALYSE HARMONIQUE DES OBSERVATIONS AVEC UN DEPLACEMENT D'UN JOUR DE L'EPOQUE MOYENNE DE LA SERIE

Pour étudier les variations des valeurs de δ avec une grande période, on a comparé les résultats obtenus lors du déplacement d'un jour de l'époque moyenne (les valeurs de δ pour l'époque moyenne de 11,5 heures tous les jours).

Nous donnons sur les figures 3 et 4 les graphiques de la dépendance de δ et $\Delta\phi$ de la variation d'un jour de l'époque moyenne de la série pour les deux gravimètres.

En outre, nous avons porté sur les graphiques les valeurs de δ et $\Delta\phi$ données dans le travail sur les variations de marées de la force de pesanteur à Tashkent [2] pour les époques moyennes de 11,5 heures, les 7 et 17 février pour le gravimètre N° 134 et pour les 7, 17, 27 février et 8, 18 mars pour le gravimètre N° 126.

Les résultats sont obtenus avec certaines précisions par rapport aux résultats donnés dans l'article indiqué [2] et notamment

- a) on a introduit des facteurs de correction dans les amplitudes des ondes M_2 , N_2 et O_1 , corrigeant les altérations des ondes lors de l'élimination de la dérive de l'appareil (pour l'onde M_2 - 0,9968, N_2 - 1,0095, O_1 - 1,0098) :
- b) on a introduit dans les amplitudes théoriques la correction d'excentricité de la Terre :
- c) les coefficients d'étalonnage ont été pris pour chaque jour central comme moyenne de 31 valeurs symétriques par rapport à ce jour, c'est-à-dire qu'ils ont été un peu changés pour chaque analyse.

En outre, les déplacements forcés sur les enregistrements ont été calculés par une extrapolation graphique sans tenir compte des calculs basés sur le micromètre du ressort de mesure et cela contrairement à la méthode adoptée en [2].

La différence dans les valeurs de δ calculées par l'ancien et le nouveau procédés atteint en moyenne $\pm 0,35\%$ et \pm et $- 1,4\%$ pour la valeur maximale.

Les figures 3 et 4 montrent que :

1) pour l'onde M_2 il se produit une périodicité de six à huit jours dans la variation de δ et $\Delta\phi$ avec un écart maximum de leurs valeurs par rapport à la moyenne de $1,3\%$ et $0,7$ respectivement.

Pour les ondes S_2 , K_1 , O_1 on n'a pas remarqué de périodicité de cet ordre et les écarts maximum de l'allure moyenne des courbes pour δ et $\Delta\phi$ atteignent :

	S_2	K_1	O_1
δ en %	2,1	2,7	2,4
$\Delta\phi$ en degrés	0,8	1,0	1,0

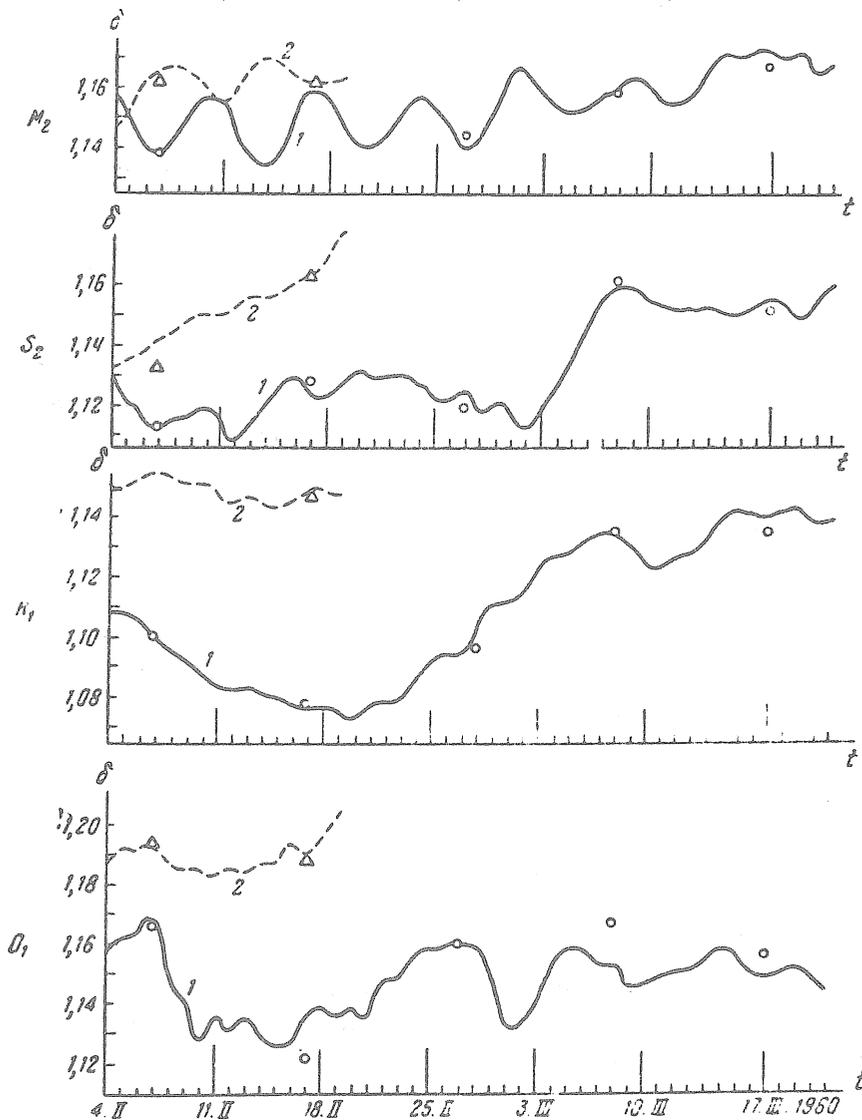


Fig. 3. Graphiques de la variation des valeurs de δ pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 avec un changement d'un jour de l'époque moyenne de la série d'observations 1- gravimètre N° 125 ; 2- gravimètre N° 134 ; O et Δ - gravimètres N° 126 et 134 d'après les données "Etude des marées terrestres" N° 3.

- 2) Les courbes de variation de δ et $\Delta\delta$ pour l'onde M_2 construites d'après les résultats de la réduction des observations de deux gravimètres sont déphasées l'une par rapport à l'autre. Cela montre que la partie principale de six à huit jours de l'onde n'est pas en relation avec le calcul incomplet des ondes dans l'expression du potentiel de marée.

ANALYSE HARMONIQUE DE LA COURBE THEORIQUE DE MAREE AVEC UN DEPLACEMENT D'UNE HEURE DE L'EPOQUE MOYENNE DE LA SERIE

Pour élucider les causes des variations des valeurs de δ et $\Delta\delta$ dans l'analyse harmonique on a calculé également la courbe de marée théorique obtenue à partir du potentiel générateur de marée du second et troisième ordre avec une erreur maximum de $0,008 \mu\text{gal}$. La méthode de calcul est exposée dans le travail [3]. Cette courbe théorique a été calculée pour le site d'observation à l'Observatoire astronomique de Tashkent du 20 janvier au 6 avril 1960.

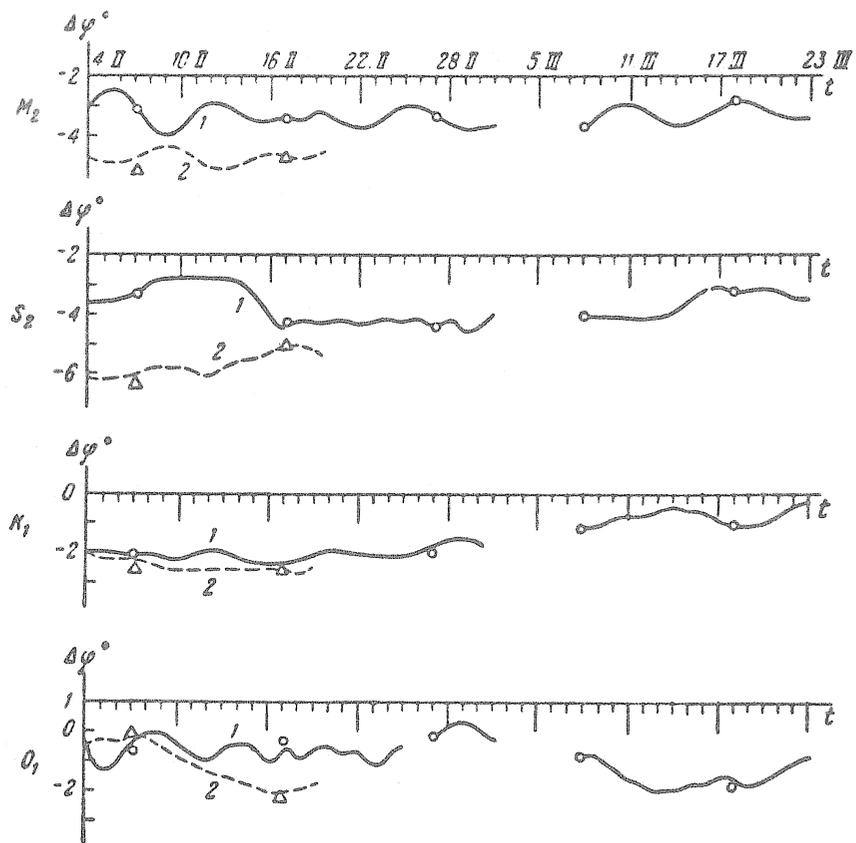


Fig. 4. Graphiques de la variation des valeurs de $\Delta\delta$ pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 avec une variation d'un jour de l'époque moyenne de la série (mêmes dénominations que sur la figure 3).

L'analyse harmonique a été effectuée avec un déplacement d'une heure de l'époque moyenne, en commençant à 11,5 heures le 4 février jusqu'à 11,5 heures le 10 février et à 11,5 heures le 20 février jusqu'à 11,5 heures le 22 mars. On a exécuté en tout 888 analyses.

Pour caractériser les variations de δ et $\Delta\phi$ lors du déplacement horaire de l'époque moyenne nous donnons sur les figures 5 et 6 les graphiques de ces variations pendant deux jours : les 4 et 5 février.

Les figures montrent que les courbes de variation des valeurs de δ et $\Delta\phi$ pour les valeurs théoriques n'ont pas de variations de périodes de trois et six heures. Ce n'est que pour l'onde O_1 que les courbes de variation de δ et $\Delta\phi$ ont une période de 6,2 heures qui s'explique apparemment par le fait que dans le procédé de Pertsev on n'a pas tenu compte de l'onde M_3 . L'amplitude des variations de six heures de δ pour l'onde O_1 par rapport à la courbe moyenne est de 0,25 %.

Pour les ondes M_2 , S_2 et K_1 l'écart de la moyenne représente respectivement 0,2, 0,3, et 0,1 % . Pour l'onde N_2 on observe de très grandes variations de δ atteignant jusqu'à 2 % (ce n'est pas indiqué sur la figure).

ANALYSE HARMONIQUE DE LA COURBE DE MAREE THEORIQUE AVEC UN DEPLACEMENT
D'UN JOUR DE L'EPOQUE MOYENNE

Après la comparaison des résultats de l'analyse harmonique de la courbe théorique obtenus lors du déplacement d'un jour de l'époque moyenne, on a découvert pour l'onde M_2 une périodicité de six à huit jours dans les variations de δ et $\Delta\phi$ avec une amplitude maximale respective de 0,19 % et 0,16, et pour l'onde O_1 une périodicité de douze jours avec une amplitude maximale des variations de δ de 0,43 % (fig. 7 et 8).

L'échelle verticale des graphiques des figures 5 à 8 a été agrandie de 10 fois par rapport à celle des graphiques des figures 1 à 4 car pour la courbe théorique de l'amplitude des variations de δ et $\Delta\phi$, elle est sensiblement plus petite.

Pour les ondes S_2 et K_1 la périodicité de l'ordre de quelques jours ne s'explique pas nettement.

L'amplitude maximale des variations de δ pour l'onde N_2 atteint 0,5 % (fig. 9).

L'écart systématique de δ de l'unité est pour l'onde $M_2 = + 0,3$ % , pour $S_2 = - 0,2$ % , pour $K_1 = - 0,5$ % et pour $O_1 = + 0,3$ % .

Une analyse semblable de la courbe de marée théorique par la méthode de Lecolazet sera publiée dans un autre article.

ANALYSE HARMONIQUE DE COURBES DE VALEURS ACCIDENTELLES

On a effectué la même analyse sur des valeurs accidentelles répondant à la répartition normale avec une dispersion égale à l'unité, c'est-à-dire avec une dispersion correspondant à peu près aux erreurs de calcul de l'enregistrement du gravimètre en microgals.

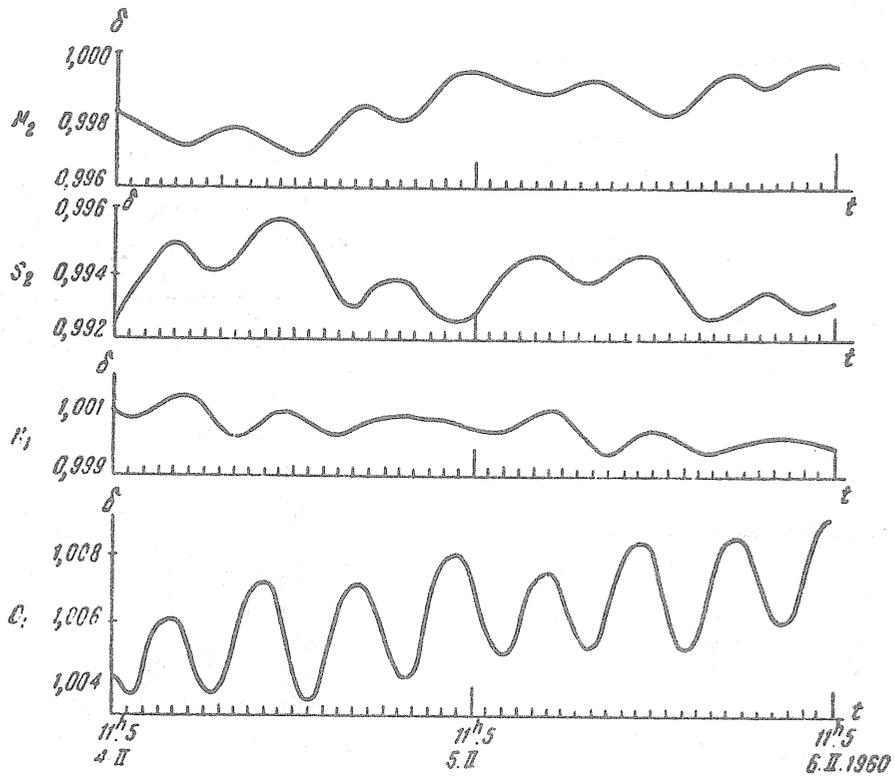


Fig. 5. Graphiques de la variation des valeurs de δ pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 obtenues en fonction de la courbe de marée théorique tenant compte de toutes les ondes avec un changement d'une heure de l'époque moyenne de la série.

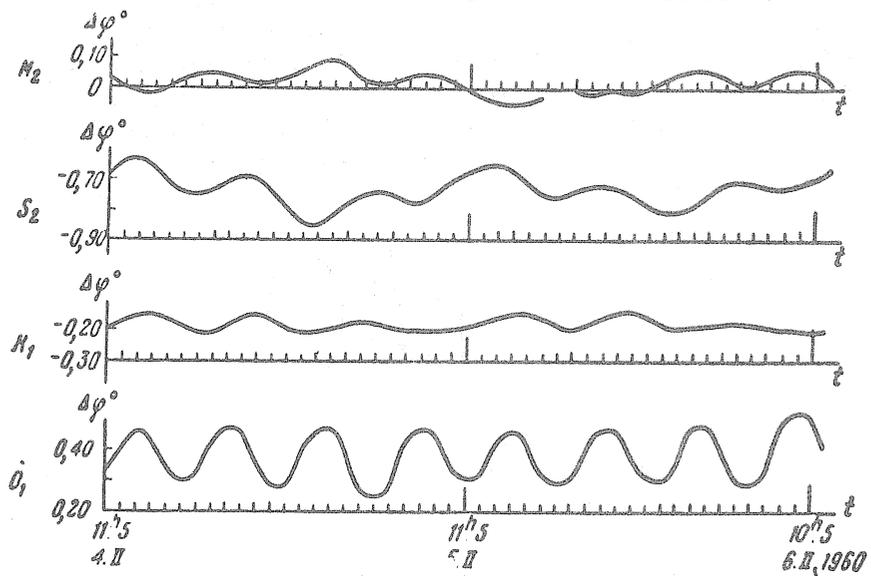


Fig. 6. Graphiques de la variation des valeurs de $\Delta\phi$ pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 obtenues en fonction de la courbe de marée théorique tenant compte de toutes les ondes avec un changement d'une heure de l'époque moyenne de la série.

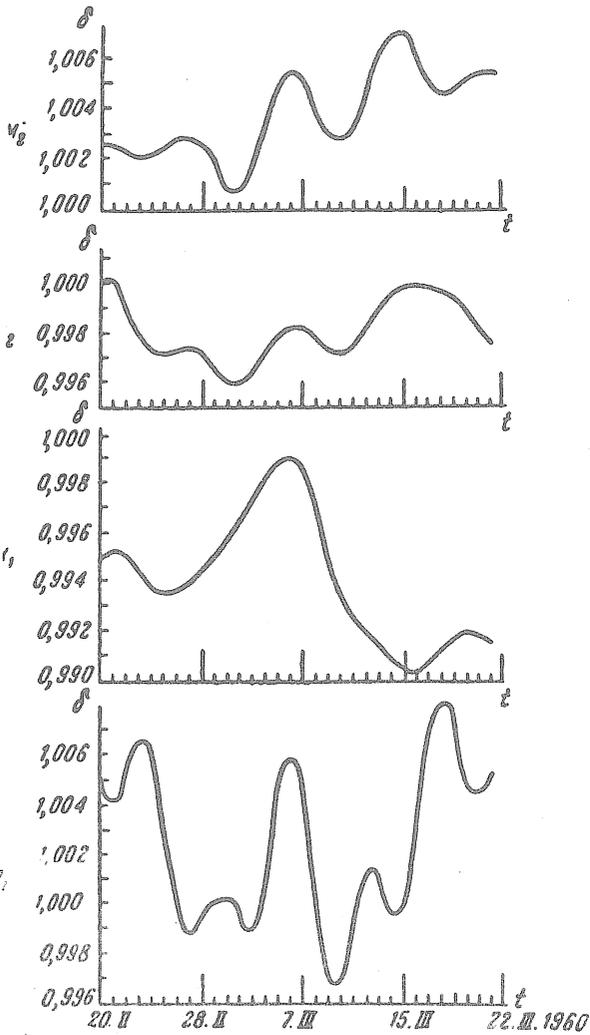


Fig. 7. Graphiques de la variation des valeurs de δ pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 obtenues en fonction de la courbe de marée théorique en tenant compte de toutes les ondes avec le changement d'époque moyenne d'un jour.

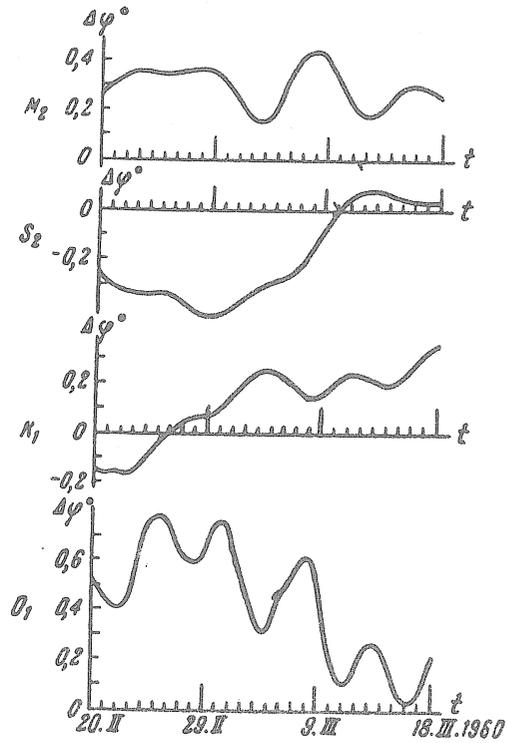


Fig. 8. Graphiques de la variation des valeurs de $\Delta\phi$ pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 obtenues en fonction de la courbe de marée théorique en tenant compte de toutes les ondes avec un changement d'époque moyenne d'un jour.

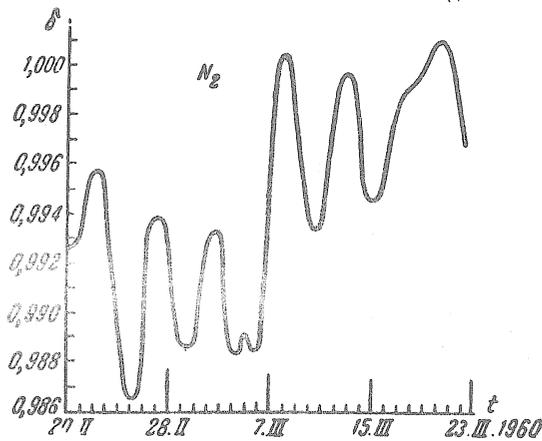


Fig. 9. Graphique de la variation des valeurs de δ de l'onde N_2 obtenues en fonction de la courbe de marée théorique, tenant compte de toutes les ondes avec un changement d'époque moyenne d'un jour.

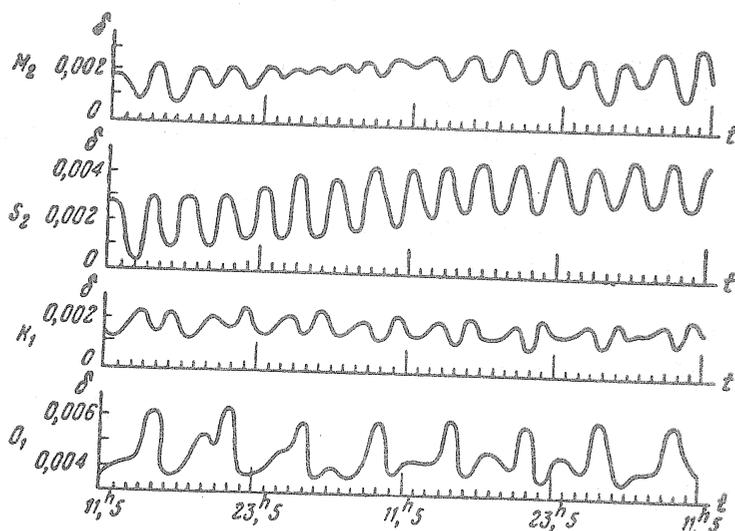


Fig. 10. Graphiques de la variation des valeurs de δ pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 obtenues d'après la courbe des valeurs accidentelles avec une dispersion $\sigma = \pm 1 \mu\text{gal}$, avec un changement d'époque moyenne d'une heure.

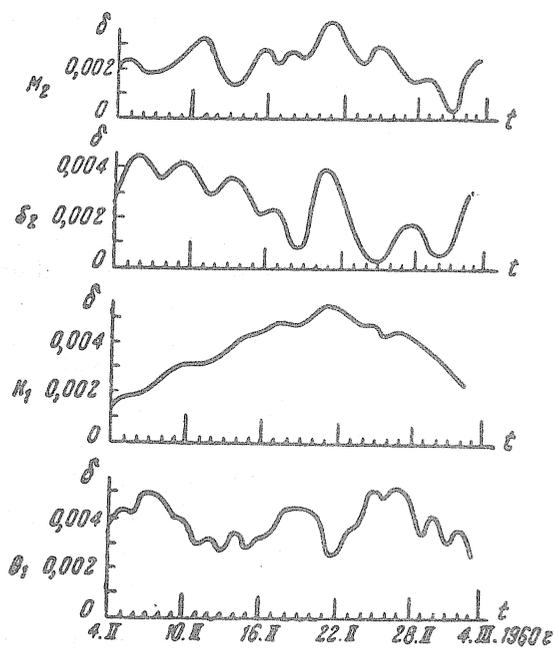


Fig. 11. Graphiques de la variation des valeurs de δ pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 obtenues d'après la courbe des valeurs accidentelles avec une dispersion $\sigma = \pm 1 \mu\text{gal}$, avec un changement d'époque moyenne d'un jour.

Pour cela on a pris une table de 1542 valeurs accidentelles composée par V.G. Balenko [4]. On a trouvé que la courbe de variation de δ pour les ondes diurnes (fig. 10) a une période de six heures et pour les ondes semi-diurnes de trois heures.

Les amplitudes des variations des valeurs de δ par rapport à la moyenne constituent au maximum : pour l'onde M_2 - 0,15 %, pour S_2 - 0,19 %, pour N_2 - 1,3 %, pour K_1 - 0,18 %, et pour O_1 - 0,15 %. L'écart systématique de δ d'après les ondes représente : pour M_2 + 0,2 %, pour S_2 + 0,25 %, pour K_1 + 0,3 % et pour O_1 + 0,35 %.

Les valeurs de δ obtenues avec des époques moyennes déplacées d'un jour (fig. 11) n'ont l'aspect d'une courbe périodique pour aucune onde.

RESUME DES RESULTATS D'ANALYSE DE LA COURBE OBSERVEE. DE LA COURBE THEORIQUE ET DE LA COURBE DES VALEURS ACCIDENTELLES

Les résultats des calculs effectués sont donnés dans les tables 1, 2 et 3. Comme on le voit par la table 1 le rapport des écarts $\frac{\Delta\delta \text{ obs.}}{\Delta\delta \text{ théor.}}$ lors du déplacement d'époque moyenne de un jour se maintient à peu près égal en moyenne pour toutes les ondes.

La table 3 montre que lors du déplacement d'époque moyenne d'une heure les variations de $\Delta\phi$ par rapport à la moyenne pour la courbe de marée observée et théorique sont de l'ordre de 0°1 à 0°3 alors que pour un déplacement de l'époque moyenne d'un jour pour la courbe observée la variation est de l'ordre de 1°, et pour la courbe théorique de l'ordre de 0°2 - 0°4.

Table 1.

Rapport de l'amplitude des variations des valeurs de δ à sa valeur lors du déplacement d'époque moyenne d'une heure et d'un jour (en %) pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1

Courbe de marée	Onde			
	M_2	S_2	K_1	O_1
$\Delta\delta$ lors du déplacement d'époque moyenne d'une heure				
Observée	0,4	0,5	0,6	0,8
Théorique	0,2	0,3	0,1	0,2
Courbe des valeurs accidentelles	0,2	0,2	0,2	0,2
$\Delta\delta$ lors du déplacement d'époque moyenne d'un jour				
Observée	1,3	2,1	2,7	2,4
Théorique	0,19	0,25	0,45	0,43
Rapport des nombres de l'avant dernière ligne aux nombres de la dernière ligne	7	8	6	6

Table 2.

Déphasage $\Delta\phi = \phi_{\text{obs}} - \phi_{\text{thé}}$, obtenu par les observations et par la courbe de marée théorique (en degrés).

N° du gravimètre	Onde			
	M ₂	S ₂	K ₁	O ₁
126	- 3,5	- 3,5	- 1,5	- 0,7
134	- 4,7	- 5,5	- 2,4	- 1,3
Courbe de marée théorique	+ 0,28	- 0,20	+ 0,10	+ 0,40

Table 3.

Variations du déphasage $\Delta(\Delta\phi)$ lors du changement d'époque moyenne d'une heure et d'un jour pour les ondes M₂, S₂, K₁ et O₁ (en degrés)

Onde de marée	Onde			
	M ₂	S ₂	K ₁	O ₁
$\Delta(\Delta\phi)$ lors du déplacement d'époque moyenne d'une heure				
Observée	0,3	0,5	0,3	0,3
Théorique	0,12	0,15	0,08	0,16
$\Delta(\Delta\phi)$ lors du déplacement d'époque moyenne d'un jour				
Observée	0,7	0,8	1,0	1,0
Théorique	0,16	0,26	0,16	0,37

ANALYSE HARMONIQUE D'UNE COURBE DE MAREE RESULTANT DE CINQ ONDES

Pour mettre en évidence la valeur des erreurs dans les résultats de la détermination de δ et de la répartition de l'influence des erreurs accidentelles et des erreurs provenant des ondes faibles qui n'ont pas été prises en considération, on a construit avec une grande précision une courbe de marée théorique sommant les cinq ondes fondamentales (M₂, S₂, N₂, K₁, O₁).

Ensuite, par le rejet successif dans les valeurs des ordonnées de cette courbe des dixièmes, des centièmes, des millièmes et des dix-millièmes de microgals on a construit successivement les courbes A, B, C, D.

A ces courbes on a appliqué l'analyse harmonique avec le déplacement d'une heure de l'époque moyenne.

Nous donnons sur les figures 12 et 13 les graphiques de la variation de δ et $\Delta\phi$ pour les quatre courbes (A, B, C, D) pour quatre ondes : M_2 , S_2 , K_1 et O_1 .

Les résultats définitifs pour ces quatre courbes sont donnés aux tables 4 et 5.

Table 4.

Écart de $\delta_{\text{moy.}}$ de l'unité pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 (en %)

Courbe de marée soumise à l'analyse harmonique	Dernier chiffre pris en considération pour la courbe de marée, μgal	$\Delta\delta_{\text{moy.}}$			
		M_2	S_2	K_1	O_1
A	1	0,80	0,83	0,79	0,90
B	0,1	0,40	0,42	0,42	0,41
C	0,01	0,18	0,20	0,25	0,19
D	0,001	0,09	0,08	0,15	0,09

Table 5.

$\Delta\phi_{\text{moy.}}$ lors du déplacement d'époque moyenne d'une heure pour la courbe de marée sommant cinq ondes, calculée avec une précision différente (en degrés).

Courbe de marée soumise à l'analyse harmonique	Dernier chiffre pris en considération pour la courbe de marée, μgal	$\Delta\phi_{\text{moy.}}$			
		M_2	S_2	K_1	O_1
A	1	-0,06	+0,04	-0,01	+0,05
B	0,1	-0,05	+0,05	0,00	+0,02
C	0,01	-0,03	+0,03	0,00	+0,03
D	0,001	-0,01	+0,02	0,00	+0,03

Comme on le voit par la table 4, pour une augmentation de précision de 10 fois, le rapport en pourcent des écarts de δ par rapport à l'unité diminue pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 d'environ deux fois

	M_2	S_2	K_1	O_1
$\frac{\Delta\delta_A}{\Delta\delta_B}$	2,0	2,0	1,9	2,0
$\frac{\Delta\delta_B}{\Delta\delta_C}$	2,2	2,1	1,7	2,2
$\frac{\Delta\delta_C}{\Delta\delta_D}$	2,0	2,5	1,7	2,1

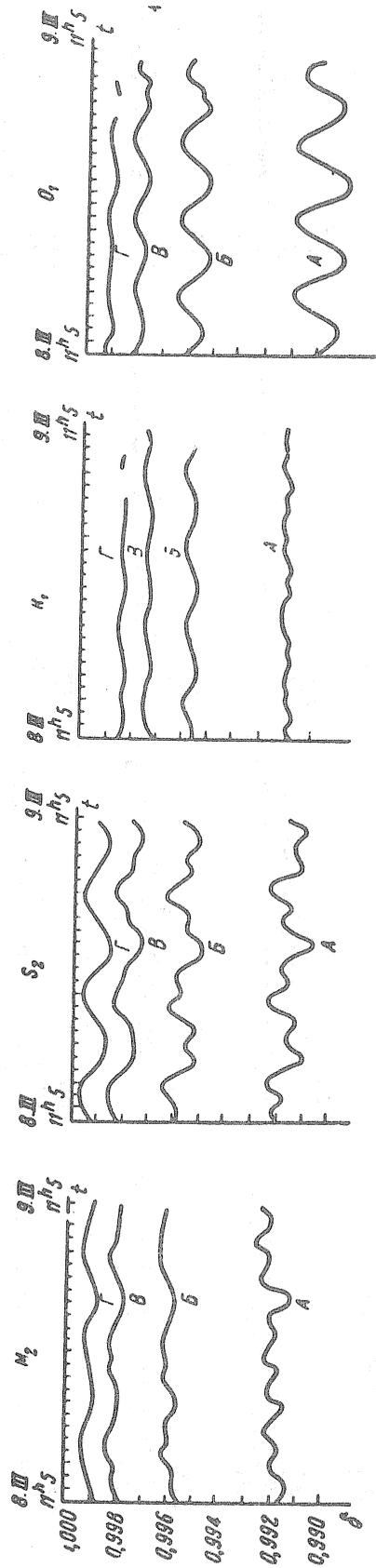


Fig. 12. Graphiques de la variation des valeurs de δ pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 obtenues d'après les courbes de marée théoriques en fonction des cinq ondes avec une précision différente, avec le déplacement d'époque moyenne d'une heure.

Courbes A - dernier chiffre pris en considération pour la courbe de marée 1 μgal ;
 B - 0,1 μgal ;
 C - 0,01 μgal ;
 D - 0,001 μgal .

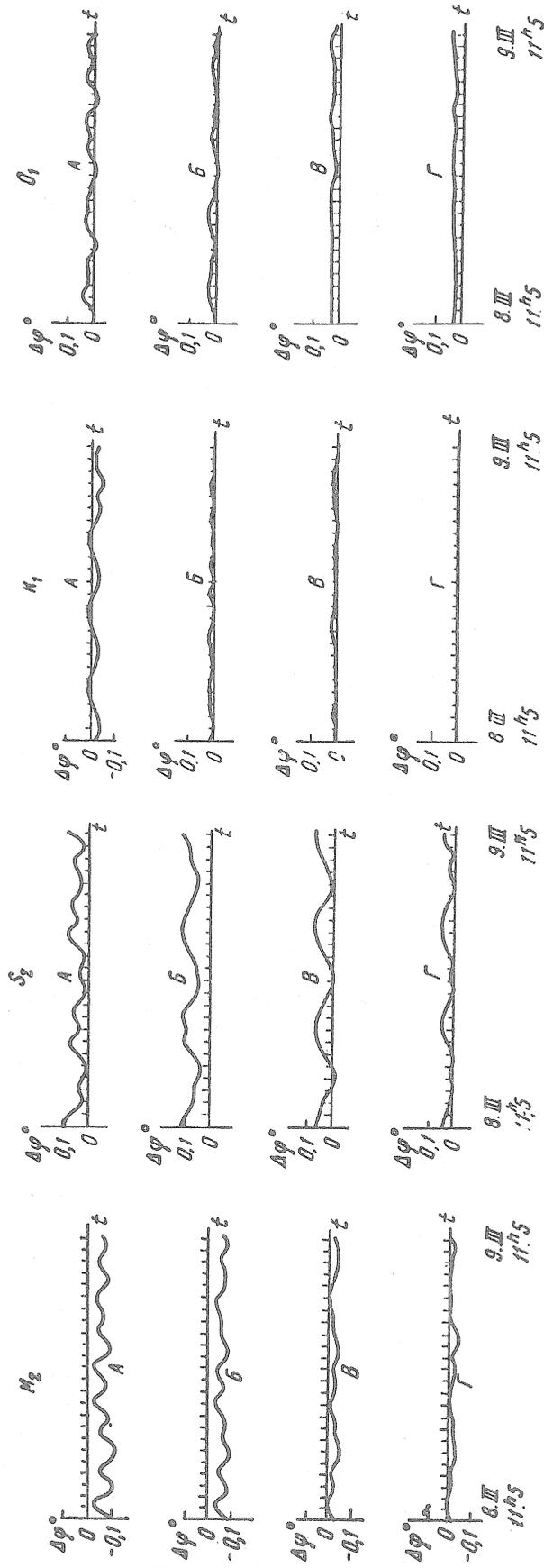


Fig. 13. Graphiques de la variation des valeurs de $\Delta\phi$ pour les ondes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 obtenues d'après les courbes de marée théoriques en fonction des cinq ondes avec une précision différente et avec déplacement de l'époque moyenne d'une heure

(Les indications sur les courbes sont les mêmes qu'à la figure 12).

Sur la base de la table 4 on peut dire que la première approximation du procédé de Pertsev pour une précision des ordonnées de départ d'1 μgal donne une erreur en δ égale à peu près à 0,8 %. Lorsqu'on augmente la précision de la détermination des ordonnées jusqu'à 0,001 μgal l'erreur diminue jusqu'à 0,1 %.

Par une étude détaillée de la figure 12 on peut conclure que les variations de δ pour les ondes semi-diurnes M_2 et S_2 avec déplacement de l'époque moyenne d'une heure sont le résultat de l'application des ondes de trois heures et de huit heures. En augmentant la précision des ordonnées de départ, les ondes de trois heures décroissent en amplitude et, pour une précision de 0,001 μgal , elles disparaissent pratiquement tandis que les amplitudes des variations de huit heures ne diminuent pas. Pour les ondes diurnes K_1 et O_1 l'amplitude des variations de six heures décroît également au fur et à mesure de l'augmentation de la précision des ordonnées.

EXAMENS DES RESULTATS

En tenant compte de ce que les variations de δ et $\Delta\phi$, obtenues par les courbes des valeurs accidentelles et par les observations pour les ondes semi-diurnes et diurnes M_2 , S_2 , K_1 et O_1 , ont une période respectivement de six heures et de trois heures et que δ et $\Delta\phi$, obtenues par la courbe de marée théorique (en tenant compte de toutes les ondes), ne présentent pas ces variations, on peut dire que les variations de trois heures et de six heures de δ et $\Delta\phi$, obtenues par les observations, proviennent de l'application des combinaisons linéaires de la méthode de Pertsev aux ordonnées erronées. La valeur de ces variations de δ pour différentes ondes constitue en moyenne 0,6 %.

En ce qui concerne les phases, on voit par les tables 2 et 5 que, pour une précision de la courbe de marée provenant de 5 ondes de 0,01 μgal , la valeur $\Delta\phi_{moy}^{moy}$ oscille de $-0^{\circ}03$ à $+0^{\circ}03$ pour les différentes ondes alors que pour une précision de 0,008 μgal , de la courbe théorique de marée obtenue par le potentiel comprenant toutes les ondes, la valeur $\Delta\phi_{moy}^{moy}$ oscille de $-0^{\circ}2$ à $+0^{\circ}4$, ce qui provient apparemment de l'imprécision de la méthode.

Pour obtenir les résultats des observations avec une précision allant jusqu'à 0,3 - 0,4 %, il faut donc mettre au point des méthodes d'analyse plus différenciées. Avec les méthodes existantes on peut éliminer les variations de trois ou six heures en δ et $\Delta\phi$ en composant la moyenne des résultats des analyses obtenus par déplacement de l'époque moyenne d'une heure pendant 6 heures.

Les ondes de huit heures dans les variations de δ pour les ondes semi-diurnes, découvertes par l'analyse de la somme de cinq ondes, sont tellement faibles dans les observations en comparaison des ondes de trois heures qu'en tenir compte, lors de la réduction des observations, n'a pas de sens.

En ce qui concerne les longues périodes dans les valeurs de δ pour l'onde M_2 , on peut noter ce qui suit : lors du déplacement d'un jour de l'époque moyenne dans les variations de δ obtenues par la courbe des valeurs accidentelles, on n'a pas découvert l'onde de six à huit jours (fig. 11). Dans les variations de δ , obtenues par la courbe de marée théorique, on trouve une onde de six à huit jours mais avec une faible amplitude de l'ordre de 0,19 %, alors que dans les variations de δ , obtenues par les observations, apparaît nettement l'onde de six à huit jours avec une amplitude de 1,3 % c'est-à-dire 7 fois plus grande.

Cette circonstance montre que les variations de δ de période de l'ordre de 7 jours, découvertes par la réduction des données d'observations, ne sont pas le résultat d'erreurs accidentelles des ordonnées à répartition normale ou des erreurs systématiques introduites par la méthode de l'analyse harmonique.

On constate que les ondes de six à huit jours en δ , γ et $\Delta\phi$ sont différentes selon le type de construction des appareils (gravimètre GS-11, clinomètre d'Ostrovskii). Toutefois pour deux gravimètres de même type fonctionnant simultanément au même endroit, les résultats de la réduction des observations sont déphasés, et on peut supposer que cela se produit probablement à cause de l'application de la méthode d'analyse harmonique aux erreurs des ordonnées ne suivant pas la répartition de Gauss.

Pour éliminer ces erreurs il faut réduire des séries plus longues d'observations. C'est pourquoi nous appliquons maintenant le procédé suivant de réduction :

Chaque jour on fait 6 analyses avec déplacement d'une heure de l'époque moyenne. L'ordinateur électronique imprime la moyenne de ces six analyses pour chaque jour.

Ainsi les variations à courte période de trois et six heures dans les valeurs de δ et $\Delta\phi$ s'éliminent. La moyenne d'un grand nombre d'analyses obtenues chaque jour permet d'éliminer aussi les variations de plus longue période dans les valeurs de δ et $\Delta\phi$.

J'adresse mes remerciements à N.N. Pariiskii sous la direction duquel a été effectué ce travail et B.P. Pertsev pour sa participation fréquente dans l'étude des différents problèmes.

BIBLIOGRAPHIE

1. B.P. PERTSEV
Analyse harmonique des marées élastiques.
Ed. Ac. des Sc. Série Géophys. 1958 N° 8.
2. N.N. PARIISKII, D.G. GRIDNIEV, S.N. BARSENKOV, You.K. SARITCHEVA, M.V. KRAMER
Variations de marées de la force de pesanteur à Tashkent, "Étude des marées terrestres" N° 3,
Série "Résultats de l'A.G.I." Ed. Ac. des Sc. URSS 1963.
BIM N° 38 pp. 1298-1330, 1964.
3. M.V. KRAMER
Tables des variations de marées de la force de pesanteur provenant de la Lune et du Soleil pour la Terre absolument rigide en 1962
Edit. du Comité Interm. de Géoph. Pr. l'Ac. des Sc. d'URSS, 1962.
4. V.G. BALENKO
Influence des méthodes d'analyse harmonique des marées terrestres sur les erreurs accidentelles des ordonnées de départ.
Trav. de l'observatoire gravimétrique de Poltava T. 10 Kiev 1961.
BIM N° 32 pp. 902 - 907, 1963.

RESULTATS PRELIMINAIRES DES OBSERVATIONS CLINOMETRIQUES A DARIEVKA

Y.D. Bogdan, P.S. Matveyev.

Marées Terrestres Acad. Sc. R.S.S. d'Ukraine Observ. Grav. de Poltava
Institut Géophysique de la R.S.S. d'Ukraine Kiev 1966

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАКЛОНОМЕРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В ДАРЬЕВКЕ.

И.Д. Богдан, П.С. Матвеев.

Земные Приливы А.Н. Украинской ССР Полтавская Грав. Obs.
Институт Геофизики. Киев-1966.

On a commencé en 1957 les observations clinométriques suivant le profil Poltava-Kherson dans le but d'accumuler des données expérimentales pour expliquer le mécanisme des influences de caractère tectonique sur les déformations de marées de la Terre. Des hypothèses sur la présence de ce genre d'influences sont émises par une série d'auteurs et trouvent déjà leur confirmation [1]. On y trouve la base pour l'élaboration d'une nouvelle méthode d'étude de la structure en blocs de l'écorce terrestre et des couches supérieures de l'enveloppe d'après les anomalies dans les inclinaisons de marées de la surface de la Terre.

L'un des points du profil traité a été le point habité Darievka situé à peu près à 20 km au nord-est de Kherson, sur la rive droite de l'Ingouletz. Comme à cet endroit il n'y a ni puits, ni galerie où l'on puisse placer les appareils, on a creusé spécialement un puits, d'une profondeur de 7 m. Pour renforcer les murs du puits on a appliqué un anneau en béton armé (hauteur 1,0 m, diamètre intérieur 1,3 m - épaisseur 10 cm).

Le puits a un recouvrement intermédiaire en forme de couvercle en béton armé d'une épaisseur de 10 cm qui se trouve à une profondeur de 3 m. Le puits est fermé en haut par un même couvercle. Pour diminuer les perturbations de température, le couvercle supérieur est rempli par une couche de sciure et d'argile d'une épaisseur de 20 cm. Le pilier en briques (de dimensions 85 x 50 x 20 cm³), sur lequel sont installés les appareils, repose sur une base en moellons de béton enfuie dans le puits à 60 cm plus bas que le fond du puits creusé. L'enregistreur est installé dans un local éloigné du puits de 20 m.

Les observations s'effectuent à l'aide de deux clinomètres du système A.E. Ostrovskii avec enregistrement photoélectrique [2]. L'appareil 08 enregistre la composante NS et l'appareil 09 enregistre la composante EW. La direction NS a été déterminée avant l'installation des appareils par un théodolithe TT - 5 d'après les observations de l'étoile Polaire et transmise sur le pilier à l'aide des verticales matérialisées aux travers d'orifices ronds, spécialement aménagés à cet effet dans les couvercles du puits (distance entre les orifices 1 m). La température est enregistrée par un thermographe à résistance d'une sensibilité de 1000 mm/deg.

Les observations régulières ont commencé à Darievka en juillet 1964 et continuent à présent. Pour des raisons techniques, on a dans l'enregistrement des lacunes, ce qui ne donne pas la possibilité de réduire toutes les données dont nous disposons par des séries mensuelles. Pour réduire les intervalles isolés d'enregistrement nous avons appliqué le schéma calculé sur l'analyse d'une série de trois jours d'observations [3].

Nous donnons dans cet article les premiers résultats de la détermination de la marée terrestre obtenus pour les observations clinométriques à Darievka au cours de 1964. La réduction initiale des données a comporté : 1) la mesure des ordonnées et des impulsions de la sensibilité en mm ; 2) la traduction des ordonnées en millisecondes d'arc et leur réduction à une ligne de base générale.

La mesure des ordonnées a été effectuée en deux fois à l'aide d'une palette de verre avec des divisions par 1 mm avec une précision de 0,1 mm. Si les divergences dépassaient 0,3 mm, les mesures étaient répétées. On a pris dans la réduction les mesures de la première série. La sensibilité des clinomètres a été déterminée par des impulsions spéciales produites deux fois par jour. Pour les heures intermédiaires, les valeurs de la sensibilité ont été calculées par une interpolation linéaire. En moyenne au cours de 1964, la sensibilité des appareils s'était maintenue aux environs de 400 - 500 mm par seconde d'arc. Le comblement des lacunes et la détermination des sauts dans l'enregistrement ont été réalisés par les procédés décrits en [4].

A peu près à 150 m à l'ouest des puits se trouve un réservoir d'eau d'un kolkhoze qui a pour effet d'altérer la courbe d'enregistrement de l'appareil 09 chaque jour pendant quelques heures. Cette altération s'exprime comme suit : lors du branchement de la pompe du réservoir d'eau il se produit relativement vite un écart de la courbe dans l'enregistrement qui se déplace sur un nouveau niveau pendant que le réservoir d'eau fonctionne. Après le débranchement du réservoir d'eau il se produit un écart inverse et la courbe d'enregistrement retourne sur son niveau initial. Il s'est trouvé que la valeur de l'écart en fonction de l'effet du réservoir d'eau Δ n'a presque pas changé d'un jour à l'autre et d'un mois à l'autre. Pour ne pas déterminer cette valeur chaque fois, nous avons trouvé sa valeur Δ la plus probable à partir de 422 déterminations indépendantes par différents procédés. On a obtenu

$$\Delta = 3.30 \pm 0,08 \text{ msec.}$$

Cette correction a été introduite dans toutes les ordonnées déformées par l'effet du réservoir d'eau.

Nous avons réduit en tout pour les données d'observations accumulées en 1964 : 16 séries de trois jours pour l'appareil 08 et 15 séries de trois jours pour l'appareil 09. Les résultats de la réduction sont donnés à la table 1 où les époques initiales des séries sont notées par des nombres de huit chiffres : les deux premiers chiffres désignent l'année, les quatre suivants le mois et le jour et les deux derniers le temps en heures de Greenwich. Le signe " + " pour la valeur χ correspond au retard de la marée observée par rapport à la marée théorique.

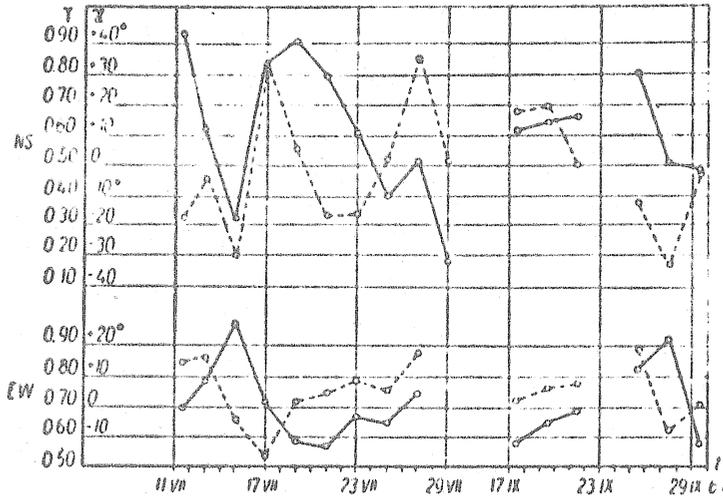
Table 1.

Epoques initiales des séries	Appareil 08 (NS)		Appareil 09 (EW)	
	γ	χ	γ	χ
64071112	0.937	-17°.38	0.697	+14°.50
64071300	0.618	- 4 .63	0.782	+16 .20
64071500	0.323	-29 .37	0.971	- 4 .49
64071700	0.833	+32 .43	0.713	-16 .26
64071900	0.911	+ 5 .32	0.581	+ 1 .60
64072100	0.791	-16 .68	0.568	- 4 .68
64072300	0.608	-16 .21	0.665	+ 8 .55
64072500	0.398	+ 1 .92	0.645	+ 5 .68
64072700	0.511	+35 .25	0.740	+17 .56
64072900	0.181	+ 1 .23	---	---
64091714	0.614	+17 .90	0.574	+ 1 .09
64091911	0.641	+19 .79	0.641	+ 5 .68
64092108	0.661	+ 0 .06	0.680	+ 7 .12
64092517	0.803	-12 .43	0.820	+18 .20
64092714	0.506	-32 .84	0.918	- 8 .01
64092911	0.480	- 3 .11	0.573	+ 0 .46
Ser. veet.	0.5798	- 0°.672	0.6942	+ 4°.718
<i>m</i>	± 0.0518	$\pm 5 .213$	± 0.0307	$\pm 2 .754$

Comme on le voit par la table 1, la divergence dans les valeurs de γ est assez grande : de 0,181 à 0,937 pour l'appareil 08 et de 0,568 à 0,971 pour l'appareil 09. Les valeurs de χ se trouvent dans les limites de - 32°.84 à + 35°.25 pour l'appareil 08 et de - 16°.26 à + 18°.20 pour l'appareil 09. Toutefois la précision des valeurs vectorielles moyennes γ et χ données à l'avant dernière ligne de la table 1 est tout à fait satisfaisante. L'erreur relative des valeurs moyennes de γ et χ est d'environ 9,0 % pour l'appareil 08 (NS) et d'environ 4,6 % pour l'appareil 09 (EW).

Les valeurs isolées de γ et χ ont été portées sur le graphique dans le but de rechercher des variations systématiques possibles. Ce graphique montre qu'on n'observe pas de périodicité nettement exprimée dans les variations des valeurs de γ et χ .

Les résultats de l'analyse harmonique de la série de trois jours d'observations caractérisent la marée semi-diurne totale où l'apport maximum est dû à l'onde M_2 . C'est pourquoi les valeurs moyennes de γ et χ , données dans la table 1, peuvent être comparées avec les valeurs correspondantes obtenues pour l'onde M_2 pour l'analyse de la série mensuelle. Pour ce faire, nous avons réduit une série mensuelle d'observations clinométriques à Darievka (0^h5. VIII 1964-23^h3. IX 1964). L'analyse a été faite d'après le schéma de l'analyse harmonique élaboré à l'Observatoire gravimétrique de Poltava de l'Académie des Sciences d'Ukraine [5].



GRAPHIQUES DE LA VARIATION DES VALEURS γ (lignes continues) ET χ (lignes pointillées) OBTENUES POUR LES SERIES DE TROIS JOURS D'OBSERVATIONS CLINOMETRIQUES.

Les résultats de la réduction pour les ondes diurnes et semi-diurnes les plus importantes sont donnés à la table 2.

Table 2.

Onde	Appareil 08 (NS)		Appareil 09 (EW)	
	γ	κ	γ	κ
O_1	—	—	0.425	+36°.75
O_1	—	—	0.588	+ 7.59
K_1	—	—	0.926	-28.71
M_1	—	—	2.731	+24.44
N_2	0.653	-8°.05	0.660	+12.94
M_2	0.597	+1.98	0.704	+ 8.71
S_2	0.705	+26.64	0.438	+39.11
μ_2	1.950	+85.53	1.196	-25.63

Les valeurs γ et χ ne sont pas données pour les ondes diurnes obtenues pour la direction NS, puisqu'elles sont obtenues avec de grandes erreurs et sont notoirement irréelles. Leur grande imprécision provient du fait que l'erreur de détermination de l'amplitude des ondes diurnes constitue d'après le schéma employé d'analyse harmonique en moyenne 0,3 - 0,4 msec. d'arc., alors que les amplitudes théoriques de ces ondes pour les latitudes moyennes dans la direction Nord Sud ont une valeur très faible (pour l'onde Q_1 par exemple, $H_T \approx 0,07$ msec).

En comparant les valeurs vectorielles moyennes γ et χ de la table 1 avec leurs valeurs correspondantes obtenues pour l'onde M_2 (table 2) on peut noter leur bon accord réciproque. Puisque les deux résultats comparés sont obtenus pour des séries indépendantes et presque les mêmes en durée, on peut considérer cette concordance comme une preuve convaincante de la sûreté du schéma d'analyse des séries de trois jours.

Cette concordance et le poids à peu près égal des résultats comparés justifient que l'on prenne leur moyenne comme caractéristique de la marée terrestre à Darievka.

Nous obtiendrons ainsi :

$$\gamma_{NS} = 0.588 ; \quad \chi_{NS} = + 0^{\circ}.66 ;$$

$$\gamma_{EW} = 0.699 ; \quad \chi_{EW} = + 6^{\circ}.72.$$

Ce résultat préliminaire des observations clinométriques à Darievka montre que pour cette station ainsi que pour les autres stations clinométriques du profil Poltava- Kherson, on a l'inégalité $\gamma_{EW} > \gamma_{NS}$

BIBLIOGRAPHIE

1. MATVEYEV P.S.
Résultats préliminaires des observations clinométriques à Ingouletz.
Bull. d'Inf. "Géophysique et Astronomie", N° 8, Edit. "Naoukova Doumka" K 1965.
2. OSTROVSKII A.E.
Le clinomètre avec enregistrement photoélectrique.
"Etude des marées terrestres" N° 2, Edit. Ac. des Sc. d'URSS M. 1961.
BIM N° 25 pp. 500-536 N° 26 pp. 540-553 1961.
3. MATVEYEV P.S.
Analyse harmonique d'une série de trois jours d'observations des marées terrestres.
Ed. "Marées Terrestres" Kiev 1966.
4. MATVEYEV P.S., BOGDAN Y.D.
Interpolation des courtes lacunes dans les observations des marées terrestres.
Ed. "Les marées terrestres." Kiev 1966.
5. MATVEYEV P.S.
Analyse harmonique d'une série d'un mois d'observations des marées terrestres.
Ed. "Les marées terrestres" Kiev 1966.

Traduction (*)

RESULTATS PRELIMINAIRES DES OBSERVATIONS DES INCLINAISONS DUES AUX MAREES
DANS LE POLYGONE DE CRIMEE (Simféropol)

Z.N. Aksentieva, O.V. Tchouprounova

Marées Terrestres Acad. Sc. R.S.S. d'Ukraine Observ. Grav. de Poltava
Institut Géophysique de la R.S.S. d'Ukraine Kiev 1966

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИИ НАД ПРИЛИВНЫМИ
НАКЛОНАМИ НА КРЫМСКОМ ПОЛИГОНЕ - Симферополь.

З.Н. Аксентьева, О.В. Чупрунова.

Земные Приливы А.Н. Украинской ССР Полтавская Грав. Обс.
Институт Геофизики. Киев-1966.

La Conférence Générale sur le projet international d'étude du manteau supérieur de la Terre qui s'est tenue lors de la XIIIème Assemblée de l'Association Internationale de Géodésie et de Géophysique en août 1963 à Berkeley (U.S.A.) examina et traça les orientations scientifiques susceptibles de donner une information sur la structure et la composition du manteau supérieur de la Terre.

L'Observatoire Gravimétrique de Poltava participe à la recherche géophysique dans la région de la mer Noire par l'organisation d'observations des marées terrestres en Crimée.

Sur la base des mesures de la valeur du rapport d'amplitude γ en différents endroits de la Terre on a établi pour la Terre à l'échelle planétaire les limites 0.62 à 0.72 pour les ondes semi-diurnes. Nous adoptons ici $\gamma = 0.70$.

La différence vectorielle entre l'ellipse expérimentale (observée) et l'ellipse théorique multipliée par le facteur $\gamma = 0,70$ (ellipse globale), donne une ellipse "résiduelle" ou "anomalie des inclinaisons de marées".

"L'ellipse résiduelle" représente les mouvements périodiques de caractère de marée provoqués au site d'observation qui sont le résultat des différents effets indirects.

(*) Cette note comporte un large rappel de notions connues que nous n'avons pas cru devoir reproduire ici.

Cette méthode a été appliquée pour la première fois en Union Soviétique aux observations des inclinaisons de marées par M.S. Matveyev. Il les a étudiées à Poltava, Tsmakovo (Krivoï Rog) et Ingouletz et a essayé d'expliquer l'origine de ces anomalies par l'influence des fractures profondes de l'écorce terrestre qui coïncident avec les zones de plissement alpin. Il continue ses recherches sur le profil qu'il a choisi [1].

A l'étranger, cette méthode a été utilisée par Nishimura (Japon) et Tomashek (RDA). Ce dernier a construit des ellipses d'anomalies pour toutes les stations de marées terrestres d'Europe qu'il connaissait.

Pour étudier les marées terrestres dans le polygone de Crimée, l'Observatoire gravimétrique de Poltava a installé une station clinométrique à Simféropol qui a commencé à fonctionner en septembre 1963.

La salle pour l'installation des appareils a été aimablement prêtée par la station Centrale de Séismologie "Simféropol" de l'Institut de Physique de la Terre de l'Académie des Sciences d'URSS. La salle est située dans une galerie s'enfonçant dans le flanc d'un coteau constitué de calcaire. La profondeur de la salle est, à la verticale, d'environ 25 mètres ; cependant l'entrée dans la galerie est située près du pied du flanc de coteau.

L'entrée dans la salle est éloignée de l'entrée extérieure de 45 m et est pourvue d'une porte hermétique et d'un sas. La salle est éloignée de la rive de la mer Noire de 40 m.

On y a installé deux pendules horizontaux du système Repsold-Levitskii avec une suspension en fils de platine. Ils sont installés dans deux plans réciproquement perpendiculaires : l'un dans le méridien et l'autre dans le premier vertical. En conformité avec la direction positive prise sur l'enregistrement le pendule M enregistre la composante $\alpha_M = 90^\circ$ et le pendule I la composante $\alpha_I = 180^\circ$.

On a donné aux pendules des périodes qui ont permis de maintenir l'image sur la plaque photographique pendant un laps de temps suffisamment long.

Leur période $2T$ et la sensibilité correspondante h , c'est-à-dire la valeur d'un millimètre sur la plaque sont les suivantes :

$$\begin{array}{ll} \text{pendule M : } 2T = 32^{\circ}.7, & h = 0^{\circ}.0173, \\ \text{pendule I : } 2T = 31^{\circ}.0, & h = 0^{\circ}.0208. \end{array}$$

Les périodes ont été déterminées au moins une fois par mois. Elles restaient stables.

Les observations des pendules ont été enregistrées sur des plaques photographiques. La position des pendules et de la ligne fixe a été photographiée à chaque heure entière du temps de Greenwich. On possède des enregistrements depuis septembre 1963 jusqu'à présent et les observations continuent.

Nous avons réduit et obtenu les résultats préliminaires des observations sur les inclinaisons de marées à Simféropol pour une série d'un an d'observations de septembre 1963 à septembre 1964 pour l'onde M_2 .

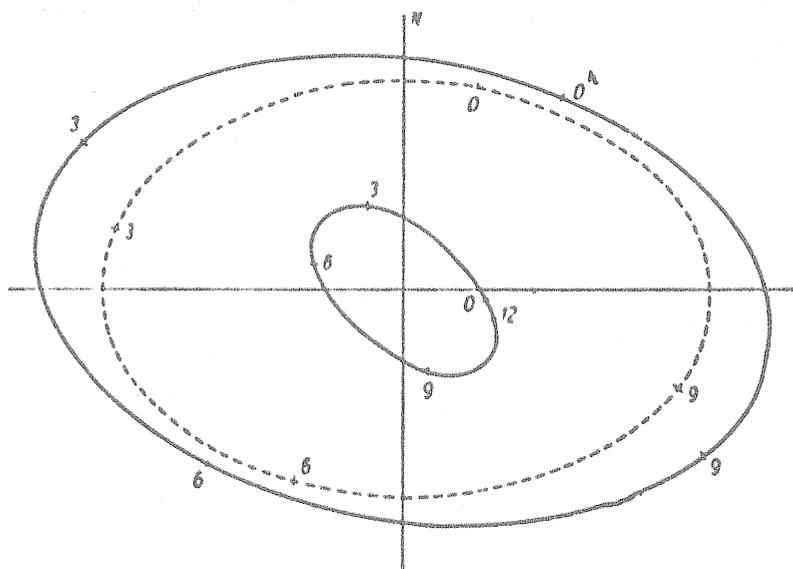
Par la méthode des marées faibles on a séparé l'onde lunaire principale semi-diurne M_2 pour laquelle on a obtenu les expressions suivantes :

Composante	$R \cos (\mu_t - \xi)$	y	x
N - S (D)	$0''.00621 \cos (\mu_t - 215^\circ, 51)$	0.777	+ 20''.75
E - W (M)	$0''.00956 \cos (\mu_t - 115^\circ, 96)$	0.850	+ 11''.20

La phase théorique V_0 pour l'instant initial est $345^\circ, 24$.

D'après ces données on a construit l'ellipse observée et on a fait sa comparaison avec l'ellipse globale par la composition de la différence vectorielle : l'ellipse "observée" moins l'ellipse "globale". Les expressions pour les ellipses globale et résiduelle sont les suivantes :

Composantes N - S	E - W
Ellipse globale	$0''.00556 \cos (\mu_t - 194^\circ, 76) ; 0''.00788 \cos (\mu_t - 104^\circ, 76)$
Ellipse résiduelle	$0''.00221 \cos (\mu_t - 278^\circ, 32) ; 0''.00238 \cos (\mu_t - 155^\circ, 70)$



Les trois ellipses sont données sur le graphique : la ligne continue forte représente l'ellipse résiduelle, l'ellipse globale est représentée par la ligne pointillée et enfin la ligne fine continue représente l'ellipse observée.

Les mouvements résiduels renferment non seulement les effets de la mer mais aussi les autres effets parmi lesquels il faut noter les mouvements propres des parties séparées de l'écorce terrestre.

D'après l'avis du géophysicien R. Tomaschek "elles (ces parties) se comportent comme des blocs plus ou moins liés, semblables aux glaçons flottant dans la mer. Ces blocs sont en relation avec la structure tectonique des régions données et outre leur intérêt géologique, ces mouvements sont intéressants pour les mesures géodésiques et astronomiques. Ils donnent également une information sur le comportement élastique de l'écorce terrestre" [2].

La Crimée diffère par sa structure géologique très complexe. En outre elle est entourée par la mer Noire. Il y a des marées dans la mer Noire mais elles sont faibles : leur hauteur atteint 3 à 4 cm.

Sur la base de nos résultats préliminaires des observations clinométriques nous ne pouvons pas attribuer définitivement "les déformations résiduelles" au même phénomène. Cela constituera le sujet des recherches ultérieures.

Il reste à réduire toutes les données accumulées et à tenir compte de l'influence des marées de la mer Noire par l'une des méthodes actuelles.

Nous considérons de notre devoir d'exprimer nos remerciements : au personnel de la Station Centrale de Séismologie "Simféropol" pour son aide dans l'exécution des observations et aussi aux ingénieurs de l'Observatoire gravimétrique de Poltava Y.A. Moussiaka et V.Y. Tokar pour leur aide dans la réduction des données d'observations.

BIBLIOGRAPHIE

1. MATVEYEV P.S.
Géophysique et Astronomie
Bulletin d'Information N° 5 Ed. Ac. des Sc. URSS K. 1963.
 2. TOMASCHEK R. et GROTEN E.
Commun. de l'Observ. R. de Belgique N° 188 (S.G.N. 58), Bruxelles, 1961.
-

RESULTATS DES OBSERVATIONS CLINOMETRIQUES DANS LE BASSIN DU DONETZ EN 1960.

E. Y. Evtouchenko

Marées Terrestres Acad. Sc. R.S.S. d'Ukraine Observ. Grav. de Poltava
Institut Géophysique de la R.S.S. d'Ukraine Kiev 1966.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАКЛОНОМЕРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В ДОНБАССЕ ЗА 1960 г.

Е.И. Евтушенко.

Земные Приливы А.Н. Украинской ССР Полтавская Грав. Обс.
Институт Геофизики. Киев-1966.

Ces dernières années, l'Observatoire gravimétrique de Poltava de l'Académie des Sciences d'Ukraine a procédé à la création d'un réseau de stations clinométriques sur le territoire d'Ukraine. Dans le cadre de ce plan on a proposé d'organiser des observations clinométriques dans le Bassin du Donetz. Le choix de la station tomba sur un puits 3 bis de la ville de Torèze (anciennement Tchistiakov).

La première salle a été équipée en 1960 à la cote 160 m. Elle est éloignée du puits de la mine d'environ 2,5 Km et des endroits d'explosions d'à peu près 0,5 Km de sorte que ces obstacles ont été insignifiants lors de l'enregistrement des inclinaisons. A l'intérieur de la salle dont les dimensions sont 60 x 3,0 x 2,5 m³ sont disposés deux piliers en béton-mâchefer. L'un, d'une dimension à la base de 1,0 x 1,0 m², est destiné à l'installation des pendules et l'autre, éloigné du premier de 4,0 m, d'une dimension de 0,8 x 0,8 m², est destiné à l'installation de l'appareil enregistreur.

De mars 1960 à mars 1962 les observations ont été effectuées avec des pendules horizontales du type Repsold-Levitskii qui ont été fabriqués dans l'atelier de l'Observatoire gravimétrique de Poltava par le mécanicien B.A. Sakolov. Ces pendules ont été orientés par rapport au méridien de façon à ce que le pendule N° 1 enregistre les inclinaisons dans l'azimut $\alpha_1 = 302^\circ 58'$, et le pendule N° 4 dans l'azimut $\alpha_4 = 211^\circ 48'$ (l'azimut est calculé du sud vers l'ouest). La sensibilité des pendules a été déterminée deux fois par mois. L'enregistrement des inclinaisons a été effectué par un procédé photographique. La description détaillée des pendules Repsold-Levitskii et la méthode des observations sont données dans les travaux [1,2].

Les résultats préliminaires des observations dans le puits donné pour la période allant du 1er juillet 1960 au 28 avril 1961 sont publiés dans le travail [5] où la réduction des données d'observations a été faite par séries mensuelles d'après la méthode de P.S. Matveyev [3]. Les valeurs vectorielles moyennes γ et χ pour l'onde M₂ en fonction de six séries mensuelles étaient les suivantes :

(*) L'introduction de cet article, constituant un rappel de notions connues a été omise.

Pour le pendule N° 1 $\gamma = 0.575$ $\chi = -13^{\circ}.93$
 ± 0.027 $\pm 2^{\circ}.22$
 Pour le pendule N° 4 $\gamma = 0.317$ $\chi = \pm 27^{\circ}.78$
 ± 0.033 $\pm 3^{\circ}.85$

En relation avec le fait que dans les conditions du puits il est très difficile de garantir la continuité des observations, il restait des parties d'enregistrement isolées non réduites d'une durée allant de quelques jours à trois semaines. C'est pourquoi il y avait un intérêt à réduire ces données non utilisées précédemment d'après le schéma de réduction des courtes séries d'observations.

Nous avons utilisé pour cela le schéma proposé depuis peu par P.S. Matveyev [4] qui donne la possibilité d'obtenir pour une série de trois jours d'observations les valeurs γ et χ qui caractérisent l'onde semi-diurne totale dans la marée terrestre.

Date du début de la série	Pendule N° 1		Date du début de la série	Pendule N° 4	
	γ	χ		γ	χ
3. V	0.663	-16°.15	3. V	0.316	+35°.99
5	0.663	-21.90	5	0.264	+36.36
15	0.691	-15.13	23	0.297	+32.58
23	0.673	-15.46	4. VI	0.293	+31.57
4. VI	0.560	-19.03	6	0.265	+34.32
6	0.695	-11.46	9	0.214	+42.69
21	0.586	-22.35	11	0.221	+48.02
1. VII	0.600	-23.30	21	0.284	+39.96
3	0.632	-21.40	1. VII	0.268	+19.61
7	0.609	-17.24	3	0.228	+18.57
9	0.534	-15.25	7	0.257	+36.98
13	0.630	-29.17	9	0.251	+45.07
19	0.584	-19.52	19	0.301	+39.98
21	0.608	-20.85	25	0.310	+31.18
25	0.505	-19.08	27	0.215	+40.65
27	0.535	-11.26	31	0.296	+34.37
2. VIII	0.668	-17.63	2. VIII	0.381	+37.00
3. IX	0.575	-17.68	3. IX	0.253	+32.86
4	0.572	-17.50	4	0.260	+29.81
15	0.650	- 8.08	15	0.338	+31.46
14. XII	0.662	- 6.79	20	0.230	+23.67
18	0.616	- 3.91	7. X	0.275	+30.07
20	0.604	-14.37	12	0.254	+35.17
24	0.531	-13.09	16	0.231	+22.70
			18	0.247	+28.79
			22	0.302	+38.69
			24	0.266	+19.62
			28	0.220	+34.56
			30	0.282	+29.02
			3. XI	0.269	+23.59
			5	0.325	+22.06
			9	0.344	+20.40
			15	0.276	+26.19
			17	0.281	+28.38
			21	0.298	+34.50
Moyen. vect.	0.6089	-16°.506		0.2700	+32°.107
	± 0.0112	± 1.124		± 0.0062	± 1.273
Moyen. arith.	0.6118	-16.586		0.2746	+31.898
	± 0.0106	± 1.155		± 0.0066	± 1.274

Les résultats donnés dans la table sont obtenus d'après les données d'observations pour 1960.

L'espacement des parties isolées de l'enregistrement dans la série a été fait de telle façon que le début des séries pour les deux pendules soit si possible le même lors d'un enregistrement simultané sur les deux pendules. Les recouvrements entre les séries contiguës ont été pris naturellement égaux à un jour. Il n'y a qu'un seul cas où on ait fait une exception. Les séries d'époques initiales du 3.IX 1960 et 4.IX 1960 ont un recouvrement de deux jours.

Les valeurs γ et χ obtenues ont été moyennées de la façon habituelle et d'après la règle vectorielle, qu'il faut considérer comme plus précise.

Après les avoir comparés avec les résultats de la réduction de séries de six mois donnés plus haut, il faut noter une concordance satisfaisante aussi bien pour le coefficient γ que pour le retard χ .

Tenant compte des différentes méthodes d'analyse et également de l'indépendance des données d'observations utilisées on peut considérer cette concordance comme la preuve de la sûreté du schéma [4] d'analyse d'une série de trois jours d'observations de marées terrestres. En outre, elle montre également la bonne qualité des observations effectuées dans les conditions des puits à une grande profondeur à l'aide de pendules horizontaux du système Repsold-Levitskii.

BIBLIOGRAPHIE

1. Z.N. AKSENTIEVA
Sur les travaux clinométriques à Poltava de 1948 à 1952.
Travaux de la Troisième Conférence des Latitudes, K. 1954.
2. A.K. YVANOVA
Résultats des observations sur les variations de marées de la verticale à l'Obs. Astr.d'Engelgardt.
Bulletin N° 34 1959.
3. P.S. MATVEYEV
Analyse harmonique des marées terrestres (série de 29 jours).
Trav. de l'Obs. Grav. de Poltava. T. 11. Edit. Ac. des Sc. d'Ukraine, 1962.
4. P.S. MATVEYEV
Analyse harmonique d'une série de trois jours d'observations des marées terrestres.
"Naoukova Doumka" Kiev 1966.
5. AKSENTIEVA Z.N. et E.Y. EVTOUCHENKO
Les résultats préalables des observations des Marées Terrestres à Tchistiakovo (Donbass, Bassin du Donetz)
Observ. Royal de Belgique, N° 236, Série Géophys. N° 69, 1964, pp. 323-327.

AVERTISSEMENT

Les travaux dont nous donnons ci-après une traduction française et qui tendent à surmonter les difficultés inhérentes à la présence de discontinuités ou d'interruptions plus ou moins longues dans les enregistrements de marées terrestres, ne présentent plus l'intérêt pratique qui fut très grand jusqu'il y a peu.

La construction par Venedikov d'une méthode d'analyse applicable à une longueur d'enregistrement quelconque, comportant autant d'interruptions que l'on veut, apporte la seule vraie solution à ce problème qui fut longtemps crucial. Elle permet, non seulement d'éviter de devoir recourir à la construction d'"observations artificielles" mais mieux, de supprimer toute portion douteuse ou de mauvaise qualité dans l'enregistrement. Ces remarques n'enlèvent rien à la qualité des travaux ci-après, dont le Bulletin d'Informations se devait de présenter la traduction tout en attirant l'attention du lecteur sur ce point.

Ces travaux sont bien entendu antérieurs à la publication de la méthode Venedikov et de ses résultats [1], [2], [3]. Les délais d'impression et de traduction sont responsables de ce "déphasage".

P. Melchior.

Traduction.

ANALYSE HARMONIQUE S'UNE SERIE DE TROIS JOURS D'OBSERVATIONS DE MAREES
TERRESTRES*P.S. Matveyev*

Acad. Sc.R.S.S. d'Ukraine Observ. Grav. de Poltava Inst. Géoph. de la RSS d'Ukraine Kiev 1966.

ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРЕХСУТОЧНОЙ СЕРИИ
НАБЛЮДЕНИЙ ЗЕМНЫХ ПРИЛИВОВ.

П.С. Матвеев.

Земные Приливы А.Н. Украинской ССР Полтавская Грав. Обс.
Институт Геофизики. Киев-1966.

Presque tous les schémas d'analyse harmonique des marées terrestres employés à présent sont calculés sur la réduction de séries mensuelle ou annuelle d'observation. De ce fait on doit faire face à l'exigeante nécessité de leur continuité.

Des lacunes dans les enregistrements photographiques obligent parfois à rejeter des réductions, le cinquième ou le quart des ordonnées mesurées.

A l'aide de schémas spéciaux d'analyse ces données d'observations rejetées jusqu'à présent pourraient servir à obtenir des résultats préliminaires ou de contrôle caractérisant suffisamment la déformation de marée dans la station d'observation. Un schéma de détermination de la marée terrestre semi-diurne totale a été proposé depuis peu par B.P. Pertsev [1] pour une série de deux jours d'observations.

Les valeurs γ (ou δ) et χ sont déterminées de la façon suivante :

1. Sur 46 heures d'enregistrement de la marée on applique deux combinaisons linéaires (symétrique et anti-symétrique) du 23^{ème} ordre, ce qui fournit les constantes harmoniques caractérisant l'onde semi-diurne totale observée.
2. En appliquant les mêmes combinaisons aux 46 ordonnées de la marée théorique calculée pour le point donné pour le même intervalle de temps, on obtient les constantes homologues caractérisant l'onde semi-diurne théorique.
3. Par comparaison des amplitudes et phases ainsi obtenues, on trouve les valeurs cherchées de γ (ou δ) et χ .

Dans le schéma proposé par B.P. Pertsev, le lien entre l'erreur accidentelle ϵ_η des ordonnées de départ et l'erreur correspondante ϵ_R de la détermination de l'amplitude moyenne \bar{R} de l'onde semi-diurne totale peut être exprimé par le rapport approximatif

$$\epsilon_R = 0.38 \epsilon_\eta \quad (1)$$

Malgré le désavantage apparent de ce rapport, l'application a montré qu'on peut obtenir ainsi des caractéristiques assez sûres de la marée terrestre. L'inconvénient réside dans la nécessité du calcul préliminaire sur ordinateur électronique de la marée théorique pour l'intervalle analysé de l'enregistrement.

Dans le présent article nous décrivons un schéma d'analyse d'une série de trois jours d'observations de marées terrestres. Ce schéma a beaucoup de points communs avec notre schéma d'analyse harmonique d'une série mensuelle [2]. Nous conservons en particulier la succession prise dans la série mensuelle de l'enregistrement pour les harmoniques semi-diurnes pris en considération. Nous utilisons sans changements importants beaucoup de formules et appliquons la méthode des moindres carrés pour déterminer les coefficients A'_0 et B'_0 caractérisant l'onde semi-diurne totale.

La série doit contenir 73 ordonnées horaires successives η_t réparties selon le temps universel de Greenwich et affranchies préalablement des sauts s'il y en avait dans l'enregistrement.

DETERMINATION DE L'ONDE SEMI-DIURNE TOTALE PAR LES OBSERVATIONS.

La première étape de l'analyse commence par l'application à la série des ordonnées η_t aux époques $t = t_0, t_0 + 1, t_0 + 2, \dots, t_0 + 72$, de la combinaison linéaire symétrique

$$\sigma_{t'} = 6\eta_{t_0+24+t'} - 6\eta_{t_0+24+t' \pm 6} + 4\eta_{t_0+24+t' \pm 12} - 2\eta_{t_0+24+t' \pm 18} + \eta_{t_0+24+t' \pm 24} \quad (2)$$

où le temps t' déplacé en avant de 24 heures prend les valeurs successives, $t' = 0, 1, 2, \dots, 24$. Cette combinaison amplifie les ondes semi-diurnes et filtre bien les ondes à longue période, diurnes et de trois jours. En outre elle élimine complètement les parties constante et linéaire du mouvement du zéro de l'appareil sur un intervalle de 24 heures d'enregistrement. La courbe de sélectivité de cette combinaison est donnée à la figure 1. Le facteur d'amplitude L_y est calculé d'après la formule :

$$L_y = 6 - 12 \cos 6q_y + 8 \cos 12q_y - 4 \cos 18q_y + 2 \cos 24q_y. \quad (3)$$

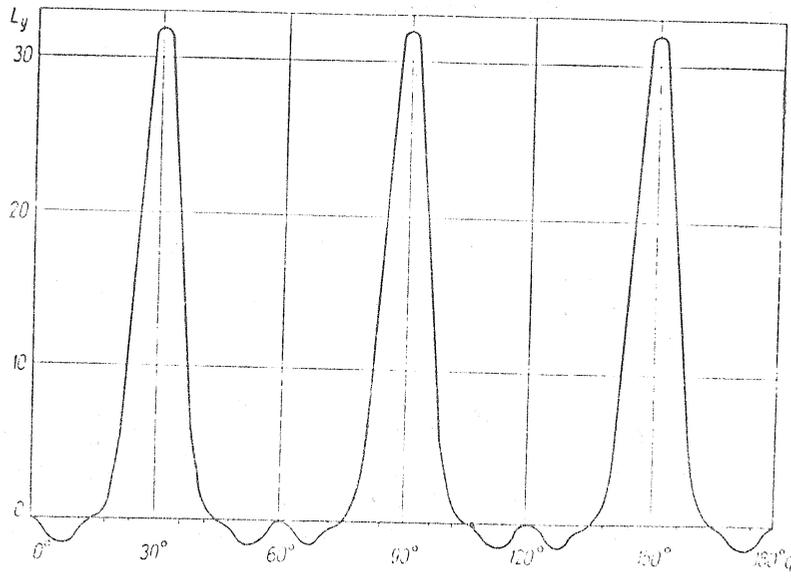


Fig. 1. Courbe de sélectivité de la combinaison (2)

Le graphique montre que la combinaison (2) a dans les limites des fréquences de 0 à π trois bandes de passage.

La première zone, de fréquence centrale $q = 30^\circ$ correspond au groupe des ondes semi-diurnes, les deux autres, de fréquences centrales $q = 90^\circ$ et $q = 150^\circ$ correspondant aux groupes des ondes de périodes voisines de 4 heures et environ 2,4 heures. Dans le spectre de fréquence de la marée terrestre on n'observe pas ces ondes à courte période, c'est pourquoi la présence de ces deux bandes de passage ne doit pas se répercuter d'une façon importante sur la précision des résultats définitifs et cela d'autant plus que dans la suite les sommes σ_t , passent encore par un filtre réduisant fortement l'influence de toutes les ondes autres que les semi-diurnes.

Ce filtre complémentaire constitue dans le schéma la solution par moindres carrés du système de 25 équations dans lesquelles entrent comme termes indépendants les sommes σ_t . Ces équations ont la forme :

$$A'_1 \cos q_1 t' + B'_1 \sin q_1 t' + A'_2 \cos q_2 t' + B'_2 \sin q_2 t' = \sigma_{t'} \quad (4)$$

où $t' = 0, 1, 2, \dots, 24$.

Les deux premiers termes de l'équation (4) représentent l'onde O_1 introduite afin d'améliorer l'élimination du résidu des ondes diurnes. Les deux termes suivants représentent l'onde totale semi-diurne que nous assimilons à l'onde M_2 amplifiée de 31.371 fois, mais perturbée par les autres ondes semi-diurnes.

L'onde totale semi-diurne M_2' déterminée par la solution des équations (4) se rapporte à la nouvelle époque initiale :

$$t'_0 = t_0 + 24 \quad (5)$$

Table 1.

Coefficients $(\alpha_A)_{t_1}$ et $(\alpha_B)_{t_1}$ de la solution du système (4)

n	A	B
0	0,076620	0,009024
1	0,066812	0,028177
2	0,039703	0,066552
3	0,002124	0,077881
4	-0,036436	0,069185
5	-0,066219	0,042535
6	-0,079644	0,004525
7	-0,073296	-0,033330
8	-0,048387	-0,067659
9	-0,014263	-0,082653
10	0,028963	-0,078112
11	0,062406	-0,054446
12	0,080689	-0,017432
13	0,079317	0,023829
14	0,068654	0,059178
15	0,023862	0,079932
16	-0,016388	0,081054
17	-0,052993	0,062399
18	-0,074409	0,028746
19	-0,077872	-0,011406
20	-0,061747	-0,047974
21	-0,030216	-0,074812
22	0,008689	-0,077007
23	0,045994	-0,062354
24	0,099777	-0,031652

Dans le calcul de la valeur théorique de cette onde, la partie astronomique de la phase initiale V_0 pour les ondes semi-diurnes séparées doit être calculée à l'époque t'_0 . Quant aux valeurs réduites f et u elles doivent être calculées pour le milieu de la série c'est-à-dire l'époque

$$t_m = t_0 + 36 \quad (6)$$

En résolvant le système (4) par moindres carrés nous n'obtenons que les coefficients A_2' et B_2' que nous désignerons pour la facilité respectivement \bar{A}_0' et \bar{B}_0' où l'indice "0" signifie onde "observée". Leur calcul s'effectue d'après les formules :

$$\begin{aligned}\bar{A}'_0 &= \sum_{l=0}^{24} (a_A)_l \sigma_{l'} \\ \bar{B}'_0 &= \sum_{l=0}^{24} (a_B)_l \sigma_{l'}\end{aligned}\quad (7)$$

Les valeurs des coefficients $(a_A)_l$, et $(a_B)_l$, sont données dans la table 1.

Si les ordonnées de départ η_l sont exprimées en millimètres, alors les valeurs \bar{A}'_0 et \bar{B}'_0 doivent être multipliées par le facteur de sensibilité E, c'est-à-dire

$$\begin{aligned}A'_0 &= \bar{A}'_0 E, \\ B'_0 &= \bar{B}'_0 E.\end{aligned}\quad (8)$$

Les coefficients A'_0 et B'_0 obtenus déterminent l'onde semi-diurne sommaire observée M'_2 inscrite sous la forme

$$y'_0 = R'_0 \cos(qt' - \zeta'_0) = A'_0 \cos qt' + B'_0 \sin qt', \quad (9)$$

où

$$A'_0 = R'_0 \cos \zeta'_0, \quad B'_0 = R'_0 \sin \zeta'_0. \quad (10)$$

Il est facile d'en déduire l'amplitude R'_0 et la phase initiale ζ'_0 de l'onde semi-diurne totale

$$\begin{aligned}R'_0 &= \sqrt{(A'_0)^2 + (B'_0)^2}, \\ \zeta'_0 &= \text{arctg} \frac{B'_0}{A'_0}.\end{aligned}\quad (11)$$

CALCUL DE LA VALEUR THEORIQUE DE L'ONDE SEMI-DIURNE TOTALE

Il faut d'abord calculer pour l'époque donnée les valeurs théoriques de chacune des 16 ondes semi-diurnes les plus importantes :

$$y_T = R_T \cos(qt' - \zeta_T) = u_T \cos qt' + v_T \sin qt', \quad (12)$$

où

$$u_T = R_T \cos \zeta_T, \quad v_T = R_T \sin \zeta_T. \quad (13)$$

où

$$\begin{aligned}
 (F_u^A)_y &= L_y \sum_{t'=0}^{24} (a_A)_{t'} \cos q_y t', \\
 (F_v^A)_y &= L_y \sum_{t'=0}^{24} (a_A)_{t'} \cos q_y t', \\
 (F_u^B)_y &= L_y \sum_{t'=0}^{24} (a_B)_{t'} \cos q_y t', \\
 (F_v^B)_y &= L_y \sum_{t'=0}^{24} (a_B)_{t'} \cos q_y t'.
 \end{aligned}
 \tag{20}$$

L'indice y se réfère à chacune des 16 ondes semi-diurnes. Les valeurs numériques des coefficients entrant dans les formules (19) sont données dans la table 2.

Table 2.

Coefficients $(F_u^A)_y$, $(F_v^A)_y$, $(F_u^B)_y$ et $(F_v^B)_y$ pour le calcul de la valeur théorique de l'onde totale semi-diurne.

Ondes y		A_T	B_T	Ondes y		A_T	
N_2	u	30.063	3.619	235*	u	27.978	6.969
	v	-3.322	30.558		v	-6.286	28.870
M_2	u	31.371	—	255*	u	31.356	-0.030
	v	—	31.371		v	0.027	31.361
S_2	u	31.475	-6.800	K_2	u	31.346	-7.318
	v	6.571	30.415		v	7.091	30.200
H_2	u	28.309	6.520	λ_2	u	31.810	-3.210
	v	-5.894	29.151		v	3.046	31.328
245*	u	30.048	3.649	L_2	u	31.818	-3.701
	v	-3.349	30.548		v	3.522	31.258
ν_2	u	30.284	3.448	T_2	u	31.531	-6.538
	v	-2.896	30.720		v	6.310	30.515
$2N_2$	u	27.993	6.939	η_2	u	29.994	-10.511
	v	-6.259	28.880		v	10.374	28.307
ϵ_2	u	25.698	9.425	265*	u	31.818	-3.733
	v	-8.375	26.819		v	3.552	31.254

Il est facile de trouver l'amplitude R'_T et la phase initiale ζ'_T théoriques de l'onde totale semi-diurne à partir des valeurs calculées des coefficients A'_T et B'_T en utilisant les formules analogues à (11).

Nous ne reproduisons pas les formules pour le calcul de l'amplitude R_T et des phases initiales ζ_T qui sont identiques à celles de notre précédent travail [2]. La partie astronomique de la phase initiale V_o et les facteurs f et u sont les éléments de ces formules.

Les données de départ pour le calcul relatif à une série de trois jours sont les mêmes que pour une série de 30 jours ([2], tables II - V). Cependant les époques auxquelles on calcule les valeurs V_o et ΔV_1 (utilisées pour trouver les facteurs f et u) diffèrent des époques correspondantes dans la série de 30 jours. C'est pourquoi nous reproduirons ici les formules en conservant sans changements les désignations prises dans le travail [2].

La partie astronomique de la phase initiale V_o est donnée par :

$$V_o = (V_o)_{1950} + \sigma_y D + q_y t'_o, \quad (14)$$

où
$$t'_o = t_o + 24$$

Les arguments ΔV_1 sont donnés par :

$$\Delta V_1 = (\Delta V_{o_1})_{1950} + q'_1 t''_o, \quad (15)$$

où t''_o est le nombre d'heures écoulées depuis le 1er janvier 1950 à 0h T.U. jusqu'à l'époque t_m du milieu de la série réduite :

$$t''_o = 24 D + t_m = 24 D + t_o + 36. \quad (16)$$

Les valeurs u_T et v_T obtenues par les formules (13) sont destinées au calcul des valeurs théoriques des coefficients A'_T et B'_T qu'on pourra écrire par analogie avec (10) :

$$A'_T = R'_T \cos \zeta'_T, \quad B'_T = R'_T \sin \zeta'_T \quad (17)$$

Pour déduire les formules A'_T et B'_T en fonction des valeurs u_T et v_T , nous appliquerons la combinaison (2) à la somme des valeurs théoriques de toutes les ondes semi-diurnes prises en considération, ce qui donne :

$$(\sigma'_T)_T = \sum_y L_y (u_T \cos qt' + v_T \sin qt')_y. \quad (18)$$

Substituant cette expression dans les formules analogues (7) constituant la solution par moindres carrés du système des 25 équations (4), nous avons

$$\begin{aligned} A'_T &= \sum_y (F_u^A u_T + F_v^A v_T)_y, \\ B'_T &= \sum_y (F_u^B u_T + F_v^B v_T)_y, \end{aligned} \quad (19)$$

DETERMINATION DES VALEURS γ (OU δ) ET χ

L'étape finale de l'analyse consiste en la comparaison habituelle de l'"observation" et de la "théorie". On détermine les valeurs caractérisant la marée terrestre semi-diurne :

$$\gamma \text{ (ou } \delta) = \frac{R'_b}{R'_T}$$

$$\chi = \zeta'_O - \zeta'_T \quad (21)$$

Le signe + pour la valeur χ indiquera un retard de la marée terrestre observée par rapport à la marée théorique dans la station donnée.

VERIFICATION DU SCHEMA SUR LA MAREE TERRESTRE THEORIQUE

A titre d'exemple nous reproduirons ici les étapes principales de l'analyse d'une série de trois jours des valeurs théoriques des variations de la force de pesanteur $((\eta_g)_t = -\Delta g_t)$, calculées par M.V. Kramer [3] en 1962 pour un point situé à la latitude géographique $\phi = 50^\circ$ N dans le méridien de Greenwich ($\lambda_O = 0^\circ$). Le début de la série t_O est pris à 11h T.U. le 31 janvier 1962. Les ordonnées analysées $(\eta_g)_t$, commençant à cette heure et se terminant à 11h T.U. le 3 février 1962 sont données dans la table 3 (exprimées en microgals). Les deux dernières colonnes de cette table donnent les sommes σ'_t obtenues d'après (2) rapportées à la nouvelle époque initiale $t'_O = t_O + 24 = 11h$ T.U. 1er février 1962.

En appliquant, conformément à (7), à la série obtenue σ'_t , les coefficients $(\alpha_A)_t$, et $(\alpha_B)_t$ (table 1) nous obtenons :

$$A'_O = 0.076620 \cdot 817.07 + 0.066812 \cdot 419.13 - \dots = + 902.571,$$

$$B'_O = 0.000024 \cdot 817.07 + 0.038177 \cdot 419.13 - \dots = - 716.510.$$

Pour le cas traité E = 1, D'après les formules (11) nous trouvons :

$$R'_O = 1152.398, \quad \zeta'_O = 321^\circ 556.$$

Il faut alors calculer les valeurs théoriques des 16 ondes semi-diurnes sous la forme (12).

Table 3.

Série de contrôle de la marée terrestre théorique

Heure	Ordonnée $(\eta_g)_t$				Somme $\sigma_{t'}$	
	31. I 1962	1. II	2. II	3. II	1. II 1962	2. II
0	—	-36.24	64.21	88.66	—	662.92
1	—	-9.96	36.48	63.81	—	420.95
2	—	-17.42	3.12	29.28	—	-461.32
3	—	-41.60	-29.35	-8.76	—	-936.20
4	—	-59.35	-56.11	-43.75	—	-1180.44
5	—	-69.19	-73.73	-70.25	—	-1128.12
6	—	-71.67	-81.16	-85.15	—	-787.36
7	—	-69.00	-79.86	-88.29	—	-240.45
8	—	-64.36	-73.22	-82.35	—	376.55
9	—	-60.86	-65.49	-71.92	—	907.50
10	—	-60.58	-60.53	-62.17	—	1215.33
11	-66.46	-63.93	-60.57	-57.28	817.07	1218.37
12	-70.39	-69.48	-65.64	—	419.13	—
13	-71.00	-74.44	-73.47	—	-93.47	—
14	-66.00	-75.35	-80.20	—	-592.52	—
15	-54.00	-69.22	-81.46	—	-950.86	—
16	-35.07	-54.34	-73.69	—	-1074.32	—
17	-10.87	-30.99	-55.23	—	-927.02	—
18	15.58	-1.51	-26.94	—	-541.32	—
19	40.38	29.98	7.77	—	-10.83	—
20	59.49	58.44	43.55	—	531.98	—
21	69.60	78.87	74.23	—	949.19	—
22	68.79	87.44	94.13	—	1131.90	—
23	57.02	82.33	99.36	—	1029.52	—

La succession de ces calculs est expliquée assez en détail par les données de la table 4. Nous donnons dans la deuxième colonne de cette table les valeurs théoriques des amplitudes H_T et $H_{T'}$, obtenues d'après les formules correspondantes du travail [2]. Pour cela on s'est servi des valeurs suivantes des fonctions géodésiques :

$$\Phi_2(\Psi) = 0.415636,$$

$$\Phi_2(\Psi) = 0.826525,$$

pour le calcul desquelles on a pris la latitude géocentrique du point de contrôle ($\Psi = 49^\circ 48' 34'' 5$ N). Lors du calcul de la partie astronomique de la phase initiale V_0 (cinquième colonne) et de l'argument ΔV_1 nécessaire pour trouver les valeurs réduites f et u (troisième et quatrième colonnes) on a substitué dans les formules (14) et (15) les nombres suivants caractérisant l'époque de l'observation :

$$t_0 = 11, \quad t'_0 = 35, \quad D = 4413, \quad t'_0 = 105959.$$

Table 4.

Calcul des valeurs u_T et v_T

Onde	H_T	f	u	v_0	R_T	\bar{r}_T	u_T	v_T
N_2	5.9677	1.02721	-0.904	-2407.117	6.1301	2417.021	-2.9700	-5.3626
M_2	31.1702	1.02643	-1.428	-309.713	31.9940	311.141	21.0402	-24.0944
S_2	14.5024	0.99104	-0.368	330.000	14.3725	30.368	12.4006	7.2660
R_2	0.9531	1.08242	-0.064	-229.425	1.0317	229.489	-0.6702	-0.7844
245^*	0.5819	0.86669	8.321	-130.749	0.5043	122.428	-0.2704	0.4257
V_2	1.1339	1.02643	-1.428	-299.021	1.1639	300.449	0.5868	-1.0034
$2N_3$	0.7897	1.02643	-1.428	-170.520	0.8106	171.948	-0.8026	0.1135
ϵ_2	0.2303	1.02721	-0.904	-159.830	0.2366	160.734	-0.2234	0.0781
235^*	0.1595	0.86669	8.321	-61.153	0.1382	52.832	0.0835	0.1101
255^*	0.0876	1.15689	5.386	-59.080	0.1013	53.694	0.0600	0.0816
K_2	3.9460	0.81654	-12.511	232.361	3.2221	140.150	-2.4737	2.0647
λ_2	0.2298	1.02643	-1.428	-140.404	0.2359	141.832	-0.1855	0.1458
L_2	0.8814	0.93947	7.748	-199.309	0.8278	191.561	-0.8110	-0.1659
T_2	0.8487	1.00000	0.000	-58.892	0.8487	58.892	0.4385	0.7297
η_2	0.2207	0.73964	-20.213	162.705	0.1632	217.448	-0.1206	-0.0862
265^*	0.5372	0.91815	-10.329	-128.676	0.4932	130.005	-0.3723	0.3235

Les deux dernières colonnes de la table 4 renferment les valeurs u_T et v_T qui, ayant été substituées dans les formules (19) donnent la possibilité de calculer les valeurs théoriques des coefficients

$$A'_T = - 30.063 \cdot 2.9700 + 3.322.5.3626 + \dots = \\ = + 905.792 ;$$

$$B'_T = - 3.619.2.9700 - 30.558.5.3626 + \dots = \\ = - 721.185$$

d'où nous déduisons par les formules analogues (11)

$$R'_T = 1157.829, \quad \zeta'_T = 321^\circ.473.$$

En effectuant de la façon habituelle (21) la comparaison de "l'observation" avec la "théorie", nous obtenons :

$$\delta = 0.99531, \quad \chi = + 0^\circ 083$$

On constate que la valeur du facteur δ est proche de l'unité et le retard de phase χ presque égal à zéro. Ce résultat doit être considéré comme bon. Il pourrait encore être meilleur s'il n'y avait pas une circonstance sur laquelle il convient d'attirer l'attention. Les constantes équatoriales $(H_g)_0$ tirées du travail [2], utilisées pour le calcul des valeurs théoriques des ondes semi-diurnes sont obtenues sur la base des nouvelles valeurs des constantes astronomiques [4,5]. Quant aux ordonnées de contrôle $(\eta_g)_t$ elles ont été calculées par M.V. Kramer [3] avec les valeurs $G = 26248 \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}^2}$ et $\Gamma = 0,45977$ basées sur les anciennes valeurs des constantes astrono-

miques. Ainsi pour obtenir pour la série de contrôle les valeurs δ et χ caractérisant plus sûrement la précision du schéma d'analyse proposé, il faudrait que nous introduisions dans les valeurs δ et χ obtenues de petites corrections les réduisant au système des anciennes valeurs G et Γ utilisées par M.V. Kramer. Après avoir effectué d'une façon correspondante le calcul de la valeur théorique de l'onde totale semi-diurne, nous avons obtenu pour la série de contrôle réduite

$$\delta = 0.99619, \quad \chi = + 0^\circ 058$$

Le résultat s'améliore sensiblement. La petite valeur des écarts des valeurs de contrôle δ et χ de la norme témoigne de la précision suffisante et de la sûreté du schéma d'analyse proposé.

Pour être sûrs de la conclusion tirée, nous avons encore réduit 15 séries composées des mêmes données théoriques [3]. Les époques initiales t_0 de ces séries sont prises à 0h T.U. le 31-1-1962, le 1-II-1962, le 2-II-1962 etc... avec un écart d'un jour. Les résultats de la réduction sont donnés à la figure 2 où l'erreur $\Delta\delta = (\delta - 1)$ en pourcents est représentée par une ligne continue et le retard de phase χ par une ligne pointillée.

Les erreurs mises en évidence ont, comme on le voit sur la figure 2, un caractère de pulsations avec une période instable de sept à neuf jours. La valeur de ces pulsations ne dépasse pas 0,5 % en amplitude et 0'3 en phase. Sans risque de commettre une grande erreur, on peut adopter ces limites pour la précision du schéma d'analyse d'une série isolée de trois jours. Si on réduit quelques séries de trois jours, la moyenne des résultats obtenus diminuera l'effet de l'imperfection du calcul des harmoniques de marées semi-diurnes (dans le schéma de trois jours on tient compte de 66 de ces harmoniques). Ainsi, dans notre exemple la moyenne des 15 résultats de départ lors de la construction des graphiques de la figure 2, donne :

$$\Delta\delta_{\text{moy}} = 0,134 \% , \quad \chi_{\text{moy}} = + 0^{\circ}022.$$

On peut en conclure que dans la réduction de quelques séries de trois jours et la moyenne des résultats obtenus, le schéma proposé garantit l'élimination de l'effet du calcul incomplet des harmoniques de marées avec une précision de quelques dixièmes de pourcent.

En ce qui concerne l'influence des erreurs des ordonnées sur le résultat définitif, le calcul a montré que dans le schéma de trois jours, l'erreur accidentelle ϵ_{η} des ordonnées de départ et l'erreur de l'amplitude moyenne ϵ_R de l'onde totale semi-diurne sont reliées entre-elles par le rapport d'approximation :

$$\epsilon_R \approx 0,16 \epsilon_{\eta}$$

Les avantages de ce rapport sont évidents. Il est à peu près le même que dans certains schémas d'analyse d'une série mensuelle.

Dans la réduction de courtes séries d'observations par des séries de trois jours il est souhaitable de faire des déplacements de deux jours. Cet intervalle entre les époques initiales des séries séparées garantit un poids égal dans l'utilisation de toutes les ordonnées réduites et conserve d'autre part l'indépendance des résultats contigus à un niveau acceptable.

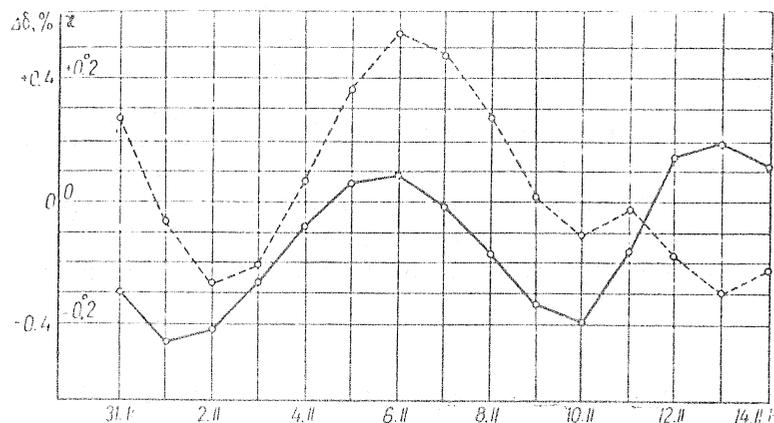


Fig. 2. Graphiques de la variation des valeurs de contrôle de $\Delta\delta$ (ligne continue) et χ (ligne pointillée) lors du déplacement régulier du début de la série d'un jour.

Pour vérifier la stabilité du résultat sur un court intervalle on a encore effectué 11 analyses : une à 23h30 le 30-I-1962 et dix à 1h - 10h le 31-I-1962. Les valeurs obtenues δ et χ ainsi que les valeurs analogues trouvées précédemment à 0h le 31-I-1962 et à 11h le 31-I-1962 sont données à la figure 3 sous forme de deux courbes caractérisant l'évolution des valeurs de contrôle $\Delta\delta$ et χ sur un intervalle de 13 heures pour un déplacement du début de la série de 1 heure.

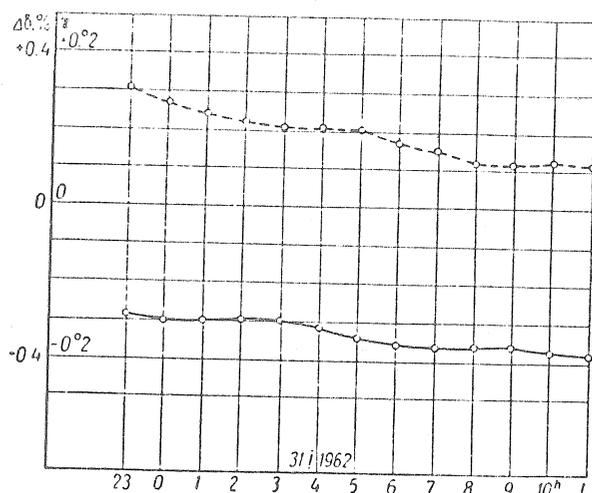


Fig. 3. Graphiques de la variation des valeurs de contrôle de $\Delta\delta$ (ligne continue) et χ (ligne pointillée) lors du déplacement régulier du début de la série d'une heure.

Le caractère de variation des courbes sur la figure 3 montre que les résultats obtenus d'après le schéma ne sont pratiquement pas soumis à des pulsations à courte période. Les pulsations à peine sensibles, dont l'amplitude est de l'ordre de 0,02 % et la période de 6 heures, peuvent ne pas être prises en ligne de compte à cause de leur insignifiance.

CONCLUSION

Le schéma proposé ouvre la possibilité d'inclure dans la réduction des parties d'enregistrement non employés précédemment d'une durée allant de trois à vingt-neuf jours. En joignant les schémas d'analyse de 30 jours et de 3 jours on peut maintenant utiliser pratiquement toutes les données d'observations obtenues dans les stations de marées terrestres. Les résultats obtenus à l'aide du schéma de trois jours, au niveau de leur altération par les erreurs accidentelles des ordonnées de départ le cèdent de peu aux résultats de la détermination des ondes semi-diurnes pour une série mensuelle.

Il n'y a qu'un point faible dans les valeurs γ (ou δ) et χ obtenues pour une série de trois jours, c'est qu'elles caractérisent non pas une onde quelconque mais toute la marée terrestre semi-diurne en entier. Cependant cette circonstance n'aurait une certaine importance que dans le cas où les caractéristiques de la marée terrestre pour les ondes semi-diurnes séparées différeraient sensiblement entre-elles. Cependant ni les résultats des observations ni les recherches théoriques n'indiquent une telle différence. Cela donne une raison de considérer le résultat de

la série de trois jours comme représentatif et de le comparer dans les conditions connues avec le résultat basé sur la détermination de l'onde M_2 pour une série mensuelle.

Les possibilités offertes par le schéma d'analyse d'une série de trois jours pour la détermination de la marée terrestre semi-diurne peuvent être utilisées avec succès lors de l'exécution de recherches de la structure de bloc de l'écorce terrestre d'après les données d'observation des inclinaisons de marées quand il faut obtenir des valeurs sûres de γ et χ en beaucoup de points de la surface de la Terre pour des courtes séries d'observations. Des recherches de ce genre offrent de bonnes perspectives.

En conclusion l'auteur se fait un agréable devoir de remercier Y.D. Bogdane, E.A. Slavinskaïa, E.Y. Evtouchenko et N.P. Kraviets qui ont effectué une quantité importante de calculs.

BIBLIOGRAPHIE

1. B.P. PERTSEV

Détermination de δ et $\Delta\phi$ des ondes semi-diurnes d'après des observations de deux jours des marées terrestres.

Publ. "Etude des marées terrestres" N° 3 (série "Résultats A.G.I. Gravimétrie") Edit. Ac. des Sc. U.R.S.S. M. 1963 pp. 83-87.

B.I.M. N° 37 pp. 1247-1251 1964.

2. P.S. MATVEYEV

Analyse harmonique d'une série mensuelle d'observations des marées terrestres

Publ. "Marées terrestres" Kiev 1966.

3. M.V. KRAMER

Tables des variations de marées de la force de pesanteur provenant de la Lune et du Soleil pour la Terre absolument rigide en 1962.

Edit. interministérielle du Comité de Géophysique au Présidium de l'Ac. des Sc. d'U.R.S.S. M., 1962.

4. P. MELCHIOR

Le nouveau système des constantes astronomiques.

Marées Terrestres Bull. d'Inform. N° 38 (1964), 1362.

5. W. FRICKE, D. BROUWER, J. KOVALEVSKY, A. MIKHAILOV, G. WILKINS

Report to the executive Committee of the Working Group on the system of Astronomical Constants.

U.A.I. Draft Reports, Hamburg, 1964, pp. XLIX - LIV.

Traduction

VARIATIONS DE LA FORCE DE PESANTEUR POUR DES SERIES DE TROIS JOURS
D'OBSERVATIONS A SIMFEROPOL.

P. S. Korba

Acad. Sc. R.S.S. d'Ukraine Observ. Grav. de Poltava Inst. Géoph. de la RSS d'Ukraine Kiev 1966.

ВАРИАЦИИ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ ПО ТРЕХСУТОЧНЫМ РЯДАМ
НАБЛЮДЕНИЙ В СИМФЕРОПОЛЕ.

П. С. Корба.

Ак. Наук УССР. Полтавская Гравиметрическая Обсерватория
Института Геофизики АН УССР Киев - 1966.

Nous donnons dans ce travail les résultats préliminaires des observations des marées de la pesanteur obtenus pour des séries courtes d'observations à la station sismique "Simféropol" de l'Institut de Physique de la Terre de l'Académie des Sciences d'URSS. La station sismique est située dans la partie de la ville construite sur une élévation calcaire rocheuse à 150 m au sud de l'escarpement et à la profondeur de 20 à 25 m. En bas de l'escarpement coule le fleuve Salgir et il y a un trafic intense. A 200 m à l'ouest de la station sismique se trouve une ligne de tramway.

Au début on s'est proposé d'effectuer un an d'observations dans une galerie de la station sismique située du côté du Salgir. La salle (surface générale d'environ 16 m²) se trouve à 45 m de l'entrée dans la galerie et est contiguë à son puits avec un petit tambour. Près de l'entrée dans la galerie il y a une porte massive hermétique. Des deux côtés du tambour se trouvent aussi des portes qui assurent une meilleure constance du régime de chaleur. Les variations journalières de la température dans la salle, dont la valeur est de 12° C, ne dépassent pas quelques centièmes de degré et l'humidité ne descend pas plus bas que 90 %.

L'enregistrement dans cette galerie a commencé en août 1964 avec le gravimètre Askania GS - II N° 159. L'appareil et le galvanomètre enregistreur ont été installés directement sur le sol en ciment de la salle. L'enregistrement a été effectué par un procédé photographique sur papier oscillographique d'une largeur de 28 cm, car l'enregistreur Bruno-Lange joint au gravimètre introduit dans l'enregistrement des altérations supplémentaires [1]. La vitesse horaire du mouvement du papier photographique était de 6 mm/heure et la feuille était changée tous les deux jours. Les lignes transversales, représentation de la fente du châssis par une illumination de courte durée (environ 20 sec.) par des ampoules de trois volts au moment du contact de l'horloge, ont servi de marques horaires. Sur les bords de la fente deux cavités donnent sur le papier photographique des images utilisées à titre zéro pour les mesures. Pour contrôler les marques de temps on a adapté un contact supplémentaire qui se ferme deux fois par jour.

La température de thermostatisation du gravimètre a été choisie égale à 35° C. Le thermostat extérieur a fonctionné au régime III et le thermostat intérieur au régime I. Le courant sur le thermostat de l'appareil a été amené d'un accumulateur HNH - 100 branché en tampon avec un redresseur BCA - 5. La lampe pour l'illumination du photoélément du gravimètre était alimentée par deux accumulateurs branchés successivement HKH - 45 (24 volts) en série avec le stabilisateur en 6 volts fourni par la firme. La capacité des accumulateurs suffit pour une semaine de travail, après quoi on les remplace par des accumulateurs rechargés ; ce qui provoque une certaine perturbation de l'enregistrement. Après environ une demi-heure l'enregistrement est tout à fait rétabli.

Les champs extérieurs électriques et magnétiques pouvant exercer une influence sur le fonctionnement du gravimètre et du galvanomètre, les pôles négatifs du stabilisateur de 6 volts, des batteries, le corps du gravimètre et une vis de serrage du galvanomètre ont été mis à la terre sur le blindage métallique du câble souterrain reliant le bâtiment de la station sismique à la galerie.

Ces enregistrements dans la galerie présentent de grandes altérations provoquées apparemment par le trafic sur la route qui passe à 40 m et se trouve à peu près au même niveau que la salle. Au moment de trafic intense (habituellement l'après-midi) l'enregistrement est fortement déformé, il y a des écarts atteignant parfois 5-6 mm alors que pendant la nuit ils sont insignifiants.

Pour cette raison et à cause de la grande humidité qui agit sur le galvanomètre enregistreur, le gravimètre a été installé, en décembre 1964, dans la station sismique à côté des séismographes où les conditions d'observations sont nettement meilleures.

La salle des appareils se trouve dans le local du sous-sol dans la partie nord du bâtiment de la station sismique construite en terrain calcaire. La cave de la station est à faible profondeur et une partie sort au-dessus de la surface libre sur 1,0 - 0,5 m, l'épaisseur des murs extérieurs est de 80 cm. La surface générale de la salle des appareils est d'environ 35 m². Bien que la cave soit chauffée, (il y a une batterie de chauffage central à eau) la température du local subit des variations journalières maximales de 0,5. L'humidité du local ne dépasse pas 80 %. L'entrée dans la salle des appareils se trouve à l'intérieur du bâtiment ce qui diminue les variations journalières de la température.

Le gravimètre est placé sur un socle en béton de 150 x 150 x 80 cm, qui se trouve du côté opposé de la batterie de chauffage, il est isolé du sol et se trouve sur terrain limoneux. La température de thermostatisation de l'appareil était de 40° C, le thermostat extérieur fonctionnait au régime II et le thermostat intérieur au régime I comme dans le cas précédent.

Le galvanomètre et l'enregistreur sont installés sur un socle voisin (60 x 80 cm, hauteur 70 cm) qui se trouve sous l'escalier de l'entrée dans la salle des appareils et est relié avec le sol de ciment. L'endroit de l'enregistrement est séparé du local des appareils par une cloison. La température de la salle était inscrite sur le même enregistreur par un thermomètre à résistance [9] et la pression atmosphérique était enregistrée séparément par un barographe.

L'alimentation du gravimètre a été modifiée. La tension sur la lampe qui illumine le photoélément est fournie par le réseau urbain par l'intermédiaire du redresseur-stabilisateur semi-conducteur joint au gravimètre.

En tampon sur le circuit alimentant le thermostat on a branché deux accumulateurs HHI-100 reliés en parallèle, et la lampe du collimateur du galvanomètre extérieur et les ampoules de l'enregistreur photographique sont alimentées par le réseau par l'intermédiaire du redresseur K - 6/3a.

Lors d'une nouvelle détermination on a obtenu les valeurs suivantes des constantes du galvanomètre : constante en courant $C_1 = 2.6 \times 10^{-11}$ a/mm/m, résistance intérieure $R_i = 6.5$ Kohm, résistance critique extérieure $R_c = 0.7$ Mohm, période des oscillations libres $T_0 = 6,1$ sec. Puisque le fil de suspension remplacé avait les mêmes caractéristiques que celui de la firme, ces valeurs des constantes coïncident presque avec les données initiales (à l'exception de R_a qui était deux fois plus grand).

L'étalonnage de l'appareil a été réalisé à l'aide de la bille aux deux points d'observation. Pour les valeurs différentes choisies pour la température on a obtenu deux valeurs de division de l'échelle de l'appareil en milligals qui coïncident presque entre-elles (7.101 ± 0.006 et 7.104 ± 0.004)

L'étalonnage de l'enregistrement a été déterminé en moyenne tous les 7 ou 10 jours. Il a été effectué aussi bien par des écarts séparés que par des écarts triples faits après 0.5 - 0.7 h. On a effectué deux fois la mesure des courbes et on a pris la moyenne pour la réduction. La divergence des ordonnées mesurées ne dépassait pas 0.5 mm. Au moment des tempêtes micro-séismiques, l'enregistrement a été un peu altéré, ce qui a provoqué certaines difficultés lors des mesures. Ainsi par exemple, des microséismes d'amplitude verticale de 5μ le niveau des oscillations a augmenté jusqu'à 25 - 3 mm alors qu'en temps "calme" il est de 1.5 - 2 mm et est déterminé principalement par le fonctionnement du thermostat.

Les lacunes et aussi les sauts dans les enregistrements ont été corrigés par les combinaisons proposées dans le travail [13]. Le nombre des ordonnées interpolées dans les séries réduites était de 12 pour les données dans la galerie et de 14 pour les données dans la salle des appareils. Le nombre des ordonnées interpolées consécutivement ne dépassait pas trois dans toutes les données réduites.

L'analyse harmonique des données d'observation a été faite pour des séries de trois jours [7]. On a réduit en tout 21 séries dont 10 se rapportent à l'enregistrement du gravimètre dans la galerie. Les données de ces dix séries ont été obtenues avec des interruptions au cours d'août et septembre 1964. L'autre partie de l'enregistrement obtenue dans la galerie a été considérée comme non satisfaisante et n'a pas été soumise à l'analyse harmonique. On a réduit également les résultats des premières observations dans la salle des appareils de la station séismique se rapportant à la période allant du 17.XII.1964 au 13.I.1965. Ces données ont été partagées en 11 séries et ont été réduites comme la partie des données de la galerie avec un déplacement de l'heure centrale de la série de deux jours.

La valeur de la sensibilité présente une grande dispersion. Cela a été noté également par d'autres auteurs [2, 4]. Les données des observations ont été réduites avec une sensibilité moyenne calculée d'après l'écart entre les observations dans la galerie et dans la salle (1 mm d'enregistrement sur la bande était respectivement de 3.55 ± 0.09 et $3.69 \pm 0.05 \mu\text{gal}$).

On a introduit dans la phase observée de la marée terrestre la correction due au retard instrumental dont la valeur est d'environ 2.5 min. Les résultats de l'analyse sont donnés dans la table. Pour δ , on a pris la moyenne vectorielle [6].

Résultats de l'analyse harmonique

Galeries			Salle		
Date du début de la série	δ	χ	Date du début de la série	δ	χ
2.VIII 1964	1.048	+ 2°.1	17.XII 1964	1.304	+ 0°.7
6.VIII	1.176	+ 0°.5	19.XII	1.231	- 7°.6
9.VIII	1.168	+ 1°.2	21.XII	1.214	- 5°.2
4.IX	1.207	- 0°.6	23.XII	1.149	- 7°.5
6.IX	1.273	- 0°.8	27.XII	1.203	+ 9°.1
10.IX	1.211	- 11°.9	31.XII	1.244	+ 3°.0
14.IX	0.907	- 12°.2	2.I 1965	1.260	+ 2°.0
16.IX	1.196	+ 14°.2	4.I	1.271	- 3°.9
22.IX	1.308	+ 3°.9	6.I	1.423	- 2°.2
24.IX	1.144	+ 0°.9	8.I	1.048	- 9°.9
			10.I 1965	0.983	+ 2°.7
Moyen. vect.	1.185	+ 0°.02	Moyen. vect.	1.207	- 1°.64
Err. quadr. moyenne	± 0.022	$\pm 1°.09$	Err. quadr. moyenne	± 0.015	$\pm 0°.69$

Remarque . Le signe plus pour χ correspond au retard de la marée terrestre observée par rapport à la marée théorique.

L'estimation de la précision de la valeur moyenne vectorielle δ a été faite d'après l'allure intrinsèque des résultats des séries séparées [6], elle ne peut pas être considérée comme tout à fait rigoureuse puisque les séries se recouvrent et ne sont pas indépendantes. Sa concordance avec les valeurs obtenues pour les séries mensuelles pourrait servir de critère de validité du résultat. Cette comparaison ne peut être effectuée puisque jusqu'à présent les séries mensuelles d'observations à la station "Simféropol" ne sont pas encore réduites. Cependant, il faut noter que les résultats moyens de 10 à 15 séries clinométriques de marées réduites d'après des schémas de deux jours [10] et de trois jours [1,5] d'analyse harmonique coïncident assez bien avec les résultats obtenus pour des séries mensuelles. Compte tenu de cela et considérant que les marées dans le bassin de la mer Noire sont faibles [8], on peut conclure que δ à la station "Simféropol" ne s'écarte pas sensiblement des valeurs obtenues dans les autres stations du continent européen [4, 12].

En conclusion l'auteur se fait un devoir agréable d'exprimer ses remerciements à Z.N. Aksentieva, N.F. Kostina, S.K. Novak et A.D. Pougatsevitch pour leur collaboration et leur aide dans l'exécution de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

1. Y.D. BOGDAN, P.S. MATVEYEV
Résultats préliminaires des observations clinométriques à Darievka
Marées terrestres Kiev - 1966

2. You. S. DOBROCHOTOV, B.D. BELIKOV, M.V. KRAMER, B.P. PERTSEV
Observations des variations de marées de l'accélération de la force de pesanteur à Poulkovo en 1958.
"Recherches gravimétriques" N° 1, série AGI Ed. Ac. des Sc. URSS M. 1960.

3. You. S. DOBROCHOTOV, B.D. BELIKOV, Jan CHOUE-DSE, S. You BIN-LIN
Variations de marées de la force de pesanteur à Landschoï en 1959.
*"Etude des marées terrestres" N° 2 série AGI Ed. Ac. des Sc. URSS M. 1961
BIM N° 40 pp. 1446 - 1454, 1965.*

4. Y.A. DITCHKO
Organisation et quelques résultats des observations des variations de la force de pesanteur avec le gravimètre GS-11 à Poltava.
*Trav. de l'obs. gr. de Poltava. T. 12 Ed. Ac. des Sc. d'Ukraine K. 1963.
BIM N° 42 pp. 1567-1580 1965.*

5. E.Y. EVTOUCHENKO
Résultats des observations clinométriques à Donbasse en 1960.
*"Marées Terrestres" Kiev 1966.
BIM N° 48 pp. 2066-2069 1967.*

6. P.S. MATVEYEV
Remarques sur la moyennisation des résultats de l'analyse harmonique des marées terrestres.
*Trav. de l'obs. gr. de Poltava. T. 12 Edit. Ac. des Sc. d'Ukraine K. 1963
BIM N° 35, pp. 1142-1149 1964.*

7. P.S. MATVEYEV
Analyse harmonique d'une série de trois jours d'observations de marées terrestres.
*"Marées terrestres" Kiev 1966.
BIM N° 48 pp. 2070-2083 1967.*

8. A. Ya. ORLOV
Travaux choisis
T. 3 Edit. Ac. des Sc. d'Ukraine, K. 1961 pages 137-162.

9. A.E. OSTROVSKII
Clinomètre avec enregistreur photoélectrique.
"Etude des marées terrestres" N° 2 série AGI, Edit. Ac. des Sc. d'URSS M. 1961

10. A.E. OSTROVSKII, S.M. FANDIOUCHINA
Inclinaisons de marées pour des séries de deux jours d'observations.
"Etude des marées terrestres" "Naouka", 1964.

11. M. BONATZ
Untersuchungen eines systematischen Fehler der Erdgezeitenregistriereinrichtung zum Askania-Gravimeter GS-11.
BIM, N° 38, 1964

12. P. MELCHIOR
Catalogue général des résultats des analyses harmoniques mensuelles d'observations de Marées Terrestres au décembre 1962, Bruxelles 1963.

13. R. LECOLAZET
Sur la reconstitution des observations par interpolation.
Com. de l'Obs. Roy. de Belgique, N° 188, s.g. 58, 1961.

SUR L'APPLICATION D'UNE METHODE POUR L'ANALYSE DES MAREES TERRESTRES A PARTIR D'ENREGISTREMENTS DE LONGUEURS ARBITRAIRES

A. P. Venedikov () et P. Pâquet (**)*

(*) Institut de Géophysique, Académie des Sciences de Bulgarie

(**) Observatoire Royal de Belgique

Une nouvelle méthode d'analyse harmonique [1] des enregistrements des marées terrestres comportant des interruptions a récemment été proposée par l'un de nous. Elle a été utilisée par P. Melchior [2] pour de nombreuses analyses de longues séries ; les résultats obtenus sont d'une importance évidente. Ceci nous permet de supposer que d'autres auteurs peuvent s'intéresser à son application ; cet article est rédigé comme un complément à [1] et traite avec plus de détails des questions pratiques.

Cette méthode demande de constituer 2 programmes ; les résultats du premier sont utilisés comme données du second et conservés comme une bibliothèque des observations ; ce programme étant simple nous indiquons les grandes lignes de son élaboration. Le second est plus complexe et nous en donnons une copie analogue à celle utilisée à l'Observatoire Royal de Belgique.

Pour l'utilisation de cet article il est nécessaire de disposer de [1] et des ouvrages de Lecolazet [3, 4].

1. PREPARATION DES DONNEES D'OBSERVATION

De l'enregistrement brut, sans élimination préalable de la dérive, nous prenons tous les intervalles de 48 lectures horaires consécutives; à l'intérieur d'un intervalle de 48 lectures il faut éliminer les perturbations telles que les déplacements de courbe par exemple. Si la suite des données à analyser ne présente pas de perturbations, on ne perd aucune lecture entre deux intervalles ; cependant il faut remarquer que l'on peut abandonner certaines parties de l'enregistrement présentant des anomalies et étudier, dans une même analyse, des intervalles de 48 heures séparés dans le temps par un intervalle de longueur arbitraire.

Nous désignons par n le nombre des intervalles, par $l_{i,t}$ ($t = -23.5, -22.5, \dots +23.5$) les lectures appartenant à l'intervalle i , par L_i l'ensemble de ces lectures.

2. APPLICATION DES FILTRES JOURNALIERS.

Dans la première étape du calcul, chaque L_i est traité séparément par les filtres journaliers qui éliminent la dérive et une constante arbitraire. Ceci permet, éventuellement, de choisir spécialement pour chaque L_i la ligne de zéro, qui ne doit pas être nécessairement perpendiculaire aux marques horaires : si cette ligne de référence est voisine de la courbe enregistrée les ordonnées seront petites et réduiront l'effet de la déformation du papier enregistreur.

Un programme applique sur chaque L_i 4 filtres dont les coefficients sont désignés par

$$C_t^{(1)}, S_t^{(1)}, C_t^{(2)}, S_t^{(2)} \text{ où } t = -23.5, -22.5, \dots, +23.5 : [1, \text{tableau II}].$$

On calcule de cette manière des quantités M_i^ν et N_i^ν par les relations

$$M_i^\nu = \sum_{t=-23.5}^{+23.5} C_t^{(\nu)} \cdot l_{i,t}$$

(1) et

$$N_i^\nu = \sum_{t=-23.5}^{+23.5} S_t^{(\nu)} \cdot l_{i,t}$$

où l'indice $i = 1, 2, \dots, n$ est relatif à l'ordre de l'intervalle, tandis que $\nu = 1$ ou 2 .

En ce qui concerne les propriétés et l'élaboration de ces filtres nous renvoyons le lecteur à [1] et [5].

Normalement les lectures $l_{i,t}$ sont exprimées en millimètres et ce programme doit prévoir les déterminations de la sensibilité pour obtenir à la sortie des quantités M_i^ν, N_i^ν exprimées dans l'unité du phénomène observé.

Au Centre International des Marées Terrestres on applique l'étalonnage sur les M_i^ν, N_i^ν plutôt que sur chaque $l_{i,t}$: en général, les sensibilités sont suffisamment stables pour se permettre cette simplification.

De l'application des filtres journaliers sur un intervalle L_i il résulte 4 nombres :

M_i^1, N_i^1 qui sont relatifs aux ondes diurnes

M_i^2, N_i^2 qui sont relatifs aux ondes semi-diurnes :

afin d'exploiter ces résultats par le programme dont nous donnons copie par ailleurs il convient de joindre à chaque couple (M_1^V, N_1^V) un indicatif qui comprend le numéro de l'instrument, l'année, le mois, le jour et l'heure du 25^{ème} élément de la suite $I_{1,t}$.

Si on traite un intervalle dont le premier élément est du 29 mars 1963 à 00^h, le dernier élément est du 30 mars à 23^h : si ces éléments sont relatifs à l'instrument E.W. N° 44, l'indicatif perforé dans les colonnes 70 à 80 sera

63 244 033 000

dont les éléments successifs correspondent à

l'année : 63, type d'instrument 2 et numéro 44, mois : 03, jour : 30, heure : 00.

Chaque intervalle de 48 heures donne lieu à 2 cartes résultats :

1^{ère} carte : indice 1, M_1^1 , N_1^1 , indicatif

2^{ème} " : indice 2, M_1^2 , N_1^2 , indicatif ;

l'indice 1 ou 2 est perforé en colonne 2 ; les M_1 , N_1 sont respectivement perforés dans les colonnes 27 à 40 et 42 à 55.

Si on donne n intervalles L_1 , il y a $2n$ cartes à la sortie que l'on sépare en deux groupes : un groupe relatif aux ondes diurnes (indice 1), un groupe relatif aux ondes semi-diurnes (indice 2).

3. ANALYSE DES M_1, N_1 .

A. Le programme dont nous donnons copie exploite les (M_1, N_1) et calcule les rapports δ_k entre les amplitudes observées et théoriques ainsi que les différences κ_k entre les phases observées et théoriques pour quelques groupes d'ondes. Le nombre de groupes d'ondes pris en considération dépend de la longueur de l'enregistrement ; ces groupes sont donnés dans [1, tableaux VI, VII, VIII].

Pour la commodité des explications nous introduisons quelques conventions que nous utilisons plus loin :

p le nombre de groupes que nous formons des m ondes ;

δ_k est le rapport : amplitude observée / amplitude théorique ,

κ_k est la différence : phase observée - phase théorique ,

du groupe k ; la valeur de l'indice j [1, tableaux IV, V] de la première onde du groupe k est désignée par α_k et celui de la dernière onde du même groupe est désigné par β_k [1, tableaux VI, VII, VIII].

B. CALCUL DES PHASES ET DES AMPLITUDES THEORIQUES

Comme on peut le voir à partir de [1] il faut calculer des quantités

$$h_j \cos \phi_j(T_1) \quad \text{et} \quad h_j \sin \phi_j(T_1)$$

pour toutes les époques centrales T_1 des n intervalles L_1 ; h_j est l'amplitude théorique et ϕ_j est la phase théorique de l'onde de marée j à l'époque T_1 . Pour les ondes diurnes et semi-diurnes on tient compte respectivement des 52 et 27 ondes du développement harmonique de Doodson.

Pour ce calcul nous devons disposer des valeurs astronomiques

$$r, s, h, p, n', p_1$$

données par les formules de Brown [3, p 161] ; à partir de ces valeurs on peut calculer les phases $\phi_j(T_1)$ suivant les indications et les tableaux donnés par Lecolazet en [3] pour les observations gravimétriques et en [4] pour les observations clinométriques.

En outre, pour le calcul des amplitudes théoriques h_j nous devons disposer des coefficients géodésiques : Lecolazet donne dans [3, § 6] et [4, § 8] les expressions de ces coefficients respectivement pour des observations gravimétriques et clinométriques. Les coefficients d'amplitude X_j sont donnés dans [3, tableau VII et VIII] pour la composante verticale. Les valeurs de X_j pour les composantes horizontales sont identiques aux valeurs de la composante verticale en ce qui concerne les ondes diurnes. Pour obtenir les coefficients d'amplitude des ondes semi-diurnes il faut multiplier par deux les valeurs X_j de la composante verticale sauf les ondes

$$235\ 655, 245\ 555 \text{ et } 265\ 555$$

qu'il faut multiplier par 569/427.

Il faut appliquer aux amplitudes théoriques les facteurs d'amplification c_j et s_j des filtres journaliers C et S . On peut les trouver dans [1, tableau II]

C. CONSTITUTION DES EQUATIONS NORMALES

Cette partie a pour but de constituer les équations d'observation qui lient les valeurs (M_i, N_i) $i = 1 \dots n$; ensuite par la méthode des moindres carrés il faut composer les équations normales, les résoudre et déterminer les erreurs quadratiques moyennes ; la résolution se fait en deux cycles : le premier traite complètement les ondes diurnes (M_1^1, N_1^1) , le second les ondes semi-diurnes (M_1^2, N_1^2) .

Le programme calcule des expressions de la forme

$$(1) \quad \begin{aligned} a_{i,k} &= \sum_{j=\alpha_k}^{\beta_k} c_j h_j \cos \phi_j (T_i) , & a_{i,k+p} &= \sum_{j=\alpha_k}^{\beta_k} c_j h_j \sin \phi_j (T_i) , \\ b_{i,k} &= - \sum_{j=\alpha_k}^{\beta_k} s_j h_j \sin \phi_j (T_i) , & b_{i,k+p} &= \sum_{j=\alpha_k}^{\beta_k} s_j h_j \cos \phi_j (T_i) . \end{aligned}$$

Ces coefficients sont utilisés pour construire les équations d'observation

$$(2) \quad \begin{aligned} M_i &= \sum_{k=1}^p (a_{i,k} \xi_k + a_{i,k+p} \eta_k) \\ N_i &= \sum_{k=1}^p (b_{i,k} \xi_k + b_{i,k+p} \eta_k) \end{aligned}$$

où $\xi_k = \delta_k \cos \kappa_k$ et $\eta_k = -\delta_k \sin \kappa_k$ sont des inconnues

On calcule ensuite les éléments de la matrice $A_{q,1}^{(1)}$ d'ordre $(2p, 2p)$, le vecteur $\mu_q^{(1)}$ d'ordre $2p$ et le scalaire $\sigma^{(1)}$ par

$$(3) \quad \begin{aligned} A_{q,1}^{(1)} &= A_{q,1}^{(1-1)} + a_{i,q} a_{i,1} + b_{i,q} b_{i,1} , \\ \mu_q^{(1)} &= \mu_q^{(1-1)} + a_{i,q} M_i + b_{i,q} N_i , \\ \sigma^{(1)} &= \sigma^{(1-1)} + (M_i)^2 + (N_i)^2 \end{aligned}$$

Dans les expressions (1), (2) et (3),

- i est fixe
- k est l'indice du groupe d'ondes
- p est le nombre de groupes
- k = 1 ... p
- l = 1 ... p .. 2 p et q = 1 .. p .. 2 p.

L'ordinateur boucle sur les expressions (1) à (3) en laissant varier l'indice \underline{i} de $\underline{1}$ à \underline{n} , \underline{n} étant le nombre d'intervalles L_i .

Dès la fin de cette boucle l'ordinateur dispose de tous les éléments des équations normales pour les inconnus ξ_k et η_k . Ces équations sont de la forme

$$\mu_q^{(n)} = \sum_{i=1}^p (A_{q,i}^{(n)} \cdot \xi_k + A_{q,i+p} \cdot \eta_k)$$

Quant au scalaire $\sigma_i^{(n)}$ il est nécessaire pour la détermination des erreurs quadratiques moyennes.

D. RESOLUTION DES EQUATIONS NORMALES

Pour la résolution des équations normales on détermine la matrice $\bar{A}_{q,i}$ inverse de la matrice $A_{q,i}$.

A partir des valeurs des inconnues ξ_k et η_k , on détermine δ_k et κ_k .

E. CALCUL DES ERREURS QUADRATIQUES MOYENNES

Les erreurs quadratiques moyennes sont calculées par les expressions

$$\sigma^2 = \sigma^{(n)} - \sum_{k=1}^p (\mu_k^{(n)} \xi_k + \mu_{k+p}^{(n)} \cdot \eta_k) / (2n - 2p)$$

$$\sigma_k^2 = \bar{A}_{q,q} \cdot \sigma^2, \quad (q = 1 \dots p \dots 2p),$$

$$\sigma_1 = (\sigma_k^2 + \sigma_{k+p}^2)^{1/2}, \quad k = 1 \dots p,$$

$$\sigma_2 = \sigma_1 / \sqrt{2} \delta_k, \quad k = 1 \dots p,$$

où σ est l'erreur quadratique moyenne d'une observation c'est-à-dire propre à M_i et N_i ; σ_k et σ_{k+p} sont les e.q.m. de ξ_k et η_k respectivement, σ_1 et σ_2 sont les e.q.m. de δ_k et κ_k .

Les filtres journaliers à l'aide desquels nous calculons M_i et N_i sont normalisés et la somme des carés des coefficients est égale à 1. Si nous admettons que les erreurs des lectures horaires sont aléatoires et indépendantes nous pouvons considérer σ comme l'e.q.m. d'une lecture.

Cependant, ceci n'est guère justifié pour les enregistrements de marées terrestres. Les erreurs provenant des parties non éliminées de la dérive, nous avons des fluctuations de la sensibilité et d'autres sources d'erreurs qui sont aléatoires mais qui ne sont généralement pas indépendantes dans les lectures horaires.

Enfin, le fait qu'en [2], sans exception, l'e.q.m. d'une observation déduite des valeurs diurnes est supérieure à l'e.q.m. déduite des semi-diurnes, indique que les filtres diurnes éliminent moins bien la dérive que les filtres semi-diurnes.

4. PRESENTATION DES DONNEES.

Pour les explications qui suivent il faut se référer à l'organigramme, à l'exemple des données, à l'exemple de sortie.

A. ENTREE DE 9 CARTES MAITRESSES.

Les 3 premières cartes contiennent les noms de tous les groupes d'ondes susceptibles d'être séparés au cours de l'analyse. Ces cartes ne sont jamais modifiées quelle que soit la longueur de l'enregistrement ; le programme sélectionne les noms qu'il convient de choisir.

Carte n° 4.

La partie importante du programme consiste à calculer les éléments de la matrice $A_{a,1}$, du vecteur μ_a et le scalaire σ (formule 3) ; si on procède à l'analyse d'un enregistrement a par exemple, de nouvelles observations peuvent venir s'ajouter et constituer un enregistrement b. Pour traiter l'ensemble (a + b) on réalise une importante économie de temps "machine" si on prend la précaution de sortir à la fin de l'analyse de l'enregistrement a, la matrice A, le vecteur μ et le scalaire σ qu'il suffira de relire au moment de traiter l'enregistrement (a + b) ; on fera suivre ces données des M_1, N_1 se rapportant à b. Il y a bien-entendu une matrice A, un vecteur μ , un scalaire σ pour les ondes diurnes et des éléments analogues pour les ondes semi-diurnes.

Il faut remarquer que les longueurs l_1 et l_2 des enregistrements a et (a + b) doivent être comprises dans le même intervalle dont il est question dans [1, tableaux VI, VII, VIII].

l_1 et $l_2 < 6$ mois ou $6 \text{ mois} < l_1$ et $l_2 < 1$ an ou l_1 et $l_2 > 1$ an, car chaque fois que l'intervalle change le nombre d'inconnues est modifié et donc les dimensions de la matrice A et du vecteur μ .

La carte n° 4 contient 2 nombres E,S perforés dans les colonnes (1,2) et (3,4) ; on aura l'un ou l'autre cas :

E	S	
00	00	ni entrée, ni sortie de A, μ, σ
00	01	pas d'entrée, mais sortie de A, μ, σ
01	00	entrée, pas de sortie de A, μ, σ
01	01	entrée et sortie de A, μ, σ

Carte n° 5, relative au type d'instrument et aux coordonnées de la station.

- col. 1 - 2 : 01 gravimètre
02 pendule N-S
03 pendule E-W
- col. 3 - 12 : longitude en degrés (négative vers l'est) \pm xxx.xxx
- col. 13 - 22 : latitude en degrés \pm xx.xxx
- col. 23 - 32 : altitude en Km \pm 0.xxx
- col. 33 - 42 : la pesanteur en gals - on peut admettre $g = xxx.x = 980,0$
- col. 43 - 52 : facteur d'échelle pour la sortie des résultats :
en principe 1.0

Les quantités avec point décimal peuvent être déplacées à l'intérieur des colonnes correspondantes.

Cartes 6 et 7 : deux cartes titres lues et perforées intégralement, elles ne sont pas utilisées pour le calcul.

Cartes 8 : peut contenir un indicatif qui sera perforé dans les dernières colonnes des cartes résultats. L'indicatif est placé dans les colonnes 1-2-3-4, 12-13-14 et 16-17-18.

Dans l'exemple présenté on y trouve PHEW 44 précédé du nombre de jours (286) analysés.

Cartes 9 : dans les colonnes 1-2-3-4 on perfore un nombre n tel que

- $1 < n < 179$ si l'intervalle analysé couvre moins de 6 mois,
- $180 < n < 365$ si l'intervalle couvre plus de 6 mois et moins d'un an,
- $n > 365$ si l'intervalle couvre plus d'un an.

B. CARTES AVEC LES DONNEES D'OBSERVATION

Si à la carte n° 4 $E = 00$ (col. 1-2) :

on entre les cartes (M_i, N_i) diurnes suivies d'une carte portant dans les colonnes 1 et 2 le nombre 99 qui indiquera la fin des M_i, N_i diurnes :

si $E = 01$, on entre dans l'ordre :

la matrice A , le vecteur μ , le scalaire σ se rapportant aux ondes diurnes, les cartes (M_i, N_i) diurnes suivies d'une carte 99 comme ci-dessus.

Ces données sont suivies directement des cartes (M_i, N_i) semi-diurnes si $E = 0$: ou bien de la matrice A , du vecteur μ et, du scalaire σ relatifs aux ondes semi-diurnes et des cartes (M_i, N_i) si $E = 01$; la fin des données semi-diurnes est encore suivie d'une carte avec 99 en colonnes 1 et 2.

C. SORTIE DES RESULTATS

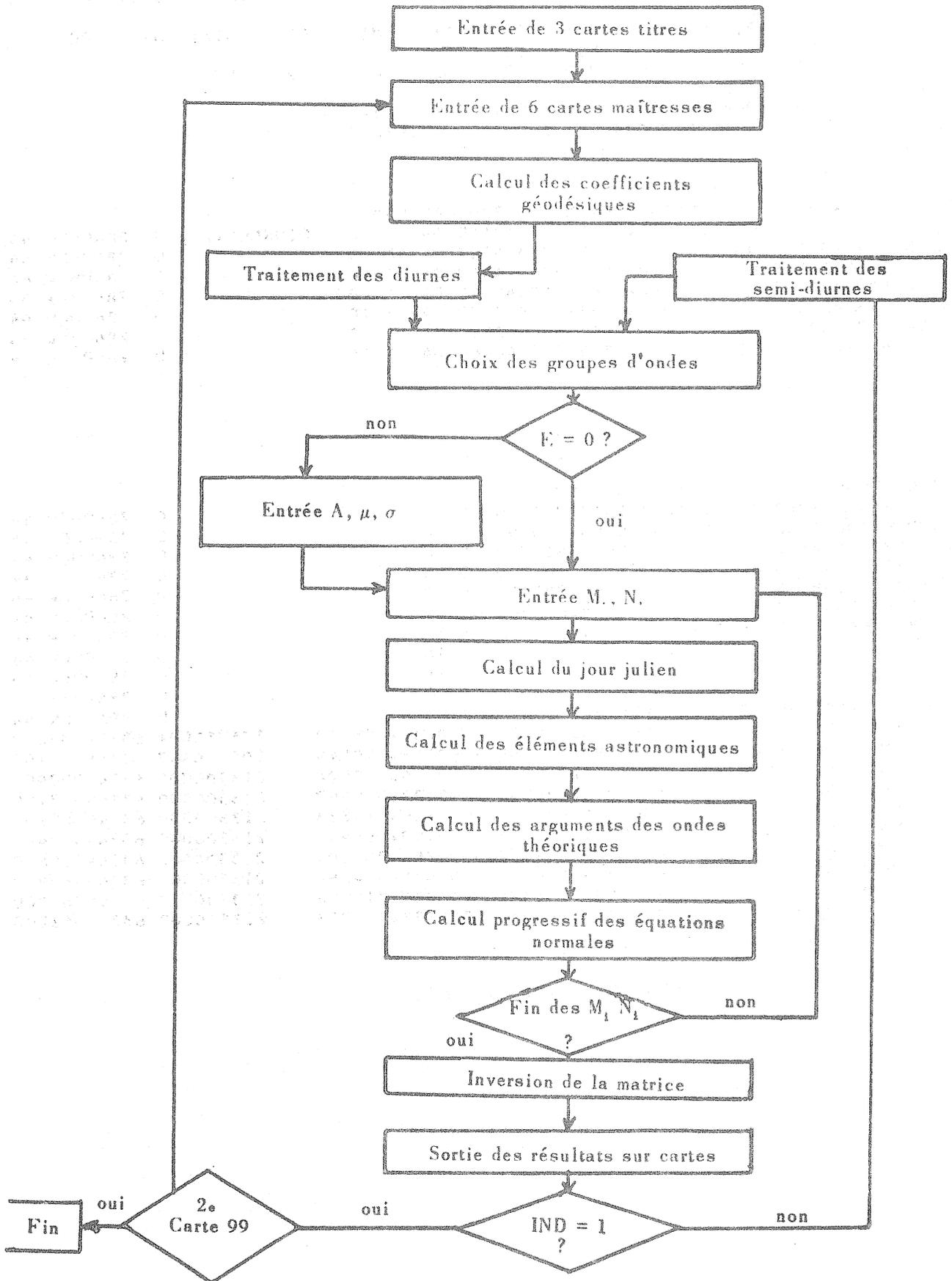
Nous présentons plus loin un exemple de sortie pour $S = 00$; si $S = 01$ les résultats diurnes sont précédés des éléments A, μ, σ et suivis des éléments analogues semi-diurnes. On sépare facilement ces résultats.

D. ANALYSE D'UNE AUTRE SERIE

Si après avoir analysé une série on présente un autre groupe de données à traiter on recommence la même présentation des cartes en commençant à la carte n° 4 (relative à l'entrée ou la sortie de A, μ, σ).

Dans l'autre cas on placera encore une carte 99 à la fin de la série analysée ; celle-ci permet à l'ordinateur de passer au travail suivant.

5. ORGANIGRAMME.



6 EXEMPLE D ENTREE SI E#01

REFERENCE POUR LE COMPTAGE DES COLONNES.

1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

ENTREEE
Q1 O1 M1 P1 S1 K1 J1 O01 Q1 O1 M1 P1 S1 K1 J1 O01
2N2 N2 M2 L2 S2K2 2N2 N2 M2 L2 S2 K2

0101
02 -15.4500 847.0667 80.20 981.0 1.0
STATION GRAZ COMPOSANTE EW AUTRICHE
47.06N 15.45E H P
PHEW VM 44
287

MATRICE A%J, Jn %400 ELEMENTS - 200 CARTESn
0.2502702510398D 06 1 1 0.5075136321244D 04 1 2 DIURNES..... D 286PHEW 44
-0.3962164443202D 04 1 3-0.2958647537486D 05 1 4 D 286PHEW 44
-0.1098169351121D 05 1 5 0.2639349606448D 04 1 6 D 286PHEW 44
0.8528839410792D 02 1 7-0.3246396064501D 02 1 8 D 286PHEW 44
-0.1494048048208D 05 1 9 0.5123146789777D 04 1 10 D 286PHEW 44
-0.1941637300311D 05 1 11 0.2491151168251D 05 1 12 D 286PHEW 44
0.5551635147144D 03 1 13 0.1313333774846D 04 1 14 D 286PHEW 44

VECTEUR B%Jn %10 CARTESn
0.1041207384824D 06 1 0.3877562375102D 07 2 D 286PHEW 44
0.4098628069696D 05 3 0.8790008630069D 06 4 D 286PHEW 44
0.8145276765883D 07 5 0.3098967361597D 05 6 D 286PHEW 44
0.1762519194264D 05 7-0.6374787470337D 05 8 D 286PHEW 44
-0.1603665115814D 07 9-0.1107340573318D 05 10 D 286PHEW 44
0.2543957884012D 06 11-0.2879084361976D 07 12 D 286PHEW 44
0.1089198690481D 05 13-0.2653581063065D 05 14 D 286PHEW 44
0. 15 0. 16 D 286PHEW 44
0. 17 0. 18 D 286PHEW 44
0. 19 0. 20 D 286PHEW 44

%SCALAIRE n
0.1095911215389D 08
1 0002 0002.00 8000096.078901 -000219.288650 106750001 63244033000
1 0003 0004.00 8000180.030088 -000105.779843 105716667 63244040100
1 0004 0062.00 8000104.571685 -000316.055824 213300000 63244052900
1 0005 0064.00 8000098.386352 -000132.565367 213300000 63244053100
1 0006 0066.00 -000084.874311 -000116.519833 213300000 63244060200
1 0007 0068.00 -000199.250968 -000199.166437 213300000 63244060400
1 0008 0070.00 -000152.277555 -000253.204604 213300000 63244060600
1 0009 0072.00 -000224.688857 -000430.554682 213300000 63244060800
1 0010 0074.00 -000094.953293 -000334.772056 213300000 63244061000
1 0011 0076.00 8000024.626878 -000378.540933 213300000 63244061200

%FIN DES MI, NI DIURNESn

MATRICE A%I, J□

0.4277430839775D	05	1	1	0.4953983799988D	04	1	2	SD	288PHEW	44
0.3572788032753D	05	1	3	0.1247486535705D	04	1	4	SD	288PHEW	44
0.2831957725326D	04	1	5	-0.2447315906751D	04	1	6	SD	288PHEW	44
-0.3896174054027D	02	1	7	0.4270287995998D	03	1	8	SD	288PHEW	44
-0.1381182084140D	05	1	9	0.6699599030212D	03	1	10	SD	288PHEW	44
-0.3063017295559D	04	1	11	-0.1217614098386D	03	1	12	SD	288PHEW	44

•
•
•
•
•
•

0.		20	19	0.		20	20	SD	288PHEW	44
VECTEUR B%J□										
0.2407889447326D	05	1	0.	0.7958266899167D	06	2		SD	288PHEW	44
0.2106097780734D	08	3	-0.	0.3054617727116D	03	4		SD	288PHEW	44
0.6088718416891D	07	5	0.	0.9717532916295D	06	6		SD	288PHEW	44
-0.2863635296519D	05	7	0.	0.3871052383220D	05	8		SD	288PHEW	44
0.7742292831000D	06	9	-0.	0.1388267061768D	04	10		SD	288PHEW	44
-0.3281326238674D	06	11	0.	0.1901005766128D	06	12		SD	288PHEW	44
0.		13	0.			14		SD	288PHEW	44
0.		15	0.			16		SD	288PHEW	44
0.		17	0.			18		SD	288PHEW	44
0.		19	0.			20		SD	288PHEW	44
0.2171298747287D	08							SD	288PHEW	44

2	0001	0000.00	-000364.939641	8000393.840194	107783334	63244032800
2	0002	0002.00	-000305.040271	8000063.131596	106750001	63244033000
2	0003	0004.00	-000036.870755	-000123.794718	105716667	63244040100
2	0004	0062.00	-000139.295692	-000089.258788	213300000	63244052900
2	0005	0064.00	8000085.694014	-000170.754879	213300000	63244053100
2	0006	0066.00	8000317.661846	-000099.843529	213300000	63244060200
2	0007	0068.00	8000369.490604	8000114.747969	213300000	63244060400
2	0008	0070.00	8000374.504054	8000240.253292	213300000	63244060600
2	0009	0072.00	8000187.530282	8000421.750656	213300000	63244060800
2	0010	0074.00	-000093.845504	8000365.717001	213300000	63244061000

•
•

99 %FIN DES MI, NI SEMI-DIURNES□
99 %FIN DE SERIE OU BIEN NOUVELLE CARTE N 4□

8. COPIE DU PROGRAMME

C
C ANALYSE METHODE VENEDIKOV 7040
C

DOUBLE PRECISION A%20,20n,B%20n,CH%18n,SH%18n,ER,TJUL,HE,FS,FS2,
IFS3,RHO,S,H,P,AN,P1,Z,PY2,ISD,DD,H2,P2,TAB,IT%17n,T,X,Y,TM,TN,PY4,PY
2,TJUL1,DAJ1,DAJ2,TI1,TI2,TI3,TI4,OD%32n,XX%10n,YY%10n,DI,R%52n,
3D%52n,C%52n
DIMENSION IANB%5n,ITJO1%12n,ITJO2%12n
DIMENSION IC2%27n,TD2%27n, TH2%27n
DIMENSION NA%10n,NB%10n,V%52n,ITNA%21n,ITNB%21n,ISA%11n,ISH%11n
DIMENSION TC%52n,TD%52n, TH%52n

C
C LECTURE DE 3 CARTES MAITRESSES
C POUR LA DENOMINATION DES ONDES
C

READ 205,%OD%I#1,I#1,21n
READ 205,%OD%I#2,I#2,32n
205 FORMAT%13A6n
228 READ%226,MAT1,MAT2
IF%MAT1-99n227,555,227
226 FORMAT%2I2n

C
C TABLES C%I# DIURNES
C

227 TC%1n#3.639852
TC%2n#3.675704
TC%3n#3.892750
TC%4n#3.893710
TC%5n#3.924100
TC%6n#3.925038
TC%7n#4.109012
TC%8n#4.109891
TC%9n#4.110687
TC%10n#4.135791
TC%11n#4.136563
TC%12n#4.263766
TC%13n#4.272822
TC%14n#4.283059
TC%15n#4.283669
TC%16n#4.284278
TC%17n#4.285555
TC%18n#4.286829
TC%19n#4.295455
TC%20n#4.306353
TC%21n#4.306931
TC%22n#4.395415
TC%23n#4.408742
TC%24n#4.409145
TC%25n#4.409987
TC%26n#4.410826
TC%27n#4.411224
TC%28n#4.423488
TC%29n#4.423857
TC%30n#4.470728
TC%31n#4.474617
TC%32n#4.474829
TC%33n#4.478617
TC%34n#4.478617
TC%35n#4.481913
TC%36n#4.482091
TC%37n#4.482269

TC%38n#4.482446
 TC%39n#4.485251
 TC%40n#4.488096
 TC%41n#4.499325
 TC%42n#4.499307
 TC%43n#4.498250
 TC%44n#4.498202
 TC%45n#4.498148
 TC%46n#4.467111
 TC%47n#4.458586
 TC%48n#4.457429
 TC%49n#4.457152
 TC%50n#4.456874
 TC%51n#4.362006
 TC%52n#4.361512

TABLES D%I DIURNES

TD%1n#4.163099
 TD%2n#4.183476
 TD%3n#4.296748
 TD%4n#4.297205
 TD%5n#4.311465
 TD%6n#4.311898
 TD%7n#4.387131
 TD%8n#4.387436
 TD%9n#4.387712
 TD%10n#4.430932
 TD%11n#4.396150
 TD%12n#4.396401
 TD%13n#4.429370
 TD%14n#4.432537
 TD%15n#4.432627
 TD%16n#4.432716
 TD%17n#4.432901
 TD%18n#4.433083
 TD%19n#4.434237
 TD%20n#4.435494
 TD%21n#4.435554
 TD%22n#4.434310
 TD%23n#4.431562
 TD%24n#4.431465
 TD%25n#4.431255
 TD%26n#4.431043
 TD%27n#4.430941
 TD%28n#4.427270
 TD%29n#4.427143
 TD%30n#4.397956
 TD%31n#4.393541
 TD%32n#4.393283
 TD%33n#4.388355
 TD%34n#4.388354
 TD%35n#4.383458
 TD%36n#4.383173
 TD%37n#4.382888
 TD%38n#4.382601
 TD%39n#4.377740
 TD%40n#4.372054
 TD%41n#4.305846
 TD%42n#4.305409
 TD%43n#4.291033
 TD%44n#4.290574

TD%45n#4.290065
 TD%46n#4.177448
 TD%47n#4.157250
 TD%48n#4.154627
 TD%49n#4.154001
 TD%50n#4.153376
 TD%51n#3.982172
 TD%52n#3.981402

C
C
C
C

TABLE DES AMPLITUDES DIURNES

TH%1n#0.01080
 TH%2n#0.02780
 TH%3n#0.01800
 TH%4n#0.09550
 TH%5n#0.02180
 TH%6n#0.11530
 TH%7n#0.02110
 TH%8n#0.13600
 TH%9n#0.72160
 TH%10n#0.02580
 TH%11n#0.13710
 TH%12n#0.01130
 TH%13n#0.01300
 TH%14n#0.02180
 TH%15n#0.71050
 TH%16n#3.76890
 TH%17n#0.01080
 TH%18n#0.02430
 TH%19n#0.01150
 TH%20n#0.04910
 TH%21n#0.01070
 TH%22n#0.02780
 TH%23n#0.01970
 TH%24n#0.10650
 TH%25n#0.06610
 TH%26n#0.29640
 TH%27n#0.05940
 TH%28n#0.05660
 TH%29n#0.01240
 TH%30n#0.10290
 TH%31n#0.01990
 TH%32n#1.75840
 TH%33n#0.01470
 TH%34n#0.04230
 TH%35n#0.10500
 TH%36n#5.30500
 TH%37n#0.71820
 TH%38n#0.01540
 TH%39n#0.04230
 TH%40n#0.07560
 TH%41n#0.05660
 TH%42n#0.01120
 TH%43n#0.29640
 TH%44n#0.05870
 TH%45n#0.02410
 TH%46n#0.04920
 TH%47n#0.02400
 TH%48n#0.16230
 TH%49n#0.10390
 TH%50n#0.02180

C
C
C

TH2%1n#0.03110
TH2%2n#0.01290

C
C
C

TAPLE DES AMPLITUDES SEMI-DIURNES

C
C
C

TABLE C2%1n SEMI-DIURNES

TC2%1n#4.245249
TC2%2n#4.266758
TC2%3n#4.286294
TC2%4n#4.387420
TC2%5n#4.403085
TC2%6n#4.483507
TC2%7n#4.483834
TC2%8n#4.484120
TC2%9n#4.493422
TC2%10n#4.528438
TC2%11n#4.530061
TC2%12n#4.531897
TC2%13n#4.531899
TC2%14n#4.533444
TC2%15n#4.531905
TC2%16n#4.528418
TC2%17n#4.528165
TC2%18n#4.527907
TC2%19n#4.527783
TC2%20n#4.438655
TC2%21n#4.483151
TC2%22n#4.477349
TC2%23n#4.471250
TC2%24n#4.475015
TC2%25n#4.470577
TC2%26n#4.362630
TC2%27n#4.362086

TH2%1n#0.01300
TH2%2n#0.03350
TH2%3n#0.01170
TH2%4n#0.11500
TH2%5n#0.13880
TH2%6n#0.04270
TH2%7n#0.03240
TH2%8n#0.86930
TH2%9n#0.16520
TH2%10n#0.01360
TH2%11n#0.01570
TH2%12n#0.16930
TH2%13n#4.54060
TH2%14n#0.01380
TH2%15n#0.03350
TH2%16n#0.12840
TH2%17n#0.03940
TH2%18n#0.03210
TH2%19n#0.01410
TH2%20n#0.12400
TH2%21n#2.11790
TH2%22n#0.01770
TH2%23n#0.57530
TH2%24n#0.17120
TH2%25n#0.01860
TH2%26n#0.03210
TH2%27n#0.01400

C
C
C

TABLE D2%1n SEMI-DIURNES

TD2%1n#3.525850
TD2%2n#3.560800
TD2%3n#3.773560
TD2%4n#3.775568
TD2%5n#3.806797
TD2%6n#3.992600
TD2%7n#3.993500
TD2%8n#3.994315
TD2%9n#4.020856
TD2%10n#4.153339
TD2%11n#4.162929
TD2%12n#4.174440
TD2%13n#4.175097
TD2%14n#4.187011
TD2%15n#4.296097
TD2%16n#4.311591
TD2%17n#4.312549
TD2%18n#4.313502
TD2%19n#4.313954
TD2%20n#4.384577
TD2%21n#4.382832
TD2%22n#4.394784
TD2%23n#4.399429
TD2%24n#4.399669
TD2%25n#4.399910
TD2%26n#4.431383
TD2%27n#4.431398

C
C
C

TAPLE POUR LE CALCUL DU JOUR JULIEN

IAMP%1n#56
IAMP%2n#60
IAMP%3n#64
IAMP%4n#68
IAMP%5n#72
ITJO1%1n#31
ITJO1%2n#59
ITJO1%3n#90
ITJO1%4n#120
ITJO1%5n#151
ITJO1%6n#181
ITJO1%7n#212
ITJO1%8n#243
ITJO1%9n#273
ITJO1%10n#304
ITJO1%11n#334
ITJO1%12n#365
ITJO2%1n#31
ITJO2%2n#60
ITJO2%3n#91
ITJO2%4n#121
ITJO2%5n#152
ITJO2%6n#182
ITJO2%7n#213
ITJO2%8n#244
ITJO2%9n#274
ITJO2%10n#305
ITJO2%11n#335
ITJO2%12n#366

160 FORMAT%140

C
C TRAITMENT DES DIURNES
C

ITNA%10#1
ITNA%20#12
ITNA%30#22
ITNA%40#30
ITNA%50#41
ITNA%60#46
ITNA%70#1
ITNA%80#12
ITNA%90#22
ITNA%100#30
ITNA%110#35
ITNA%120#41
ITNA%130#46
ITNA%140#1
ITNA%150#12
ITNA%160#22
ITNA%170#30
ITNA%180#33
ITNA%190#35
ITNA%200#41
ITNA%210#46

C
C
C
ITNR%10#11
ITNR%20#21
ITNR%30#29
ITNR%40#40
ITNR%50#45
ITNR%60#52
ITNR%70#11
ITNR%80#21
ITNR%90#29
ITNR%100#32
ITNR%110#40
ITNR%120#45
ITNR%130#52
ITNR%140#11
ITNR%150#21
ITNR%160#29
ITNR%170#32
ITNR%180#34
ITNR%190#40
ITNR%200#45
ITNR%210#52
IF%16MOI-182010,10,11
11 IF%16MOI-365012,12,13
10 NGR#6
NSU#6
IIN#1
IOD#1
GO TO 14
12 NGR#7
NSU#13
IIN#7
IOD#7
GO TO 14
13 NGR#8
NSU#21
IIN#14

IOD#14

14 J#1
DO 15 I#IIN,NSU
NA%J0#ITNA%10
NR%J0#ITNB%10
15 J#J#1
NOM#52
IND#1
G#G11/G1
DO 5 I#1,52
H#TH%I0#G1
C#I0#IC#I0#H
5 D#I0#ID#I0#H
C#70#C#70#G
D#70#D#70#G
C#170#C#170#G
D#170#D#170#G
C#250#C#250#G
D#250#D#250#G
C#450#C#450#G
D#450#D#450#G
GO TO 60

C
C TRAITMENT DES SEMI-DIURNES
C

7 ISA%10#1
ISA%20#6
ISA%30#10
ISA%40#15
ISA%50#20
ISA%60#1
ISA%70#6
ISA%80#10
ISA%90#15
ISA%100#20
ISA%110#22
ISB%10#5
ISB%20#9
ISB%30#14
ISB%40#19
ISB%50#27
ISB%60#5
ISB%70#9
ISB%80#14
ISB%90#19
ISB%100#21
ISB%110#27
IF%16MOI-182016,16,17
16 NGR#5
NSU#5
IIN#1
IOSD#22
GO TO 18
17 NGR#6
NSU#11
IIN#6
IOSD#27
18 J#1
DO 19 I#IIN,NSU
NA%J0#ISA%10
NR%J0#ISB%10
19 J#J#1

NON#27
IND#2
G#G21/G2
DO 6 I#1,27
H#TH2%I#*G2
C%I#TC2%I#*H
6 D%I#TD2%I#*H
C%3#C%3#*G
D%3#D%3#*G
C%6#C%6#*G
D%6#D%6#*G
C%17#C%17#*G
D%17#D%17#*G

C
C
C

CONSTITUTION DES EQUATIONS NORMALES A*X # B

60 DT#0.
FR#0.
PY4#6.283185307179586
N#0
TJUL1#0
NUMR#0
DO 62 I#1,18
B%I#0.
DO 62 J#1,18
62 A%I,J#0.

C
C
C

ENTREE DES MATRICES A%IJ ET B%IJ

IF%MATI#50,63,50
50 READ 200
DO 51 IK#1,200
READ 208,DAI1,I,J,DAI2,I2,J2,NUMB
208 FORMAT%D20.15,2I3,D20.15,2I3,16X,I5#
A%I,J#DAI1
51 A%I2,J2#DAI2
READ 200
DO 52 IK#1,10
READ 209,DAI1,I,DAI2,J,NUMB
209 FORMAT%D20.15,I3,D20.15,I3,22X,I5#
B%I#DAI1
52 B%J#DAI2
READ 210,ER
210 FORMAT%D20.14#
53 N#NUMR/2

C
C
C

LECTURE DES MINI

63 N#NR1
READ 162,IND1,TM,TN,IAN,NINS,MOIS,JO,IHE
162 FORMAT%I2,23X,2F15.6,14X,12,1X,4I2#
IF%IND1-99#631,400,631

C
C
C

CALCUL DU TEMPS JULIEN

631 I#IAN-55
TJUL#TABJ#I#
I#1
T#0.
J#MOIS-1
IF%J#21,25,21
21 IF%IANB#I#-IAN#24,23,24

NON#27
IND#2
G#G21/G2
DO 6 I#1,27
H#IH2%I#G2
C%I#IC2%I#H
6 D%I#ID2%I#H
C%3#C%3#G
D%3#D%3#G
C%6#C%6#G
D%6#D%6#G
C%17#C%17#G
D%17#D%17#G

C
C
C

CONSTITUTION DES EQUATIONS NORMALES A*X # B

60 DT#0.
FR#0.
PY4#6.283185307179586
N#0
TJUL1#0
NUMR#0
DO 62 I#1,18
B%I#0.
DO 62 J#1,18
62 A%I,J#0.

C
C
C

ENTREE DES MATRICES A%IJ ET B%IJ

IF%MATI#50,63,50
50 READ 200
DO 51 IK#1,200
READ 208,DAI1,I,J,DAI2,I2,J2,NUMB
208 FORMAT%D20.15,2I3,D20.15,2I3,16X,I5#
A%I,J#DAI1
51 A%I2,J2#DAI2
READ 200
DO 52 IK#1,10
READ 209,DAI1,I,DAI2,J,NUMB
209 FORMAT%D20.15,I3,D20.15,I3,22X,I5#
B%I#DAI1
52 B%J#DAI2
READ 210,ER
210 FORMAT%D20.14#
53 N#NUMR/2

C
C
C

LECTURE DES MINI

63 N#N#1
READ 162,IND1,IM,TM,TN,IAN,NINS,MOIS,JO,IHE
162 FORMAT%I2,23X,2F15.6,14X,I2,1X,4I2#
IF%IND1-99#631,400,631

C
C
C

CALCUL DU TEMPS JULIEN

631 I#IAN-55
TJUL#TABJ%I#
I#1
T#0.
J#MOIS-1
IF%J#21,25,21
21 IF%IANB%I#-IAN#24,23,24

24 I#IR1
 IF%I-6021,26,26
 26 I#IJ01%J0
 GO IO 25
 23 I#IJ02%J0
 25 IJ01#IJ0187
 I#IO-1
 IF#IHE
 IJ01#IJ018724,0-0,02083333333333

C
 C DETERMINATION DES COUPURES DANS LES DONNEES.
 C

IF%IND-1037,36,37
 36 IF%IJUL 1034,34,33
 34 IJ01#IJ01
 IRAN1#IAN
 IRM1#MOIS
 IRJ1#JO
 GO1022
 33 IJ01#IJ01132.
 IF%IJUL 1-IJ01035,22,22
 35 PUNCH 203,113,114,IRAN1,IRM1,IRJ1,IRAN2,IRM2,IRJ2
 IRAN1#IAN
 IRM1#MOIS
 IRJ1#JO
 IJ01#IJ01
 22 IRAN2#IAN
 IRM2#MOIS
 IRJ2#JO
 203 FORMAT%A4,A3,3I3,2H,3I3
 37 NIN51#NIN5

C
 C CALCUL DES ELEMENTS ASTRONOMIQUES
 C

FS#%IJUL-2415020.50/36525.
 FS2 # FS*FS
 FS3 # FS2*FS
 Z # 360.00000000000
 RHO#0.017453292519943
 S#277.0223628481267,883142*FS-0.0011333*FS2&0.000001889*FS3
 H# 280.189501836000,768925*FS&0.0003027*FS2
 P#334.38525884062,034034*FS-0.0103249*FS2-0.0000125*FS3
 AN#100.84320281234,142008*FS-0.002078*FS2-0.000002*FS3
 P1#281.22086881,719175*FS&0.0004527*FS2&0.0000033*FS3
 J#C/7
 U#J
 S#%S-U*70#RHO
 J#H/7
 U#J
 H#%H-U*70#RHO
 J#D/7
 U#J
 D#%D-U*70#RHO
 J#AN/7
 U#J
 AN#%AN-U*70#RHO
 J#P1/7
 U#J
 P1#%P1-U*70#RHO
 PY2#1.570796326794896
 HF#HF-0.5
 DD#H-58%15.*HF-ALON0#RHO

TSD#2.*DD
 GOTO%27,28,29,INDI
 27 TSD#TSD&2.*PY2
 DD#DD&PY2
 GOTO30
 28 DD # DD#2.*PY2
 TSD#TSD-PY2
 GOTO30
 29 DD#DD-PY2
 30 Z#Z*RH0
 J#DD/7
 U#J
 DD#DD-U#Z
 J#TSD/Z
 U#J
 TSD#TSD-U#7
 IF%IND-1#32,31,32

C
C
C

CALCUL DES ARGUMENTS DIURNES

31 PY2 # 1.570796326794896
 PY # 3.141592653589793
 H2 # H & H
 P2 # P & P
 T # DD - 3.*S
 R%1# # T - S & P2 & P
 R%2# # T - S & H2 & P
 R%3# # T & P2 - AN
 R%4# # T & P2
 R%5# # T & H2 - AN
 R%6# # T & H2
 T # T & S
 R%7# # T - PY2
 R%8# # T & P - AN
 R%9# # T & P
 R%10# # T & H2 - P - AN
 R%11# # T & H2 - P
 T # T & S
 R%12# # T - H2 & P2 - PY
 R%13# # T - H & P1 - PY
 R%14# # T - AN - AN - PY
 R%15# # T - AN
 R%16# # T
 R%17# # T & P - PY2
 R%18# # T & P2 - PY
 R%19# # T & H - P1
 R%20# # T & H2 - PY
 R%21# # T & H2 & AN
 T # DD
 R%22# # T - H2 & P - PY
 R%23# # T - P - AN - PY
 R%24# # T - P - PY
 R%25# # T - PY2
 R%26# # T & P - PY
 R%27# # T & P & AN - PY
 R%28# # T & H2 - P - PY
 R%29# # T & H2 - P & AN - PY
 T # T & S
 R%30# # T - H2 - H & P1
 R%31# # T - H2 - AN - PY
 R%32# # T - H2
 R%33# # T - H - P1 - PY

R%34# # T - H & P1 - PY
 R%35# # T - AN
 R%36# # T - PY
 R%37# # T & AN - PY
 R%38# # T & AN & AN
 R%39# # T & H - P1 - PY
 R%40# # T & H2 - PY
 T # T & S
 R%41# # T - H2 & P - PY
 R%42# # T - H2 & P & AN - PY
 R%43# # T - P - PY
 R%44# # T - P & AN - PY
 R%45# # T - PY2
 T # T & S
 R%46# # T - H2 - PY
 R%47# # T - P2 - PY
 R%48# # T - PY
 R%49# # T & AN - PY
 R%50# # T & AN & AN - PY
 R%51# # T & S - P - PY
 R%52# # T & S - P & AN - PY
 PY # PY & PY
 DD 41 I # 1,52
 J # R%I# / PY
 T # J

41 R%I# # R%I# - T*PY
 GO TO 64

C
C
C

CALCUL DES ARGUMENTS SEMI-DIURNES

32 T # TSD - 2.*S
 H2# H&H
 P2 # P&P
 PY # 3.141592653589793
 R%1# # T - S & P2 & P
 R%2# # T - S & H2 & P
 R%3# # T & P - PY - PY2
 R%4# # T & P2
 R%5# # T & H2
 T # T & S
 R%6# # T - PY - PY2
 R%7# # T & P - AN - PY
 R%8# # T & P
 R%9# # T & H2 - P
 T # TSD
 R%10# # T - H2 & P2 - PY
 R%11# # T - H & P1 - PY
 R%12# # T - AN - PY
 R%13# # T
 R%14# # T & H - P1
 T # T & S
 R%15# # T - H2 & P - PY
 R%16# # T - P - PY
 R%17# # T - PY2
 R%18# # T & P
 R%19# # T & P & AN
 T # T & S
 R%20# # T - H2 - H & P1
 R%21# # T - H2
 R%22# # T - H - P1 - PY
 R%23# # T
 R%24# # T & AN

```
R%25n # T & AN & AN
R%26n # T & S - P
R%27n # T & S - P & AN
PY # PY & PY
DO 241 I # 1,27
J # R%In/PY
T # J
241 R%In # R%In - T*PY
64 DO 65 I # 1,NGR
IA # I & NGR
N1 # NA%In
N2 # NB%In
CH%In # 0.
SH%In # 0.
CH%IA # 0.
SH%IA # 0.
DO 66 J # N1,N2
DT #DSIN%R%Jn
SH%In # SH%In - D%Jn*DT
CH%IA # CH%IA & C%Jn*DT
DT #DCOS%R%Jn
CH%In # CH%In & C%Jn*DT
66 SH%IA # SH%IA & D%Jn*DT
B%In # B%In & CH%In*TM & SH%In*TN
65 B%IA # B%IA & CH%IA*TM & SH%IA*TN
N1 # NGR & NGR
DO 69 I # 1,N1
DO 69 J # I,N1
69 A%I,J # A%I,J & CH%In*CH%Jn & SH%In*SH%Jn
FR # FR & TM*TM & TN*TN
GO TO 63
400 N # N-1
NUMR#N*2
NUMR1#N
C
C SORTIF DU NOMBRE TOTAL DE JOURS.
C
GOTO%401,67n,IND
401 PUNCH 203,TI3,TI4,IRAN1,IRM1,IRJ1,IRAN2,IRM2,IRJ2
PUNCH 202
PUNCH 303,NUMB
303 FORMAT%21HNOMBRE TOTAL DE JOURS,I5n
PUNCH 202
C
C SORTIF DE LA MATRICE A%IJn ET DU VECTEUR B%In
C
67 IF%MAT2n74,671,74
74 PUNCH 166
166 FORMAT%14HMATRICE A%I,Jn
DO 68 I#1,20
DO 68 J#1,20,2
IK#J&1
206 FORMAT%D20.15,2I3,D20.15,2I3,14X,2H D,I5,A4,A3n
216 FORMAT%D20.15,2I3,D20.15,2I3,14X,2HSD,I5,A4,A3n
GOTO %682,681n,IND
682 PUNCH 206,A%I,Jn,I,J,A%I,IKn,I,IK,NUMB,TI1,TI4
GOTO 68
681 PUNCH 216,A%I,Jn,I,J,A%I,IKn,I,IK,NUMB,TI1,TI4
68 CONTINUE
PUNCH 168
168 FORMAT%12HVECTEUR B%Jn
DO 680 I#1,20,2
```

IV#IR1

```

207 FORMAT%D20.15,13,D20.15,13,20X,2H D,15,A4,A30
217 FORMAT%D20.15,13,D20.15,13,20X,2HSD,15,A4,A30
GOTO%683,6840,IND
683 PUNCH 207,B%I0,I,B%IK0,IK,NUMB,T11,T14
GOTO 680
684 PUNCH 217,B%I0,I,B%IK0,IK,NUMB,T11,T14
680 CONTINUE
GOTO%687,6880,IND
688 PUNCH 685,FR,NUMB,T11,T14
685 FORMAT%D20.14,46X,2HSD,15,A4,A30
GOTO 671
687 PUNCH 686,FR,NUMB,T11,T14
686 FORMAT%D20.14,46X,2H D,15,A4,A30

```

C
C INVERSION DE LA MATRICE %METHODE CHOLEFSKY0
C DECOMPOSITION EN MATRICES TRIANGULAIRES
C

```

671 N#NGR2MGR
N1 # N - 1
A%1,I0 # 1./DSQRT%A%1,I00
DO 70 J # 2,N
70 A%1,J0 # A%1,J0+A%1,I0
DO 71 I # 2,N1
I1 # I - 1
DO 72 J # I,N
DO 72 L # 1,I1
72 A%1,J0 # A%1,J0 - A%L,J0*A%L,I0
A%1,I0 # 1./DSQRT%A%1,I00
I1 # I & 1
DO 71 J # I1,N
71 A%1,J0 # A%1,J0+A%1,I0
DO 73 L # 1,N1
73 A%N,N0 # A%N,N0 - A%L,N0*A%L,N0
A%N,N0 # 1./DSQRT%A%N,N00

```

C
C INVERSION DE LA MATRICE TRIANGULAIRE
C

```

DO 80 I # 1,N1
I1 # I & 1
DO 80 J # I1,N
J1 # J - 1
DO 81 L # I,J1
81 A%J,I0 # A%J,I0 - A%L,I0*A%L,J0
80 A%J,I0 # A%J,I0+A%J,J0
C MULTIPLICATION DES MATRICES TRIANGULAIRES
DO 82 I # 1,N
DO 82 J # 1,N
A%I,J0 # A%J,I0+A%J,J0
IF %J-N0 89,82,82
89 J1 # J & 1
DO 83 L # J1,N
83 A%I,J0 # A%I,J0 & A%L,I0*A%L,J0
82 A%J,I0 # A%I,J0

```

CALCUL DES RELATIONS DELTA ENTRE AMPLITUDES OBSERVEES ET THEORIQUES ET
CALCUL DES DEPLACEMENTS KAPA EN PHASE

```

N # NGR*2
RHO # 0.017453292519943
669 GO TO %90,910,IND
90 PUNCH 190

```

190 FORMAT%45HONDES DIURNES	FACT.AMPL.	PHASES/0
191 FORMAT%45HONDES SEMIDIURNES	FACT.AMPL.	PHASES/0

```
IK#I0D
IK1#I0D
GO TO 92
91 PUNCH 191
C
C
C
CALCUL DES ERREURS
IK#IOSD
IK1#IOSD
92 DO 93 I#1,NGR
  XX%I0#0.
  YY%I0#0.
  IA#I&NGR
  DO 94 L#1,N
    XX%I0#XX%I0&A%I,L0#B%L0
  94 YY%I0#YY%I0&A%IA,L0#B%L0
    ER#FR-B%I0#XX%I0-B%IA0#YY%I0
    APA#ATAN%-YY%I0/XX%I00/RHO
    XX%I0#XX%I0**2
    YY%I0#YY%I0**2
    DELTA#SQRT%XX%I0&YY%I00
    PUNCH 192,NA%I0,NB%I0,OD%IK0,DELTA,APA,NUMB,TI1,TI4
192 FORMAT%I6,2H -,I3,5H      ,A6,F10.6,5H      ,F8.3,23X,I5,A4,A30
  93 IK#IK&I
    GOTO%931,9320,IND
931 IK#I0D
  IK1#I0D
  GOTO 933
932 IK#IOSD
  IK1#IOSD
933 PUNCH 202
  PUNCH 195,NUMB,TI1,TI4
195 FORMAT%45H      ERREURS Q.M.      FACT.AMPL.      PHASES,23X,I5,A4,
1951A30
  97 DE # 2*NUMB1- N
    ER # FR/DF
    DO 98 I # 1,NGR
    IA # I & NGR
    X#FR*A%I,I0/%XX%I0&YY%I00
    Y#FR*A%IA,IA0/%XX%I0&YY%I00
    DELTA#SQRT%XX%I0#X&YY%I0*Y0
    APA#SQRT%XX%I0#Y&YY%I0#X0/%RHO*%XX%I0&YY%I000
    PUNCH 192,NA%I0,NB%I0,OD%IK0,DELTA,APA,NUMB,TI1,TI4
  98 IK#IK&I
    ER # DSQRT%ER0
    GOTO%95,960,IND
  95 PUNCH 202
    PUNCH 193,ER,NUMB,TI1,TI4
193 FORMAT%19H      ERREUR Q.M.      D,F13.6,36X,I5,A4,A3/0
  GOTO 99
  96 PUNCH 202
    PUNCH 194,ER,NUMB,TI1,TI4
194 FORMAT%19H      ERREUR Q.M.      SD,F13.6,36X,I5,A4,A3/0
  99 GOTO%7,2280,IND
555 CALL EXIT
  END
```

BIBLIOGRAPHIE

1. A.P. VENEDIKOV
Une méthode pour l'analyse des marées terrestres à partir d'enregistrements de longueur arbitraire.
Comm. Obs. Royal Belgique N° 250 - S. Géoph. N° 71, 1966
2. P. MELCHIOR
Analyse de longs enregistrements de marées terrestres
Bull. Inform. Marées Terrestres N° 46, 1966
3. R. LECOLAZET
La méthode utilisée à Strasbourg pour l'analyse harmonique de la marée gravimétrique.
Bull. Inform. Marées Terrestres N° 10, 1958.
4. R. LECOLAZET
Le développement harmonique des déviations périodiques théoriques de la verticale
Bull. Inform. Marées Terrestres N° 14, 1959.
5. A.P. VENEDIKOV
Sur la constitution de filtres numériques pour le traitement des enregistrements des marées terrestres.
Comm. Obs. Royal Belgique N° 9 de la Série B - S. Géoph. N° 76, 1966.
6. P. MELCHIOR et P. PAQUET
Analyse harmonique des observations de Schweydar à Freiberg Sa (1911-1915) par la méthode Lecolazet.
Bull. Inform. Marées Terrestres N° 32, 1963.

RESULTATS DES MESURES DES VARIATIONS DE MAREES DE LA FORCE DE PESANTEUR A BAMAKO

You. S. Dobrochotov, B.P. Pertsev

Institut de Physique Terrestre, Moscou

La différence sensible des résultats des observations gravimétriques des marées terrestres dans les stations d'Europe et d'Asie ont amené Melchior et Pariiskii à l'hypothèse que les propriétés rhéologiques de la Terre dans les différentes régions géographiques peuvent être différentes. Pour expliquer cette circonstance la Commission Internationale des Marées Terrestres a recommandé d'organiser ces observations sur tous les continents. En conformité avec les recommandations de la Commission, l'Académie des Sciences d'URSS a inclus dans le plan de collaboration culturelle de l'URSS avec la république du Mali la réalisation d'observations dans la capitale du Mali, la ville de Bamako y a envoyé, à la fin de 1964, une expédition spéciale.

A Bamako, comme en certains autres points d'Afrique, des observations gravimétriques des marées ont été effectuées dès les premières années de la Collaboration Géophysique Internationale (1). Cependant, les mesures dans toutes les stations d'Afrique durèrent peu de temps et c'est pourquoi leurs résultats sont insuffisamment représentatifs.

Le programme de travail de l'expédition de l'Académie des Sciences d'URSS à Bamako a prévu un enregistrement ininterrompu de trois mois simultanément avec deux gravimètres. L'expédition avait à sa disposition les gravimètres GS - II N^{os} 124 et 135.

Dans les régions qui présentent de grandes variations journalières de température il est préférable d'installer les gravimètres dans des caves.

A Bamako, situé sur des sables compacts ferrugineux, on n'a pas construit de caves et pour installer les gravimètres il a fallu utiliser un bâtiment économique en pierre dans la partie ouest de la ville à deux kilomètres du fleuve Niger.

Les coordonnées astronomiques de la station d'observations sont 12°39'04" de latitude nord et 8°01'10" de longitude ouest. La hauteur de la station au-dessus du niveau de la mer est de 340 m.

Dans le local d'une dimension de 3,3 x 3, 3 x 3,5 m³ on a posé un fondement en béton enfoncé dans la terre à 120 cm. Les dimensions de la base sont suffisantes pour l'installation des deux gravimètres et de leurs enregistreurs. Pour améliorer l'isolation thermique dans le local, on a construit un plafond supplémentaire.

En outre, près du mur extérieur donnant sur la rue et sur le toit on a renforcé avec un peu de nattes de paille protégeant le local des rayons directs du soleil. Les autres murs ont été protégés du Soleil par des écrans en grosse toile. Pour la mise à la terre du réseau électrique on s'est servi d'une feuille de plomb enfouie dans le sol. Près de la station il n'y a aucune source d'obstacles mécaniques et sous ce rapport les conditions d'observations ont été assez favorables.

Les observations ont commencé le 22 décembre 1964 et se sont terminées le 28 mars 1965. Les indications des gravimètres s'inscrivaient sur du papier photographique d'une largeur de 28 cm se déplaçant dans le châssis avec une vitesse de 5,5 mm par heure. Pour allumer les lampes des photo-éléments on s'est servi de différents groupes d'accumulateurs d'une capacité chacun de 300 ampères heures. Le changement des accumulateurs s'effectuait une fois tous les deux mois. La constance de la tension d'incandescence était maintenue avec une précision allant jusqu'à 0,005 volts. Les thermostats des gravimètres et les lampes de leurs enregistreurs étaient branchés aux groupes indépendants de ces mêmes accumulateurs mais reliés constamment au travers du redresseur avec le réseau électrique urbain. Les thermostats ont fonctionné sur le régime I et ont été réglés sur 45°.

Avant le début des observations et après leur exécution on a mesuré la valeur de division du micromètre de chaque gravimètre à l'aide des billes d'étalonnage. Les déterminations ont donné des résultats voisins et dans la dernière réduction on s'est servi des valeurs moyennes (pour le gravimètre N° 124 0,08196 et pour le N° 135 0,07314 μgal la petite division du micromètre). La non-linéarité des échelles des galvanomètres enregistreurs a été étudiée trois fois : au début, au milieu et à la fin des observations. Pour le galvanomètre du gravimètre N° 124 (sa sensibilité est de $0,7 \cdot 10^{-11}$ MM/M/ ampère) la non-linéarité est grande et on a introduit dans les ordonnées des points d'enregistrement des corrections spéciales atteignant parfois 10 à 12 MM. L'échelle du galvanomètre du gravimètre N° 135 (la sensibilité est de $2,3 \cdot 10^{-11}$) est pratiquement linéaire et on n'a pas corrigé les ordonnées.

Les mesures prises de protection thermique n'ont pas pu éliminer complètement les changements journaliers de température dans la salle gravimétrique bien qu'on ait réussi à les diminuer sensiblement. Toutefois ces écarts journaliers relativement petits de la température ne dépassant pas 1,8° ont exercé, comme on le verra dans la suite, une influence sensible sur les résultats de l'analyse harmonique des ondes de marées diurnes.

Peu de temps après le début de l'enregistrement il est apparu que l'échelle d'enregistrement prise pour le gravimètre N° 124 était trop grande. Il y avait toujours le danger qu'au moment des syzygies, quand les ondes de la marée occupent presque la moitié de la bande, le spot traçant ne sorte de ses limites. C'est pourquoi, le 12 janvier l'échelle a été diminuée : en conformité avec les indications de la firme Askania on a branché des résistances dans le réseau du galvanomètre. Déjà dans les premiers jours des observations on a découvert pour le gravimètre N° 135 une grande dérive inhabituelle. Elle apparaissait naturellement après quelques heures d'enregistrement calme. La vitesse de la dérive était tellement grande que le spot traçant sortait après deux ou trois heures des limites de la bande et toujours dans une seule direction. Puisque le débranchement du galvanomètre enregistreur n'éliminait pas la dérive il a fallu chercher sa cause dans le gravimètre même. On a réussi à arrêter le fléau du gravimètre de façon telle que l'indice du galvanomètre reste sur l'échelle. Ainsi on a éliminé tout effet de ressort sur le système sensible. Toutefois, la dérive a continué avec la vitesse précédente. On a pu en conclure que la cause de cette dérive avait une origine électrique. Après une étude minutieuse des réseaux électriques extérieurs, le système sensible du gravimètre a été ouvert mais on n'a réussi à découvrir aucune défectuosité.

Après examen le gravimètre a été de nouveau installé le 1^{er} janvier pour l'enregistrement. La dérive insolite avait disparu mais bientôt il est apparu que se marquait sur l'enregistrement une onde déformante de période diurne. Il n'a pas été difficile de séparer cette onde avec une approximation suffisante après avoir utilisé pour cela la courbe de la marée théorique construite dans l'échelle de l'enregistrement du gravimètre (fig. 1). C'est ainsi qu'on a pris pour Bamako $\delta = 1,17$. Il est apparu que les minima de l'onde déformante correspondent pratiquement juste avec les minima de l'onde thermique diurne à l'intérieur du local. L'amplitude de l'onde augmentait avec le temps et à la fin de janvier, quand les variations journalières de la température atteignaient 1,8°, elle dépassait de deux fois la marée. Cela témoigne apparemment de l'origine thermique de l'onde déformante. Il est cependant important de noter que la dérive générale en relation avec la variation graduelle de la température a une direction opposée à celle de l'onde diurne déformante. Cela se voit bien sur le graphique I. C'est pourquoi on peut supposer que les modes d'action de la température sont ici différentes. Il est apparu qu'il fallait chercher la cause des altérations dans les circuits extérieurs d'installation non protégés par les thermostats du gravimètre. Cependant ni le débranchement du galvanomètre enregistreur ni la disjonction de tous les circuits auxiliaires du plateau supérieur de l'appareil, ni enfin la housse complémentaire de protection thermique, mise sur le gravimètre n'ont éliminé les altérations. Le 12 février l'appareil a été à nouveau ouvert et étudié soigneusement mais comme précédemment on n'a découvert aucun défaut. Toutefois quand le gravimètre a été à nouveau remplacé pour l'enregistrement, l'onde diurne déformante a disparu sans laisser de traces et jusqu'à la fin des observations le gravimètre a fonctionné de façon irréprochable.

La cause de l'apparition et de la disparition de cette onde est ainsi restée obscure. Les essais de provoquer son apparition en laboratoire sont restés sans résultat bien que le régime thermique créé artificiellement soit très proche des conditions d'observations de Bamako. Il est possible que l'origine des altérations se trouve dans les photo éléments qui à l'occasion de l'illumination intensive pour le démontage du système sensible ont rétabli leur régime normal de travail. On ne sait cependant pas de quelle façon l'onde thermique perturbatrice a pu agir sans retard sur les photo-éléments.

On a soumis à l'analyse harmonique d'après le procédé de B.P. Pertsev les enregistrements du gravimètre N° 124 du 22 décembre 1964 au 28 mars 1965 et du gravimètre N° 135 du 1er janvier au 3 février et du 13 février au 28 mars 1965. L'analyse a été effectuée avec un déplacement de l'époque centrale de chaque jour. Pour l'analyse on s'est servi de la valeur constante de l'échelle d'enregistrement, moyenne de toutes ses valeurs déterminées tous les 10 à 15 jours par la méthode de B.P. Pertsev (2). Les ordonnées d'enregistrement des indications du gravimètre N° 124 dans la grande échelle ont été ramenées préalablement à l'échelle moyenne de la période suivante des observations. Les valeurs numériques de toutes les déterminations de l'échelle sont données dans la table I.

Table I.

Résultats de la détermination de l'échelle de l'enregistrement

N ^{os}	Jour moyen des déterminations	Echelle MM en division du micromètre	N ^{os}	Jour moyen des déterminations	Echelle MM en division du micromètre
Gravimètre N° 124			Gravimètre N° 135		
1	28 décembre	40,61	1	7 janvier	15,45
2	9 janvier	39,06	2	14 janvier	15,75
3	24 janvier	27,18	3	28 janvier	14,76
4	25 janvier	27,50	4	22 février	15,04
5	11 février	28,06	5	9 mars	15,58
6	24 février	27,93	6	20 mars	15,48
7	26 février	28,09	7	26 mars	15,47
8	10 mars	27,10			
9	23 mars	27,04			
10	24 mars	27,43			

Table II

Résultats de l'analyse harmonique

Station BAMAKO (Niger) 12°39'4" N 8°1'10" E H = 340 m
 Grav. Askania 124

Epoque	M ₂		S ₂		N ₂		K ₁		O ₁			
	δ	κ	δ	κ	δ	κ	δ	κ	δ	κ		
65	1	7	1149	390-	1134	610-	952	260	1077	4	1271	60-
65	1	8	1143	410-	1146	600-	931	60-	1095	3970	1235	30
65	1	9	1145	430-	1157	620-	970	220-	1114	3940	1169	50
65	1	10	1149	440-	1168	630-	1005	70-	1129	3890	1145	90-
65	1	11	1151	410-	1179	690-	973	20-	1147	3880	1126	310-
65	1	12	1153	360-	1184	730-	927	120-	1169	3880	1143	520-
65	1	13	1149	320-	1186	780-	934	420-	1192	3840	1170	660-
65	1	14	1144	280-	1181	780-	967	450-	1217	3830	1200	820-
65	1	15	1131	290-	1175	810-	1004	320-	1236	3780	1233	910-
65	1	16	1124	300-	1166	830-	977	210-	1255	3740	1277	930-
65	1	17	1125	330-	1161	800-	932	400-	1272	3730	1308	810-
65	1	18	1131	350-	1157	780-	918	630-	1298	3690	1361	570-
65	1	19	1135	350-	1148	790-	972	570-	1322	3640	1353	430-
65	1	20	1136	330-	1143	780-	994	440-	1342	3650	1332	100-
65	1	21	1136	320-	1137	780-	964	330-	1363	3650	1280	80-
65	1	22	1135	320-	1130	800-	942	600-	1383	3670	1225	110-
65	1	23	1132	320-	1126	800-	975	650-	1403	3710	1195	350-
65	1	24	1125	310-	1132	830-	1011	340-	1419	3760	1184	620-
65	1	25	1125	340-	1132	830-	985	80-	1440	3820	1224	760-
65	1	26	1131	330-	1124	870-	967	290-	1450	3810	1247	940-
65	1	27	1142	320-	1114	850-	978	660-	1472	3890	1305	960-
65	1	28	1149	310-	1112	800-	1036	800-	1504	3960	1359	870-
65	1	29	1152	270-	1111	730-	1066	530-	1531	4	1424	760-
65	1	30	1152	250-	1116	670-	1056	350-	1559	4 20	1463	600-
65	1	31	1152	250-	1129	630-	1051	460-	1587	4 30	1494	410-
65	2	1	1151	300-	1145	630-	1080	770-	1613	4 30	1499	190-
65	2	2	1155	340-	1161	640-	1145	760-	1642	4 30	1479	60
65	2	3	1161	330-	1174	640-	1136	340-	1669	4 30	1443	160
65	2	4	1166	330-	1181	650-	1089	310-	1697	4 20	1397	290
65	2	5	1169	350-	1184	670-	1091	540-	1725	3990	1364	310
65	2	6	1166	360-	1183	640-	1147	750-	1752	3970	1312	300
65	2	7	1172	370-	1182	660-	1177	510-	1777	3930	1284	160
65	2	8	1179	340-	1181	680-	1123	270-	1807	3930	1241	80-
65	2	9	1182	340-	1176	660-	1077	320-	1838	3890	1245	300-
65	2	10	1183	320-	1174	650-	1094	630-	1866	3830	1264	620-
65	2	11	1183	310-	1171	630-	1152	580-	1890	3790	1307	690-
65	2	12	1179	300-	1168	630-	1177	320-	1920	3770	1366	770-
65	2	13	1176	320-	1171	620-	1135	40-	1946	3720	1391	710-
65	2	14	1177	330-	1169	600-	1055	190-	1973	3720	1439	530-
65	2	15	1177	330-	1168	600-	1062	570-	2015	3690	1458	320-
65	2	16	1176	330-	1165	600-	1146	520-	2043	3650	1459	90-
65	2	17	1180	320-	1172	570-	1150	410-	2090	3650	1428	210
65	2	18	1182	320-	1175	590-	1094	320-	2135	3610	1363	420
65	2	19	1181	320-	1176	600-	1065	550-	2176	3570	1288	490
65	2	20	1176	330-	1178	580-	1110	640-	2220	3550	1212	360

Table II (suite)

Epoque	M ₂		S ₂		N ₂		K ₁		O ₁	
	δ	κ	δ	κ	δ	κ	δ	κ	δ	κ
65 2 21	1178	360-	1177	590-	1154	570-	2267	3510	1148	110
65 2 22	1190	360-	1172	610-	1172	460-	2311	3450	1143	90-
65 2 23	1198	360-	1168	620-	1122	350-	2356	3420	1142	610-
65 2 24	1198	340-	1168	610-	1055	460-	2402	3390	1177	750-
65 2 25	1196	300-	1168	610-	1087	700-	2445	3310	1224	1040-
65 2 26	1193	300-	1167	600-	1153	770-	2488	3230	1294	1160-
65 2 27	1191	310-	1170	600-	1174	630-	2532	3170	1388	1130-
65 2 28	1195	330-	1176	570-	1144	530-	2576	3120	1424	940-
65 3 1	1199	320-	1181	550-	1121	600-	2618	3 30	1495	620-
65 3 2	1206	310-	1190	530-	1162	650-	2655	2950	1496	400-
65 3 3	1198	290-	1194	530-	1202	680-	2702	2860	1490	90-
65 3 4	1192	310-	1195	540-	1236	570-	2742	2780	1436	150
65 3 5	1186	360-	1196	540-	1200	390-	2783	2710	1389	320
65 3 6	1189	410-	1195	540-	1142	410-	2831	2640	1330	340
65 3 7	1202	440-	1194	550-	1149	590-	2877	2550	1236	280
65 3 8	1212	440-	1191	540-	1193	700-	2925	2460	1178	40
65 3 9	1218	400-	1190	540-	1229	580-	2973	2370	1152	340-
65 3 10	1215	350-	1189	540-	1220	510-	3018	2280	1169	830-
65 3 11	1206	320-	1191	550-	1200	580-	3062	2210	1229	1010-
65 3 12	1200	340-	1190	540-	1205	600-	3112	2140	1308	1120-
Moyenne N° 124	1168	340-	1167	660-	1079	450-	1914	3530	1305	350-

Gravimètre Askania N° 135

Epoque	M ₂		S ₂		N ₂		K ₁		O ₁	
	δ	κ	δ	κ	δ	κ	δ	κ	δ	κ
65 1 17	1193	50	1105	1140-	1210	120	4311	3340	1873	3210-
65 3 3	1202	130-	1207	340-	1167	190	1414	3730	1290	150
65 3 4	1205	120-	1210	310-	1180	200	1407	3680	1312	150
65 3 5	1208	100-	1211	300-	1158	420	1436	3670	1236	270
65 3 6	1204	110-	1207	280-	1136	200	1464	3640	1212	240
65 3 7	1203	110-	1209	270-	1131	110	1499	3620	1162	40
65 3 8	1204	110-	1208	260-	1156	130	1534	3590	1144	210-
65 3 9	1205	120-	1207	260-	1158	270	1571	3560	1157	420-
65 3 10	1209	110-	1205	260-	1126	350	1607	3510	1185	580-
65 3 11	1208	90-	1207	270-	1112	20	1645	3480	1207	710-
65 3 12	1207	80-	1206	280-	1161	30-	1672	3440	1245	770-
Moyenne N° 135	1204	90-	1198	280-	1154	180	1524	3570	1218	180-

Nous donnons dans la table II les résultats de l'analyse harmonique. Sur la figure 2 ils sont représentés graphiquement. Dans la partie inférieure du graphique sont indiquées aussi les conditions des observations, la température de l'air dans le local où se trouvent les gravimètres, l'amplitude de ses écarts journaliers, la pression atmosphérique et l'humidité de l'air à l'intérieur du local.

La partie des courbes représentant δ et $\Delta\phi$ ont une structure ondulatoire. C'est apparemment les mêmes ondes qui, comme l'a expliqué M. V. Kramer (3) proviennent de l'effet des erreurs accidentelles.

Il est facile de déceler sur le graphique l'influence de la température sur les résultats de l'analyse. La température a introduit les plus grandes altérations dans l'onde diurne K_1 . Comme il fallait le supposer l'influence de la température est particulièrement grande dans la première période de l'enregistrement du gravimètre N° 135 (en janvier) ; ici ce n'est pas seulement l'onde K_1 qui est déformée mais aussi l'autre onde diurne O_1 bien qu'à un degré moindre. Il est possible que le grand déphasage de l'onde S_2 ($- 11,4^\circ$) puisse être expliqué également par l'effet de la température. L'influence de la température est sensible aussi sur les ondes semi-diurnes pour le gravimètre N° 124. Pour l'onde M_2 la valeur δ diminue au milieu de janvier avec la baisse de température et augmente ensuite graduellement à mesure que la température augmente à la fin de mars. La courbe représentant les variations de δ pour l'onde S_2 a également un minimum dans la seconde moitié de janvier mais sa montée successive n'est pas exprimée aussi clairement que pour l'onde M_2 .

Nous donnons à la fin de la table II les valeurs moyennes δ et $\Delta\phi$ pour les 76 analyses mais lors du calcul, les nombres entre crochets n'ont pas été utilisés. Nous donnons dans la même table les valeurs des amplitudes théoriques pour les cinq ondes à Bamako.

Il est apparu que les résultats de l'analyse des enregistrements du gravimètre N° 124 s'améliorent si on ne prend pas pour eux l'échelle moyenne générale mais si on interpole sur chaque jour d'observations en se conformant à l'allure générale de la température. Après la nouvelle analyse, la forme des courbes représentant δ et $\Delta\phi$ des ondes semi-diurnes s'est un peu améliorée mais les valeurs moyennes générales composées de toutes les analyses n'ont pratiquement pas varié. Pour ne pas occuper de place, les résultats de cette analyse ne sont pas donnés ici.

Par les analyses séparées présentées dans la table II on peut composer des groupes de séries indépendantes pour lesquelles il n'y a pas de jours communs d'observations. Pour le gravimètre N° 124 il y a trois de ces séries, pour le gravimètre N° 135 il y en a deux. Si on déplace chaque série d'un jour, il se forme un nouveau groupe de séries indépendantes. On peut former cinq de ces groupes pour le gravimètre N° 124 et dix, pour le gravimètre N° 135. Une des séries indépendantes (observations de janvier) entre dans chacun des dix groupes du gravimètre N° 135.

Les valeurs moyennes δ et $\Delta\phi$ calculées dans chaque groupe pour les ondes M_2 et S_2 sont presque les mêmes dans tous les groupes se rapportant à un seul gravimètre. Pour les autres ondes, les valeurs moyennes changent sensiblement à cause des variations périodiques des valeurs δ et $\Delta\phi$. Ce ne sera pas une grande erreur si on prend comme moyenne des séries indépendantes pour le gravimètre N° 135 la moyenne pour dix groupes. Ainsi les erreurs accidentelles en δ et $\Delta\phi$ pour les ondes M_2 et S_2 diminuent et l'influence de leur allure périodique s'atténue un peu pour les ondes N_2 et O_1 . Les résultats des calculs pour les séries indépendantes sont donnés dans la table III.

Table III

Valeurs moyennes δ et $\Delta\phi$ en fonction des séries indépendantes

N° des séries	Date	δ						$\Delta\phi$				
		M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	
Gravimètre N° 124												
1	7-11 janvier	1,147	1,157	0,966	1,112	1,189	-4,3	-6,3	-0,2	+39,4	-0,7	
2	6-10 février	1,176	1,179	1,123	1,808	1,269	-3,5	-6,6	-4,9	+39,1	-1,1	
3	8-12 mars	1,210	1,190	1,209	3,018	1,207	-3,7	-5,4	-5,9	+22,9	-6,5	
Gravimètre N° 135												
4	17 janvier	1,193	1,105	1,210	(4,311)	(1,873)	+0,5	(-11,4)	+1,2	+33,4	(-32,1)	
5	3-12 mars	1,206	1,208	1,148	1,525	1,218	-1,1	-2,8	+1,9	+35,9	-1,8	
	Moyenne N° 124	1,178	1,175	1,100	1,979	1,222	-3,8	-6,1	-3,7	+33,8	-2,8	
	Moyenne N° 135	1,199	1,156	1,179	1,154	1,218	-0,3	-2,8	+1,5	+34,7	-1,8	
	Moyenne de poids Nos 124 et 135	1,186	1,168	1,132	1,865	1,220	-2,4	-5,3	-1,6	+34,1	-2,6	
	Observations de Steinmetz en 1958	+ 11	+ 18				+0,9	+ 0,9				
		1,188	1,180	1,204	1,136	1,385	-1,6	-4,6	+0,3	-29,3	-5,5	

Si on attribue aux valeurs moyennes des séries indépendantes pour le gravimètre N° 124 un poids égal à trois et pour le gravimètre N° 135 un poids égal à deux (là où on s'est servi de deux séries d'observations indépendantes), ou égal à l'unité (là où on a éliminé des calculs les nombres entre crochets) on peut calculer les valeurs moyennes générales δ et $\Delta\phi$ pour Bamako. Ces valeurs de même que les erreurs quadratiques moyennes pour les ondes M_2 et S_2 sont données dans la même table III. Nous donnons ici, aussi à titre de comparaison, les résultats des mesures de Steinmetz effectués à Bamako en 1958. Le grand déphasage de l'onde K_1 montre l'existence de l'onde thermique diurne aussi au moment de ses mesures.

On peut avoir une notion complète sur l'onde diurne déformante après l'avoir séparée de l'onde déformée K_1 . En nous basant sur les mesures effectuées par les gravimètres de ce même type dans les autres stations on peut admettre pour l'onde K_1 les valeurs probables $\delta = 1,17$ et $\Delta\phi = - 1,5^\circ$. Alors l'onde déformante apparaît comme la différence harmonique des ondes déformée et probable. Ces calculs ont été effectués pour les deux gravimètres. Il est apparu que pour le gravimètre N° 124, l'amplitude de l'onde déformante augmentait depuis 16 μgal au début janvier jusqu'à 40 μgal au milieu de mars. Pour le gravimètre N° 135 en janvier elle était voisine de 70 μgal et dans la seconde période des observations (février-mars) elle diminuait jusqu'à 20 μgal . L'onde déformante atteint les systèmes sensibles des gravimètres avec le même retard de 6 à 7 heures.

La grande influence de la température sur les indications des gravimètres GS - 11 témoigne de la protection thermique insuffisante de leurs systèmes sensibles.

BIBLIOGRAPHIE UTILISEE

1. P. MELCHIOR

Catalogue général des résultats des analyses harmoniques mensuelles d'observations des marées terrestres au 31 décembre 1962.

AIG Com. permanente des mar. terr. Bruxelles, 1963.

2. B.P. PERTSEV

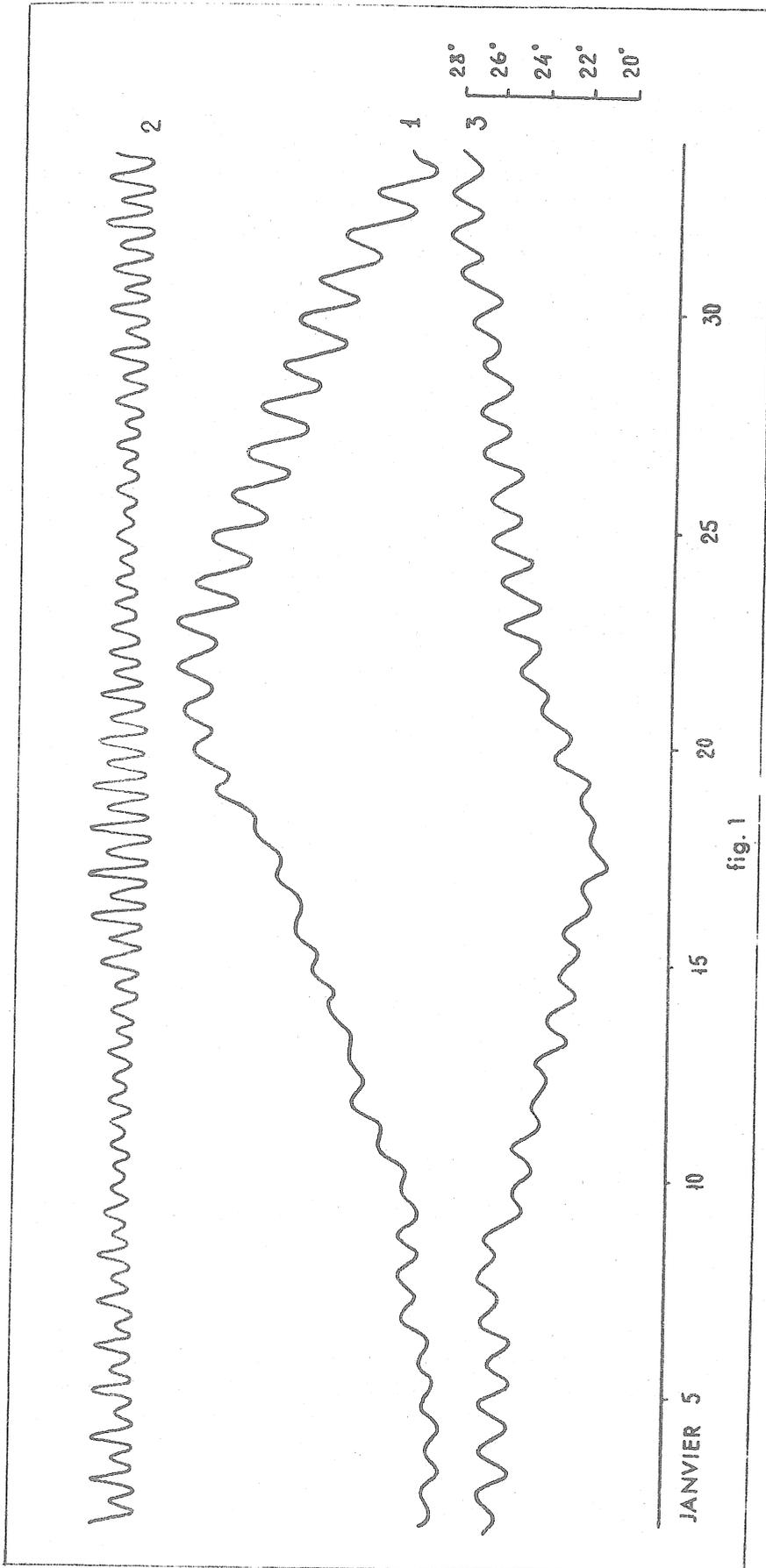
Essai de détermination des coefficients d'étalonnage de l'enregistrement lors des observations de marées de la force de pesantier.

Publ. "Recherches gravimétriques" N° 1 - XIII div. du programme de l'AGI, Edit. Acad. des Sc. d'URSS 1960.

3. M.V. KRAMER

Sur la question de l'influence des erreurs accidentelles des observations sur les résultats de la détermination des amplitudes et des phases des ondes de marées élastiques.

Publ. "Etude des marées terrestres" Trav. de l'Institut de Physique de la Terre de l'Ac. des Sc. de l'URSS 1964.



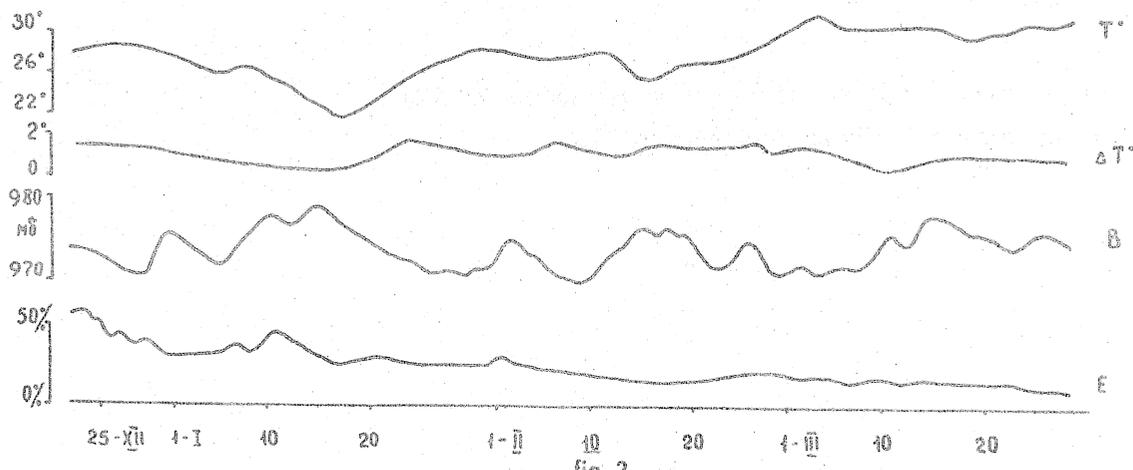
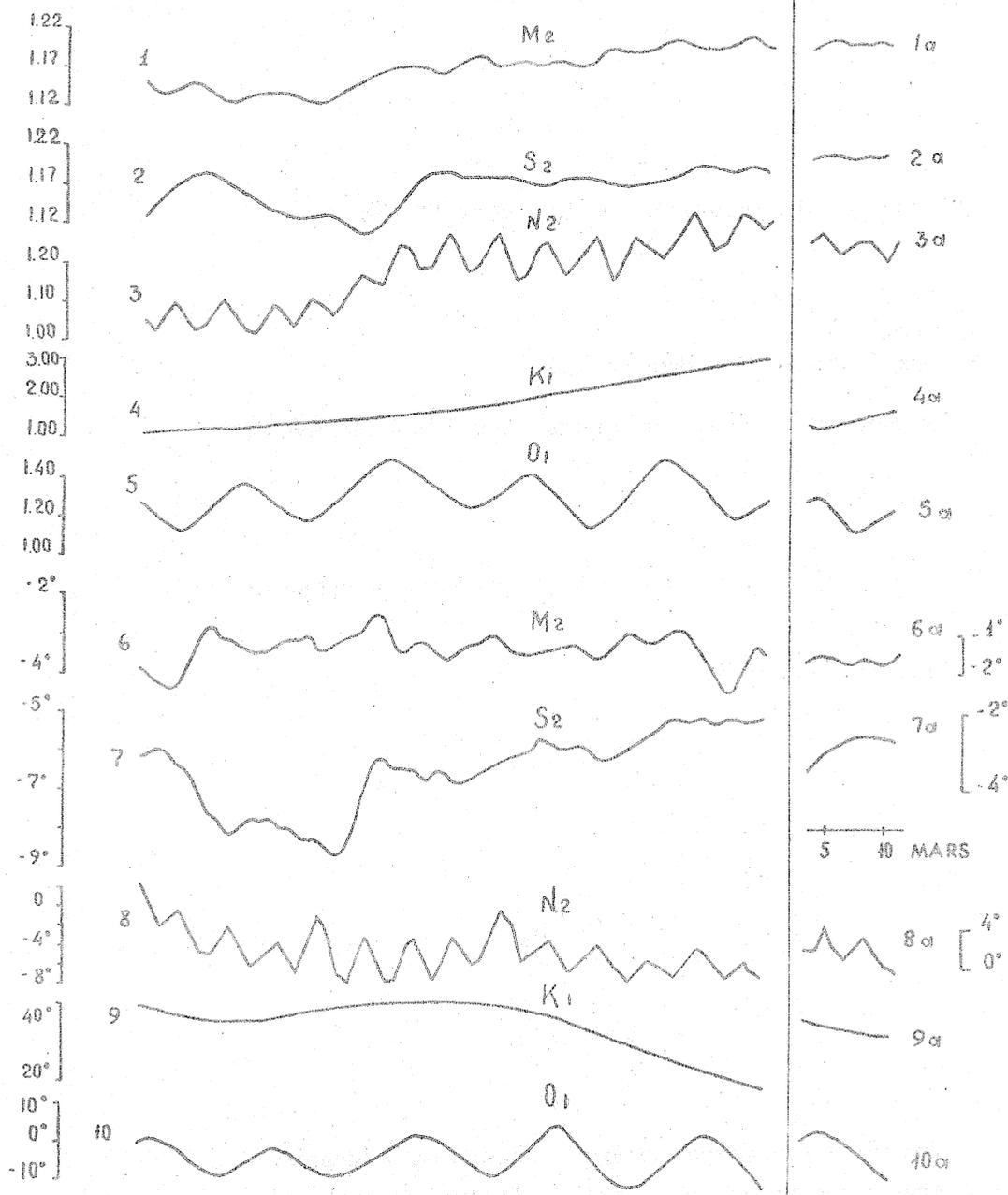


fig. 2

Figure 1. Déformations des indications du gravimètre N° 135

1. Dérive du gravimètre
2. Marée
3. Température de l'air dans la salle

La marée et la dérive sont représentées à la même échelle.

Figure 2. Résultats de l'analyse harmonique et conditions des observations à Bamako.

1	valeur pour l'onde	M_2	
2	"	"	S_2
3	"	"	N_2
4	"	"	K_1
5	"	"	O_1
6	différence des phases pour l'onde M_2		
7	"	"	S_2
8	"	"	N_2
9	"	"	K_1
10	"	"	O_1

- T Température moyenne journalière dans la salle (degrés)
 ΔT Amplitudes des écarts journaliers de température dans la salle (degrés)
B Pression atmosphérique à Bamako (millibares)
E Humidité relative de l'air dans la salle (pourcents)

Les courbes 1 à 10 se rapportent au gravimètre N° 124 ;
les courbes 1a à 10a au gravimètre N° 135.

DER EINFLUß VON SCHWANKUNGEN DES STROMES FÜR DIE PHOTOZELLENBELEUCHTUNG DES ASKANIA-MEßVERSTÄRKERS AUF DIE MEßWERTANZEIGE

Manfred BONATZ

Institut für theoretische Geodäsie der Universität Bonn

Bei der neuen Askania-Registriereinrichtung [1] wird die Meßspannung an den Photozellen des Gravimeters mit Hilfe eines photoelektrischen Gleichspannungsmeißverstärkers so weit verstärkt, daß sie von einem Kompensationsschreiber (Vollausschlag = 2,5 mV) registriert werden kann. Der Verstärker arbeitet nach folgendem Prinzip: Der Meßstrom wird durch ein Spiegelgalvanometer geleitet, über dessen Spiegel ein Lichtspalt auf zwei in Differenz geschaltete Photozellen abgebildet wird, deren Spannung damit eine Funktion der Eingangsspannung bzw. des Eingangsstromes ist. Die maximale Spannungsverstärkung liegt etwa in der Größenordnung 10^3 bis 10^4 .

Wie bei den Askania-Gravimetern GS 11 und GS 12 muß man auch hier die Frage stellen, inwieweit die Meßwertanzeige am Registrierschreiber von Helligkeits-(Strom-) Schwankungen der Photozellenbeleuchtung des Meßverstärkers beeinflusst wird. Diese Beleuchtung wird zwar aus einem Spannungskonstanthalter gespeist, es wurde jedoch bereits gezeigt [2], daß das von der Firma Askania als Zubehör zur Registrieranlage gelieferte Gerät (Spannungskonstanthalter Typ Tr 1, 11, hier Nr. 39932, der Firma Gustav KLEIN, Schongau Lech) recht temperaturempfindlich ist, je nach Belastung zwischen 0,05 und 0,08 mA/°C. Demgegenüber kann der Einfluß von Netzspannungsschwankungen praktisch vernachlässigt werden [3].

Abb. 1 zeigt die Abhängigkeit der Meßwertanzeige am Registrierschreiber (Meßbereich 250 mm = 100 Skt) vom Strom für die Beleuchtung der Photozellen des Meßverstärkers. Der Parallelwiderstand R_p am Verstärkerausgang beträgt 6,9 K Ω , die Raumtemperatur 20°C. Die Auslenkung des Schreibstiftes ist in den untersuchten Bereichen etwa proportional zu den Änderungen des Lampenstromes; der Einfluß nimmt mit dem Abstand vom Nullpunkt der Meßwertanzeige (Spannungsnull am Verstärkerausgang) zu.

In Abb. 2 ist die Wirkung der Stellung des Schreibstiftes des Registrierschreibers auf die Auslenkung bei Änderungen des Lampenstromes um 1,5 mA dargestellt. Bei Vollausschlag (250 mm = 100 Skt) beträgt die Auslenkung 18 mm.

Will man den Einfluß von Helligkeitsschwankungen der Photozellenbeleuchtung des Meßverstärkers auf die Meßwertanzeige über die gesamte Registrierbreite ausschalten, so muß der Lampenstrom, da das innere Auflösungsvermögen des verwendeten Registrierschreibers etwa 0,5 mm beträgt [4], auf etwa $\pm 0,05$ mA stabilisiert werden.

Es sei hinzugefügt, daß die Empfindlichkeit der Meßwertanzeige gegenüber den Schwankungen des Lampenstromes hier wegen der relativ großen Ausschläge des Meßverstärker galvanometers (im Gegensatz zu den kleinen Ausschlägen des Gravimetermeßsystems) praktisch von der Lage des photoelektrischen Nullpunktes unabhängig ist : eine Justierung der Lampe erbringt keine wesentliche Änderung.

Berücksichtigt man die Temperaturempfindlichkeit des zur Speisung der Photozellenbeleuchtung (des Meßverstärkers) verwendeten Spannungskonstanthalters (siehe oben), so ergibt sich aus Abb. 3, daß die Raumtemperatur zur Vermeidung von Temperatureinflüssen in der Meßwertanzeige (resultierend aus Schwankungen des Lampenstromes) auf etwa $\pm 0,5^\circ \text{C}$ stabilisiert werden muß.

LITERATUR

- [1] ASKANIA-WERKE :
Gebrauchsanleitung zur Gezeitenregistrieranlage, Berlin 1962.
- [2] BONATZ, M. :
Der Einfluß der Raumtemperatur auf die Spannungskonstanthalter zu der Askania-Erdgezeitenregistrieranlage,
Marées Terrestres, Bulletin d'Informations N° 44 (1966) S. 1750.
- [3] BONATZ, M. :
Der Einfluß der Netzspannung auf die Spannungskonstanthalter zu der Askania-Erdgezeitenregistrieranlage,
Marées Terrestres, Bulletin d'Informations N° 43 (1966) S. 1642.
- [4] HARTMANN und BRAUN
Elektronische Kompensationsschreiber Linecomp und Polycomp, Gebrauchsanleitung
TR 13-3, Frankfurt.
-

Der Zusammenhang zwischen Lampenstrom für den Gleichspannungsverstärker und Auslenkung des Schreibstiftes am Linienschreiber. $R_S = 6,9 \text{ k}\Omega$

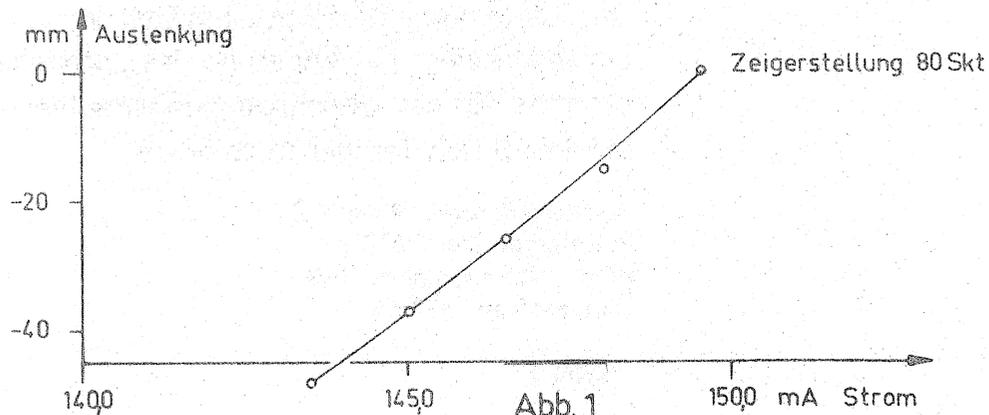
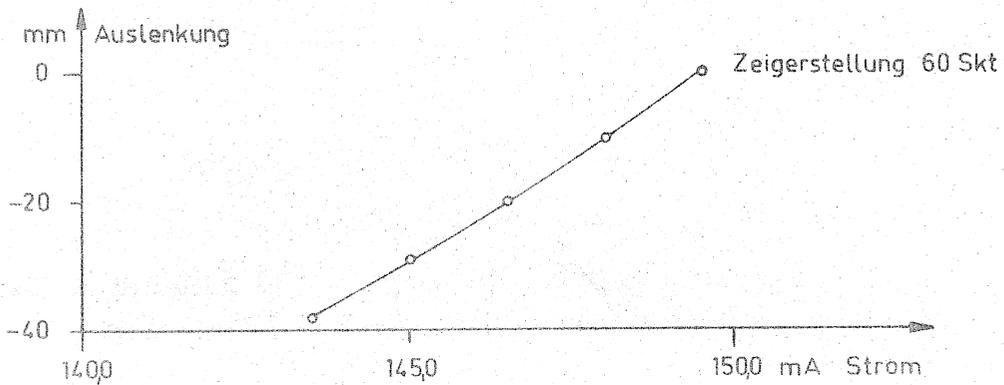
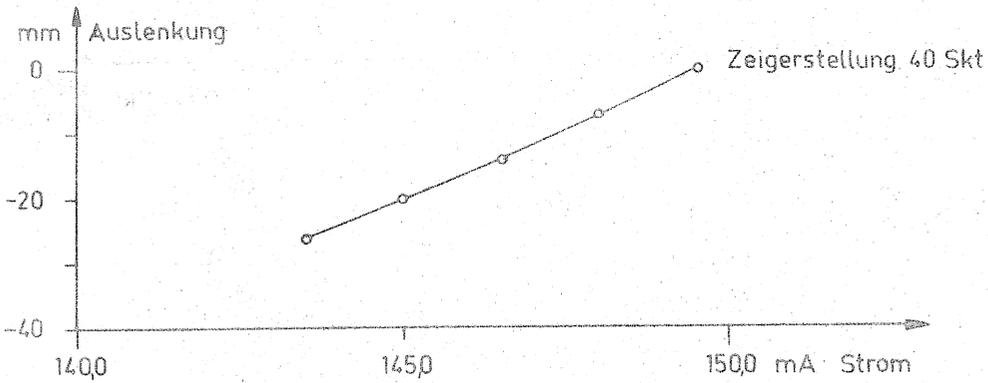
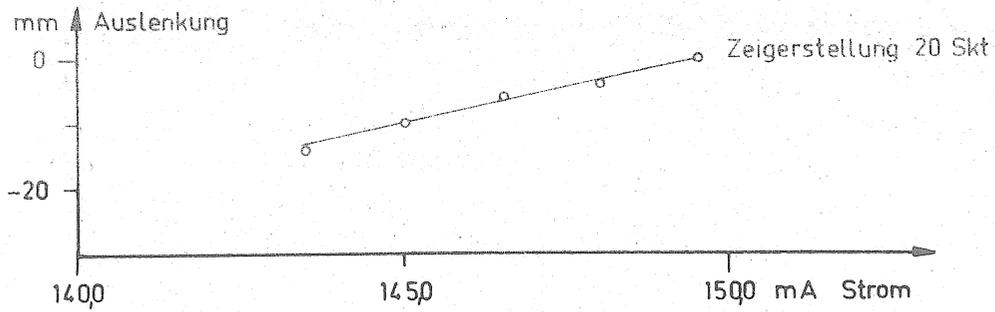


Abb. 1

Die Auslenkung des Schreibstiftes am Linienschreiber bei Änderung des Lampenstromes (150 mA) für den Gleichspannungsmeißverstärker um 15 mA bei verschiedenen Stellungen des Schreibstiftes $R_S = 6,9 \text{ K}\Omega$

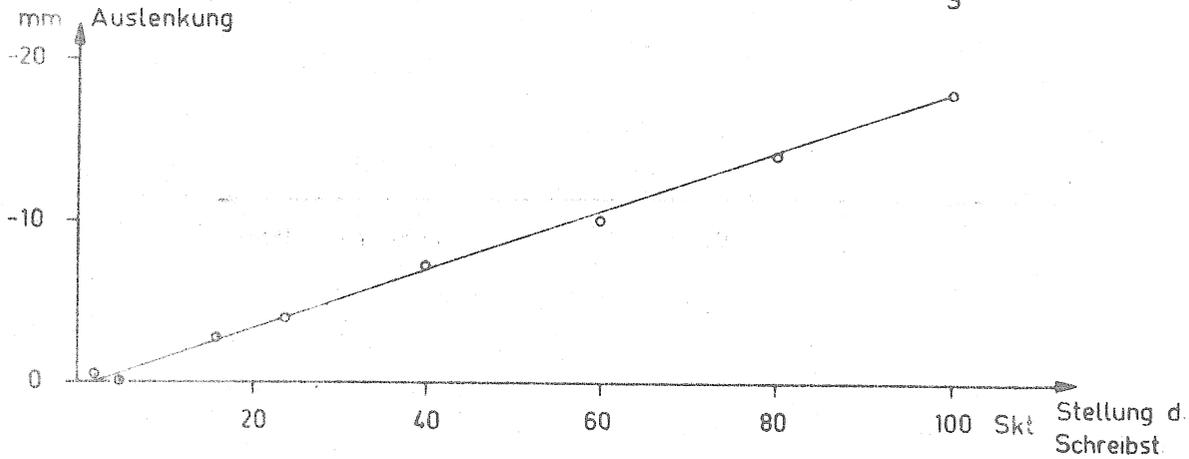
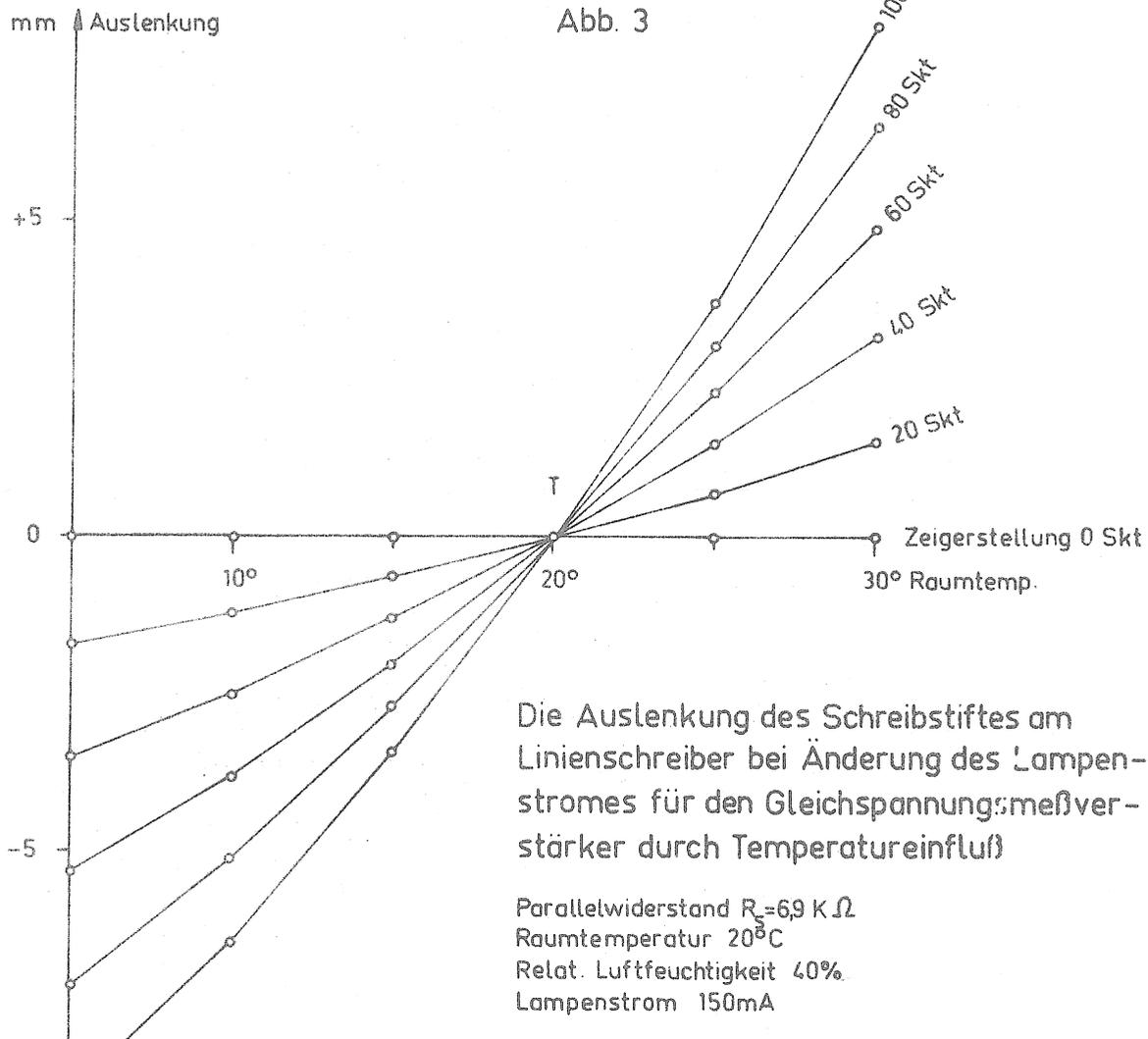


Abb. 3



Die Auslenkung des Schreibstiftes am Linienschreiber bei Änderung des Lampenstromes für den Gleichspannungsmeißverstärker durch Temperatureinfluß

Parallelwiderstand $R_S = 6,9 \text{ K}\Omega$
Raumtemperatur 20°C
Relat. Luftfeuchtigkeit 40%
Lampenstrom 150mA

Abb. 2

ERWIDERUNG AUF DIE BEMERKUNG VON M. BONATZ (Bull. d'Inform. N° 47, S. 1951) ZUM
BEITRAG "DAS VERSCHWINDEN DER EICHSTÖRUNGEN ALS KRITERIUM FÜR DIE RICHTIGE
KORREKTUR DER NICHTLINEARITÄT BEI GRAVIMETERREGISTRIERUNGEN"
(Bull. d'Inform. N° 45, S. 1857)

Dietrich SIMON

M. Bonatz teilt in einer kurzen Notiz im Bull. d'Inf. N° 47 S. 1851 die Ergebnisse seiner Untersuchung von Gangstörungen bei Gravimetern an den Eichtagen mit. Es wurden eichungsbedingte Gangstörungen gefunden, über deren Eigenschaften gesagt wird, daß sie "einseitig" und "unregelmäßig" seien. Bonatz bezieht sich dabei auf drei Beiträge des Verfassers, in denen einerseits die numerischen Auswertemethoden beschrieben werden, die Bonatz wahrscheinlich ebenfalls benutzt hat, andererseits aber auch die Kriterien angegeben werden, die den Verfasser veranlaßt haben, in den von ihm untersuchten Gangstörungen beim Gravimeter GS 11 N° 188 empfindlichkeitsbedingte Gangunregelmäßigkeiten zu sehen. Sie werden zum überwiegenden Teil durch die Nichtlinearität der Registrierskala nur vorgetäuscht. Zur Erläuterung sind in den folgenden Abbildungen 1 und 2 die Registrierkurve (B), die synthetische Gezeitenkurve als Summe der Tiden M_2 , N_2 , S_2 , K_1 , O_1 und Q_1 (A) und die Differenz ($C = B - A$) zwischen beiden, der eigentliche Restgang, aufgetragen. Es wurde beobachtet, daß

1. kräftige Gangstörungen nur nach der ersten Eichverstellung, nicht aber nach der zweiten auftreten ;
2. die Gangstörungen an den Eichtagen eine auffallende Ähnlichkeit mit der synthetischen Gezeitenkurve (A) zeigen, was z.B. am 1.IV., 29.IV., 5.V., 25.V. und 3.VI. deutlich zu sehen ist.

Aus Punkt 2. folgen wegen der Tatsache, daß die Gezeitenbewegungen an den verschiedenen Eichtagen unterschiedliche Gestalt und Amplituden haben, die Eigenschaften :

3. daß sie "unregelmäßig" sind, im Gegensatz zu etwa vorhandenen elastischen Nachwirkungen, bei denen bei gleichgerichteter Eichverstellung die Abklingkurven etwa gleiches Aussehen haben müßten ;
4. daß sie in der Zeit zwischen den beiden Eichverstellungen nicht verschwinden ;
5. daß für die durch die Gangstörung verursachte Verfälschung der Sprunghöhen nicht die absolute Amplitude der Gangstörung ausschlaggebend ist, sondern deren Form. Denn nur vom Verlauf der Gangstörung hängt der zeitliche Mittelwert der 24 einzelnen Sprunghöhenbestimmungen bei der Percey'schen Eichmethode ab. So kann z.B. durch eine kleinere, aber einseitig verlaufende Störung, wie die vom 20.V. (Abb. 2), bei gleichem Anfangssprungwert s_0 eine größere zusätzliche Sprunghöhenverfälschung Δs_0 verursacht werden als durch die größere Gangstörung vom 3.VI. (Abb. 2), bei der sich die Fehler der einzelnen Sprunghöhenbestimmungen herausmitteln.

Bonatz kam aber gerade auf Grund eines statistischen Tests, mit dem er die Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der absoluten Schwankungsbreite der Gangstörung untersuchte und der negativ ausfiel, zu der Auffassung, daß in seinem Falle kein ernsthafter Zusammenhang zwischen Gangstörung und Empfindlichkeit des Gravimeters bestehen könnte. Wegen Punkt 5. müssen wir an der Berechtigung dieser Folgerung zweifeln. Leider hat es Bonatz in seinem Beitrag unterlassen, die beiden für die Beurteilung der Gangstörungen wesentlichen Fragen 1. und 2. zu beantworten und in seinem Artikel dem Leser nicht die Möglichkeit gegeben, sie anhand des Untersuchungsmaterials selbst zu beantworten.

Es muß das Erscheinen des dort unter [4] angekündigten Artikels abgewartet werden. Aus der Notiz geht nicht hervor, ob unter "einseitig" das Auftreten von Gangstörungen nach der ersten und zweiten Eichverstellung immer nur in einer Richtung verstanden wird, oder nur nach der ersten Verstellung wie im Falle von Punkt 1. "Unregelmäßig" kann bedeuten, daß die Gangstörungen nicht wie unter Punkt 2. konform mit den Gezeitenbewegungen verlaufen, aber auch, daß sie von Eichtag zu Eichtag andere Gestalt haben im Sinne von Punkt 3. Schließlich sei noch bemerkt, daß die von M. Bonatz geäußerte Befürchtung einer fälschlichen Anwendung des vom Verfasser vorgeschlagenen Korrekturnverfahrens wegen Punkt 2. unbegründet ist. Selbstverständlich kann es nur dann benutzt werden, wenn die durch die Empfindlichkeitsunterschiede längs der Registrierskalaverursachten Gangstörungen an den Eichtagen überwiegen. Es ist aber eine der Hauptaufgaben im Verlauf der jeweiligen Untersuchung, die Eichstörungen mit den vom Verfasser beschriebenen Auswertemethoden daraufhin zu prüfen. Die experimentellen Beobachtungen von Volkov [1] an vier verschiedenen Askania-Gravimetern GS 11, die beträchtliche Nichtlinearitäten bei den Galvanometerskalen der drei Gravimeter N^o 124, 126, 134 ergaben und nur bei einem Galvanometer (Nr. 135) eine lineare Skala erbrachten, zeigen die Notwendigkeit derartiger Untersuchungen vor allem bei älteren Registrierungen, bei denen die Galvanometer noch nicht kontrolliert und ständig überwacht wurden.

Sollte das von M. Bonatz untersuchte Gravimeter N^o 116 wirklich zu den Geräten gehören, bei denen keine Nichtlinearitätseffekte auftreten, so ist das Untersuchungsergebnis um so interessanter, weil es das Vorhandensein andersartiger Gangstörungen infolge der Eichungen beweisen würde. Die Existenz derartiger Erscheinungen konnte wegen der starken Nichtlinearitätseffekte beim GS 11 N^o 188 nur vermutet werden. Ihre Berücksichtigung bei der Auswertung ist wegen des großen Einflusses der Sprunghöhenfehler auf die Endresultate in jedem Falle erforderlich.

Die starke Empfindlichkeitserhöhung von $\approx 25\%$ ist übrigens auf den Abbildungen beim Vergleich der Eichstörungen mit den synthetischen Gezeitenkurven leicht zu sehen.

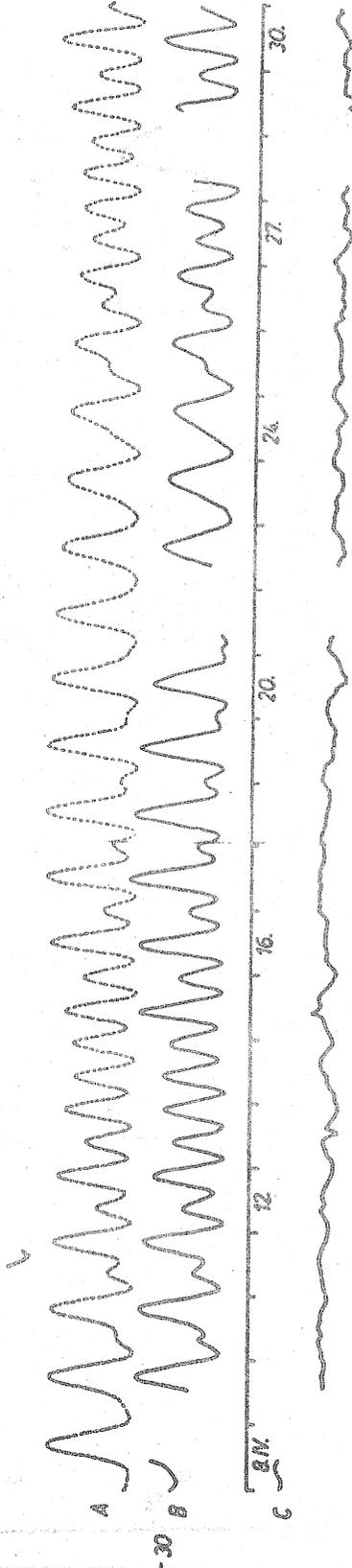
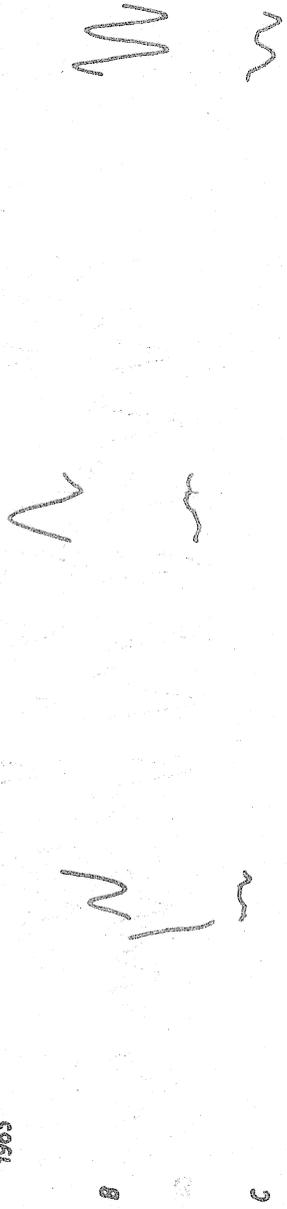
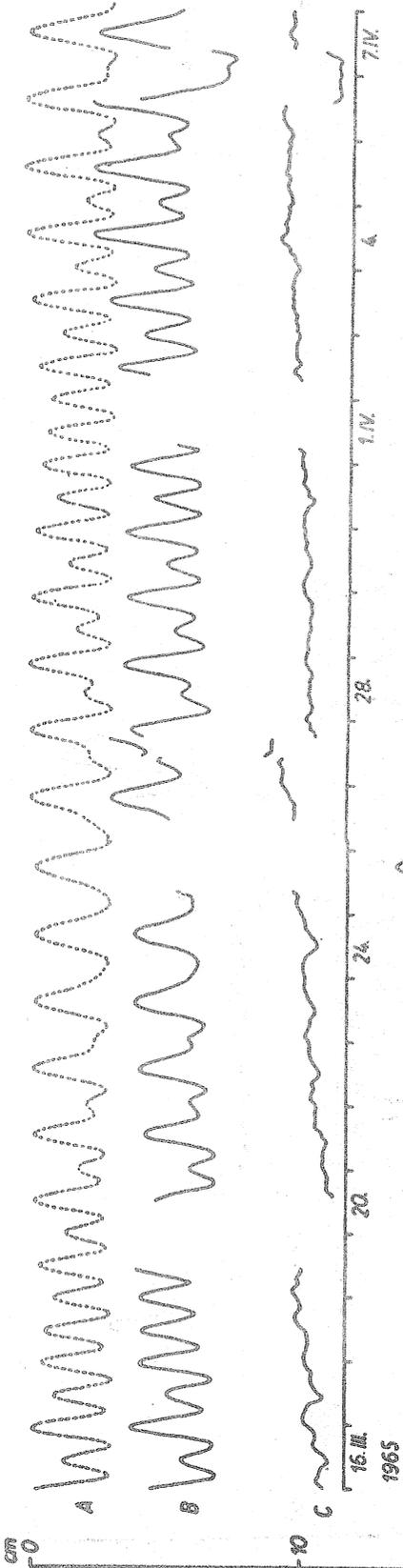
Angesichts der weltweiten Verbreitung der Askania-Gravimeter in der Erdgezeitenforschung ist es wohl notwendig, den Hinweisen aus den Untersuchungen von Volkov, Simon und neuerdings auch von Bonatz nachzugehen und die Ursachen der Gangstörungen an den Eichtagen aufzuklären, die letzten Endes zu Sprunghöhenfehlern und damit zu Verfälschungen der Empfindlichkeitswerte führen.

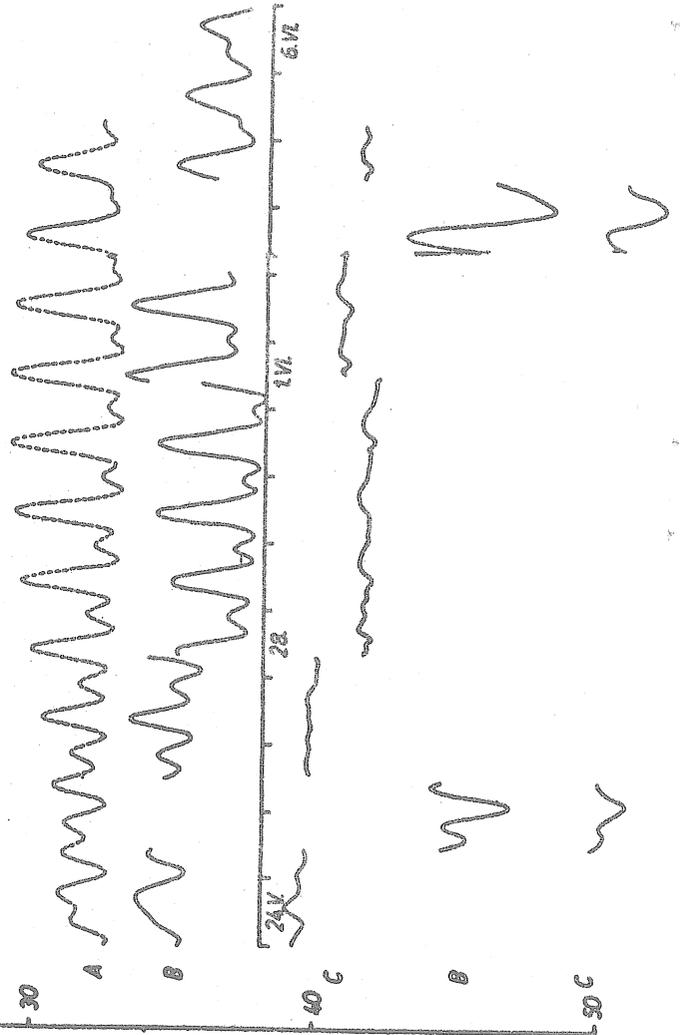
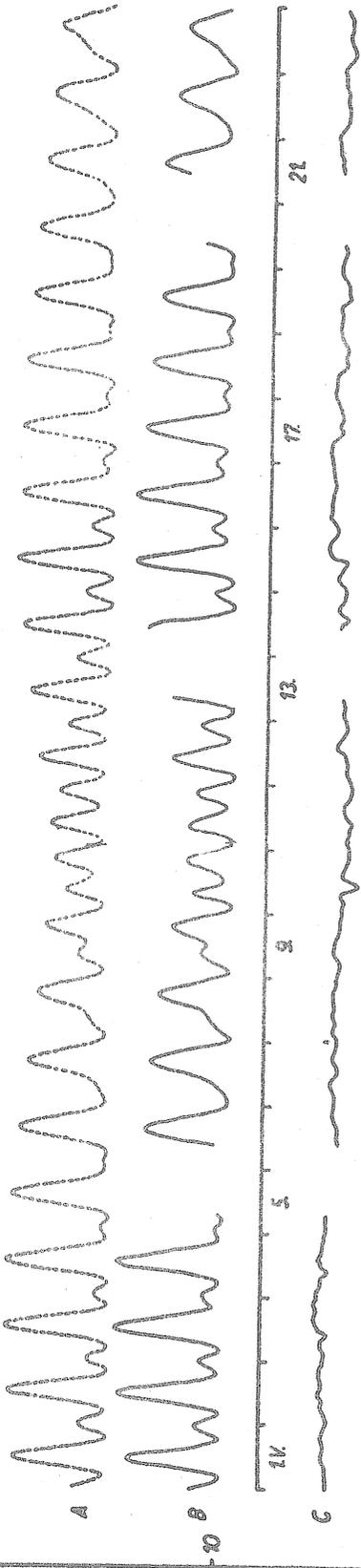
[1] VOLKOV, V.A.

The effect of the non-linearity of the scale of the recorder galvanometer on the results of the earth tides observations. Earth tides Researches.

Articles XIII. Section of IGY Progress N^o 3.

The Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR Moscow 1963





ANALYSES HARMONIQUES DE LONGUES SERIES D'OBSERVATIONS PAR LA METHODE
VENEDIKOV

Compléments au BIM N° 46

P. Melchior

Nous présentons ci-après un ensemble de nouveaux résultats obtenus par cette méthode.

A noter que les constantes relatives à la station de Dannemora ont subi une légère correction et que les résultats publiés antérieurement doivent être remplacés par ceux qui figurent ici.

-2133 bis-

STATION LUXEMBOURG COMPOSANTE VERTICALE GRAND DUCHE DE
49.37N 6.08E H 249 P 20
LUXEMBOURG

MINISTERE DES SCIENCES
GRAVIMETRE ASK 160

J.FLICK

ASK 160 63 4 15	63 8 5
ASK 160 63 8 11	63 8 15
ASK 160 63 8 21	63 8 25
ASK 160 63 9 2	63 11 3
ASK 160 64 1 23	64 2 14
ASK 160 64 3 14	64 8 1
ASK 160 64 8 7	64 11 15
ASK 160 64 11 29	65 8 28
ASK 160 65 9 5	65 12 22
ASK 160 66 7 8	66 12 3
ASK 160 66 12 8	67 1 7
ASK 160 67 1 11	67 2 12

NOMBRE TOTAL DE JOUPS 1058

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	1.20530	0.792
12 - 21	O1	1.16154	-0.234
22 - 29	M1	1.14971	-3.260
30 - 32	P1	1.10516	0.671
33 - 34	S1	*****	-2.348
35 - 40	K1	1.11296	-1.988
41 - 45	J1	1.18946	1.034
46 - 52	OO1	1.01661	3.786

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.04398	1.732
12 - 21	O1	0.00865	0.370
22 - 29	M1	0.11598	5.039
30 - 32	P1	0.01960	0.921
33 - 34	S1	1.16452	40.190
35 - 40	K1	0.00624	0.293
41 - 45	J1	0.10070	4.087
46 - 52	OO1	0.16819	9.325

ERREUR Q.M. D 27.93499

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	1.31383	5.982
6 - 9	N2	1.23101	-0.944
10 - 14	M2	1.20712	0.707
15 - 19	L2	1.14015	-13.993
20 - 21	S2	1.06213	6.437
22 - 27	K2	1.03236	-0.261

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.13333	4.425
6 - 9	N2	0.02647	1.004
10 - 14	M2	0.00535	0.216
15 - 19	L2	0.26184	11.541
20 - 21	S2	0.01114	0.586
22 - 27	K2	0.03846	2.077

ERREUR Q.M. SD 16.86009

STATION BONN 2 COMPOSANTE VERTICALE ALLEMAGNE

50.44N 7.05E H 59 P 2

INSTITUT FUR THEORETISCHE GEODAESIE BONN M.BONATZ
GRAVIMETRE ASK GS 12 85

ASK 85 65 10 14 66 01 01
ASK 85 66 01 15 66 08 12
ASK 85 66 08 17 66 11 26

NOMBRE DE JOURS TOTAL 392

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	1.23694	-1.607
12 - 21	O1	1.18543	-0.425
22 - 29	M1	1.05500	-1.782
30 - 32	P1	1.18463	-0.594
33 - 34	S1	1.76208	59.969
35 - 40	K1	1.17461	-0.492
41 - 45	J1	1.12311	-2.223
46 - 52	OO1	1.07125	1.670

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.04317	0.883
12 - 21	O1	0.00840	0.172
22 - 29	M1	0.09085	1.859
30 - 32	P1	0.02002	0.410
33 - 34	S1	1.17945	24.135
35 - 40	K1	0.00617	0.126
41 - 45	J1	0.10021	2.050
46 - 52	OO1	0.13950	2.854

ERREUR Q.M. D 12.25392

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	1.13528	-1.715
6 - 9	N2	1.21016	0.499
10 - 14	M2	1.21872	0.891
15 - 19	L2	1.41538	-1.039
20 - 21	S2	1.22127	-0.981
22 - 27	K2	1.26009	0.331

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.12859	2.631
6 - 9	N2	0.02566	0.525
10 - 14	M2	0.00508	0.104
15 - 19	L2	0.23193	4.746
20 - 21	S2	0.01055	0.216
22 - 27	K2	0.03278	0.671

ERREUR Q.M. SD 6.47615

STATION STOCKHOLM COMPOSANTE VERTICALE SUEDE

59.21N 18.04E H 29 P 2

INSTITUTIONEN FOR GEODESI STOCKHOLM A.BJERHAMMAR
GRAVIMETRE ASK 168

ASK 168 63 04 10 63 05 14
ASK 168 63 06 09 64 01 08
ASK 168 64 02 10 64 05 15
ASK 168 64 06 08 64 09 25
ASK 168 64 10 13 65 05 12

NOMBRE TOTAL DE JOURS 664

ONDES DIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 11	O1	1.18825	-0.832
12 - 21	O1	1.14561	-1.138
22 - 29	M1	0.99510	-16.354
30 - 32	P1	1.07450	-1.314
33 - 34	S1	1.69888	88.486
35 - 40	K1	1.12412	-0.061
41 - 45	J1	1.42718	-1.469
46 - 52	001	0.98394	-8.723

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	O1	0.05474	2.221
12 - 21	O1	0.01106	0.485
22 - 29	M1	0.17322	10.020
30 - 32	P1	0.02350	1.175
33 - 34	S1	1.40596	27.723
35 - 40	K1	0.00776	0.352
41 - 45	J1	0.12263	3.454
46 - 52	001	0.24291	14.382

ERREUR Q.M. D 24.14801

ONDES SEMIDIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 5	2N2	1.40545	-3.282
6 - 9	N2	1.10575	-4.068
10 - 14	M2	1.14972	-2.631
15 - 19	L2	1.46893	-21.301
20 - 21	S2	1.13220	2.429
22 - 27	K2	1.17647	-1.970

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.20837	6.041
6 - 9	N2	0.04121	1.935
10 - 14	M2	0.00852	0.370
15 - 19	L2	0.49345	13.112
20 - 21	S2	0.01790	0.813
22 - 27	K2	0.06698	2.774

ERREUR Q.M. SD 13.14519

STATION HELSINKI COMPOSANTE VERTICALE FINLANDE

60.10N 24.56E H 12 P 2

GEODEETTINEN LAITOS T.HONKASALO
GRAVIMETRE ASKANIA 187

ASK 187 66 5 28 66 9 17
ASK 187 66 9 20 66 9 24
ASK 187 66 10 1 67 5 21

NOMBRE TOTAL DE JOURS 354

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	O1	1.22048	-0.393
12 - 21	O1	1.12536	-0.155
22 - 29	M1	1.16348	-4.271
30 - 32	P1	1.15253	-1.496
35 - 40	S1K1	1.10021	-0.999
41 - 45	J1	1.11201	-2.979
46 - 52	OO1	1.29689	-0.759

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	O1	0.03598	1.380
12 - 21	O1	0.00712	0.325
22 - 29	M1	0.06499	2.752
30 - 32	P1	0.01709	0.743
35 - 40	S1K1	0.00518	0.254
41 - 45	J1	0.08577	3.982
46 - 52	OO1	0.10916	3.721

ERREUR Q.M. D 12.55617

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	1.17739	-5.837
6 - 9	N2	1.15713	-0.624
10 - 14	M2	1.15753	-0.448
15 - 19	L2	0.90095	-6.409
20 - 21	S2	1.17738	-4.150
22 - 27	K2	1.09324	-4.545

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.08804	3.630
6 - 9	N2	0.01854	0.792
10 - 14	M2	0.00363	0.165
15 - 19	L2	0.13162	9.281
20 - 21	S2	0.00741	0.313
22 - 27	K2	0.02222	1.074

ERREUR Q.M. SD 3.83313

STATION AUSTIN TEXAS COMPOSANTE VERTICALE USA

30.21N 262.16E H 190

LACOSTE-ROMBERG L.LACOSTE
GRAVIMETRE LCR

LCR 60 01 19 60 02 29
LCR 60 05 31 60 09 14
LCR 61 02 28 61 03 04
LCR 61 06 27 61 07 31
LCR 62 03 20 62 04 16
LCR 62 06 20 62 07 24

NOMBRE DE JOURS TOTAL 276

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	1.09693	6.253
12 - 21	O1	1.07795	2.364
22 - 29	M1	1.51579	-8.746
30 - 32	P1	1.21118	-1.948
33 - 34	S1	3.50406	17.991
35 - 40	K1	1.10224	-0.712
41 - 45	J1	1.11288	-18.456
46 - 52	OO1	0.82415	-29.098

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.12707	2.600
12 - 21	O1	0.02543	0.520
22 - 29	M1	0.31838	6.515
30 - 32	P1	0.06735	1.378
33 - 34	S1	3.97468	81.333
35 - 40	K1	0.02470	0.505
41 - 45	J1	0.31777	6.503
46 - 52	OO1	0.87932	17.993

ERREUR Q.M. D 20.66380

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.94006	1.439
6 - 9	N2	1.16505	4.067
10 - 14	M2	1.08351	1.617
15 - 19	L2	0.86980	6.997
20 - 27	S2K2	1.08944	-1.997

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.48676	9.961
6 - 9	N2	0.10021	2.051
10 - 14	M2	0.01863	0.381
15 - 19	L2	0.45411	9.292
20 - 27	S2K2	0.04101	0.839

ERREUR Q.M. SD 38.60354



STATION SCLAIGNEAUX COMPOSANTE EST OUEST BELGIQUE

OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE
50.30N 5.01E H 170

P. MELCHIOR
P 85

PENDULE HORIZONTAL VM 67

VM	67	64	11	12	64	12	14
VM	67	64	12	29	65	8	10
VM	67	66	1	20	66	4	8
VM	67	66	4	15	66	8	23
VM	67	66	9	16	66	10	4
VM	67	66	10	21	66	10	21
VM	67	66	10	28	66	10	28
VM	67	66	11	4	66	11	6
VM	67	66	11	13	66	11	13
VM	67	66	11	18	66	11	28
VM	67	66	12	3	66	12	17
VM	67	66	12	22	67	1	3

NOMBRE TOTAL DE JOURS 544

ONDES DIURNES		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.730328	11.693
12 - 21	O1	0.688355	8.823
22 - 29	M1	0.453665	-37.668
30 - 32	P1	0.653798	13.557
33 - 34	S1	7.375491	-32.076
35 - 40	K1	0.726924	8.818
41 - 45	J1	0.552043	19.364
46 - 52	OO1	1.029412	18.575

ERREURS Q.M.		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.103350	11.104
12 - 21	O1	0.020311	2.456
22 - 29	M1	0.264629	73.669
30 - 32	P1	0.049387	6.640
33 - 34	S1	3.001544	3.141
35 - 40	K1	0.015364	1.671
41 - 45	J1	0.240693	45.250
46 - 52	OO1	0.381161	20.589

ERREUR Q.M. D 80.049319

ONDES SEMIDIURNES		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	1.044357	-21.960
6 - 9	N2	0.774585	10.429
10 - 14	M2	0.844762	9.566
15 - 19	L2	1.533729	49.216
20 - 21	S2	0.714963	-1.035
22 - 27	K2	0.829251	-6.004

ERREURS Q.M.		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.156495	8.223
6 - 9	N2	0.032020	3.059
10 - 14	M2	0.006408	0.514
15 - 19	L2	0.256167	6.239
20 - 21	S2	0.013521	1.485
22 - 27	K2	0.043068	3.591

ERREUR Q.M. SD 45.409795

STATION KANNE COMPOSANTE EW BELGIQUE

50.48N 5.40E

INSTITUT DE GEODESIE LIEGE L.BRAGARD
PENDULE HORIZONTAL VM 72

VM	72	66	1	12	66	2	15
VM	72	66	3	17	66	5	30
VM	72	66	6	8	66	8	29
VM	72	66	11	2	66	11	22
VM	72	66	11	26	66	11	28
VM	72	66	12	3	66	12	13
VM	72	66	12	19	66	12	23
VM	72	66	12	28	66	12	28
VM	72	67	1	7	67	2	14
VM	72	67	2	18	67	5	9

NOMBRE TOTAL DE JOURS 364

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	O1	0.501278	15.183
12 - 21	O1	0.696523	-7.837
22 - 29	M1	0.594516	-17.114
30 - 32	P1	0.647890	-1.104
33 - 34	S1	9.274170	12.919
35 - 40	K1	0.725420	-8.972
41 - 45	J1	0.583060	3.303
46 - 52	001	0.565190	88.275

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	O1	0.122664	27.979
12 - 21	O1	0.024173	2.856
22 - 29	M1	0.235633	38.196
30 - 32	P1	0.062365	8.537
33 - 34	S1	3.981319	2.618
35 - 40	K1	0.019060	2.081
41 - 45	J1	0.291668	49.149
46 - 52	001	0.382956	68.725

ERREUR Q.M. D 80.495341

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.669656	-2.734
6 - 9	N2	0.893594	8.744
10 - 14	M2	0.912453	3.462
15 - 19	L2	0.966902	10.617
20 - 21	S2	0.858759	4.826
22 - 27	K2	0.851087	-3.748

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.154046	19.678
6 - 9	N2	0.032094	2.302
10 - 14	M2	0.006269	0.431
15 - 19	L2	0.264499	16.216
20 - 21	S2	0.012966	0.987
22 - 27	K2	0.038864	3.077

ERREUR Q.M. SD 35.708536

STATION CANNE COMPOSANTE NS BELGIQUE

50.48N 5.40E

INSTITUT DE GEODESIE LIEGE L.BRAGARD
PENDULE HORIZONTAL VM 23

VM 23 66 12 23 67 01 09
VM 23 67 01 20 67 01 31
VM 23 67 02 01 67 03 24

NOMBRE DE JOURS TOTAL 76

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	2.96939	28.118
12 - 21	O1	1.49915	10.548
22 - 29	M1	1.33649	7.062
30 - 40	P1S1K1	0.82515	1.672
41 - 45	J1	3.50155	68.766
46 - 52	OO1	3.03886	81.579

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	1.64743	33.711
12 - 21	O1	0.32819	6.716
22 - 29	M1	2.67465	54.731
30 - 40	P1S1K1	0.23323	4.772
41 - 45	J1	3.84890	78.759
46 - 52	OO1	4.84268	99.095

ERREUR Q.M. D 88.80185

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	2.43365	-16.604
6 - 9	N2	0.83603	3.915
10 - 14	M2	0.75428	-1.165
15 - 19	L2	0.53590	36.748
20 - 27	S2K2	0.75218	2.572

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.64044	13.105
6 - 9	N2	0.13551	2.773
10 - 14	M2	0.02621	0.536
15 - 19	L2	1.22537	25.074
20 - 27	S2K2	0.04800	0.982

ERREUR Q.M. SD 36.54241

STATION BERCHTESGADEN COMPOSANTE EW ALLEMAGNE

47.38N 13.02E H 499 P 200

DEUTSCHEN GEODATISCHEN FORSCHUNGSINSTITUTS MUNICH O.EBERHARD
PENDULE HORIZONTAL TE 2

TE 2 58 02 28 58 03 31
TE 2 58 04 01 58 05 03
TE 2 58 05 14 58 09 18
TE 2 59 01 29 59 03 01
TE 2 59 04 04 59 06 01
TE 2 59 07 02 59 10 02

NOMBRE DE JOURS TOTAL 366

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.57558	-20.688
12 - 21	O1	0.73346	-1.909
22 - 29	M1	1.08596	3.601
30 - 32	P1	0.93672	-6.525
33 - 34	S1	52.14390	71.007
35 - 40	K1	0.81110	-4.984
41 - 45	J1	0.09487	-89.502
46 - 52	OO1	2.33479	53.192

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.41523	8.497
12 - 21	O1	0.07835	1.603
22 - 29	M1	0.79152	16.197
30 - 32	P1	0.18270	3.739
33 - 34	S1	11.91718	243.859
35 - 40	K1	0.06680	1.367
41 - 45	J1	1.02935	21.063
46 - 52	OO1	2.21636	45.353

ERREUR Q.M. D 128.44114

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	1.23141	-12.257
6 - 9	N2	0.77335	-13.053
10 - 14	M2	0.82049	-12.496
15 - 19	L2	0.64382	8.720
20 - 21	S2	0.99982	-3.354
22 - 27	K2	1.03536	-6.842

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.43451	8.891
6 - 9	N2	0.08186	1.675
10 - 14	M2	0.01472	0.301
15 - 19	L2	0.42901	8.779
20 - 21	S2	0.03362	0.688
22 - 27	K2	0.16333	3.342

ERREUR Q.M. SD 67.21595

STATION BERCHTESGADEN COMPOSANTE NS ALLEMAGNE

47.38N 13.02E H 499 P 200

DEUTSCHEN GEODATISCHEN FORSCHUNGSINSTITUTS MUNICH O.EBERHARD
PENDULE HORIZONTAL TE 1

TE 1	58 02 28	58 03 30
TE 1	58 04 02	58 05 02
TE 1	58 05 14	58 09 17
TE 1	59 01 29	59 02 28
TE 1	59 04 04	59 05 31
TE 1	59 07 02	59 10 02

NOMBRE DE JOURS TOTAL 366

ONDES DIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 11	O1	2.94800	-61.410
12 - 21	O1	1.66177	8.645
22 - 29	M1	3.45463	-23.250
30 - 32	P1	1.71447	33.072
33 - 34	S1	98.43099	-30.622
35 - 40	K1	1.45922	34.980
41 - 45	J1	6.33348	-44.285
46 - 52	OO1	14.20920	24.822

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	O1	2.55923	52.369
12 - 21	O1	0.57364	11.738
22 - 29	M1	3.09392	63.310
30 - 32	P1	1.31232	26.854
33 - 34	S1	85.66134	1752.869
35 - 40	K1	0.47977	9.817
41 - 45	J1	4.60995	94.332
46 - 52	OO1	15.93858	326.148

ERREUR Q.M. D 110.84775

ONDES SEMIDIURNES FACT.AMPL. PHASES

1 - 5	2N2	0.65658	-24.827
6 - 9	N2	0.29421	-28.140
10 - 14	M2	0.42188	-28.771
15 - 19	L2	1.11473	-22.165
20 - 21	S2	0.36200	-6.285
22 - 27	K2	0.41935	-67.739

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.75811	15.513
6 - 9	N2	0.14180	2.902
10 - 14	M2	0.02578	0.528
15 - 19	L2	0.83363	17.058
20 - 21	S2	0.05890	1.205
22 - 27	K2	0.28612	5.855

ERREUR Q.M. SD 87.02469

STATION BERCHTESGADEN COMPOSANTE A 42.9 DE NS ALLEMAGNE

47.38N 13.02E H 499 P 200

DEUTSCHEN GEODATISCHEN FORSCHUNGSINSTITUTS MUNICH O.EBERHARD
PENDULE HORIZONTAL TE 1

TE 1 60 04 30 60 05 30
TE 1 60 06 02 60 12 31

NOMBRE DE JOURS TOTAL 242

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.71808	2.395
12 - 21	O1	0.70245	4.106
22 - 29	M1	0.53615	-1.728
30 - 32	P1	0.85678	3.589
35 - 40	K1	0.75632	3.078
41 - 45	J1	0.27855	5.013
46 - 52	OO1	1.74486	130.157

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.74633	15.272
12 - 21	O1	0.19264	3.942
22 - 29	M1	1.33377	27.293
30 - 32	P1	0.33092	6.771
35 - 40	K1	0.12410	2.539
41 - 45	J1	1.28040	26.200
46 - 52	OO1	7.94040	162.483

ERREUR Q.M. D 30.00259

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.83692	-11.880
6 - 9	N2	0.73796	-11.056
10 - 14	M2	0.69820	-12.065
15 - 19	L2	0.73488	-30.251
20 - 27	S2K2	0.59540	-6.905

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.14696	3.007
6 - 9	N2	0.02916	0.597
10 - 14	M2	0.00540	0.110
15 - 19	L2	0.13917	2.848
20 - 27	S2K2	0.01197	0.245

ERREUR Q.M. SD 14.85161

STATION BERCHTESGADEN COMPOSANTE A 42.9 DE NS ALLEMAGNE

47.38N 13.02E H 499 P 200

DEUTSCHEN GEODATISCHEN FORSCHUNGSINSTITUTS MUNICH O. EBERHARD
PENDULE HORIZONTAL YE 1

TE 1 61 03 01 61 05 31
TE 1 61 09 01 61 12 01
TE 1 62 01 01 62 10 31

NOMBRE DE JOURS TOTAL 488

ONDES DIURNES		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 11	O1	0.58340	1.307
12 - 21	O1	0.70190	2.367
22 - 29	M1	0.32783	55.030
30 - 32	P1	0.82510	2.808
33 - 34	S1	0.50133	42.819
35 - 40	K1	0.79998	4.020
41 - 45	J1	0.49096	-40.069
46 - 52	OO1	0.59669	-3.072

ERREURS Q.M.		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 11	O1	0.72121	14.758
12 - 21	O1	0.15089	3.088
22 - 29	M1	0.81094	16.594
30 - 32	P1	0.27565	5.640
33 - 34	S1	16.22136	331.934
35 - 40	K1	0.09984	2.043
41 - 45	J1	1.36627	27.958
46 - 52	OO1	3.77686	77.285

ERREUR Q.M. D 36.72555

ONDES SEMIDIURNES		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.75879	-11.753
6 - 9	N2	0.69426	-12.047
10 - 14	M2	0.68886	-13.697
15 - 19	L2	0.88097	-6.188
20 - 21	S2	0.62390	-8.601
22 - 27	K2	0.61776	-11.127

ERREURS Q.M.		FACT. AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.13031	2.666
6 - 9	N2	0.02480	0.507
10 - 14	M2	0.00458	0.094
15 - 19	L2	0.15610	3.194
20 - 21	S2	0.01012	0.207
22 - 27	K2	0.04650	0.951

ERREUR Q.M. SD 18.26794

STATE OF TEXAS, COMMISSION ON THE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION

REPORT OF THE COMMISSION ON THE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION

FOR THE YEAR ENDING SEPTEMBER 30, 1964

THE COMMISSION ON THE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
HAS THE HONOR TO SUBMIT TO YOU THIS REPORT
ON THE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION FOR THE YEAR
ENDING SEPTEMBER 30, 1964.

YOUR COOPERATION AND ASSISTANCE IN THE
PREPARATION OF THIS REPORT IS APPRECIATED.

RESPECTFULLY,
COMMISSIONER OF TRANSPORTATION

STATE OF TEXAS
COMMISSION ON THE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
FOR THE YEAR ENDING SEPTEMBER 30, 1964

STATE OF TEXAS
COMMISSION ON THE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
FOR THE YEAR ENDING SEPTEMBER 30, 1964

STATE OF TEXAS
COMMISSION ON THE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
FOR THE YEAR ENDING SEPTEMBER 30, 1964

STATE OF TEXAS
COMMISSION ON THE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
FOR THE YEAR ENDING SEPTEMBER 30, 1964

STATE OF TEXAS
COMMISSION ON THE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
FOR THE YEAR ENDING SEPTEMBER 30, 1964

STATE OF TEXAS
COMMISSION ON THE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
FOR THE YEAR ENDING SEPTEMBER 30, 1964

STATE OF TEXAS
COMMISSION ON THE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
FOR THE YEAR ENDING SEPTEMBER 30, 1964

STATION BERCHTESGADEN COMPOSANTE A 42.9 DE EW ALLEMAGNE

47.38N 13.02E H 499 P 200

DEUTSCHEN GEODATISCHEN FORSCHUNGSINSTITUTS MUNICH O.EBERHARD
PENDULE HORIZONTAL TE 2

TE 2 60 04 30 60 05 30
TE 2 60 06 02 60 12 31
TE 2 61 03 01 61 05 31
TE 2 61 09 01 61 12 01
TE 2 62 01 01 62 10 31

NOMBRE DE JOURS TOTAL 730

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.58159	20.620
12 - 21	O1	0.62643	-1.034
22 - 29	M1	0.95412	26.929
30 - 32	P1	0.62694	-8.463
33 - 34	S1	18.44260	12.497
35 - 40	K1	0.61925	-7.923
41 - 45	J1	0.40879	44.557
46 - 52	OO1	1.15044	19.450

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.11450	2.343
12 - 21	O1	0.02198	0.450
22 - 29	M1	0.22759	4.657
30 - 32	P1	0.04059	0.831
33 - 34	S1	2.42154	49.551
35 - 40	K1	0.01480	0.303
41 - 45	J1	0.28239	5.778
46 - 52	OO1	0.61284	12.540

ERREUR Q.M. D 52.88013

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.69397	1.803
6 - 9	N2	0.68841	-1.304
10 - 14	M2	0.67281	-3.503
15 - 19	L2	0.66113	-5.653
20 - 21	S2	0.59761	-11.461
22 - 27	K2	0.71980	-12.054

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.10323	2.112
6 - 9	N2	0.02022	0.414
10 - 14	M2	0.00371	0.076
15 - 19	L2	0.10208	2.089
20 - 21	S2	0.00821	0.168
22 - 27	K2	0.03844	0.787

ERREUR Q.M. SD 23.89044

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 13	64 02 20	64 05 06	64 08 31
VM 40	64 11 06	64 11 23	64 11 27	65 02 02
VM 40	65 02 26	65 05 30	65 06 03	65 08 01
VM 40	65 08 08	65 11 21	66 05 18	66 05 31
VM 40	66 06 07	66 08 01	66 08 09	66 08 20
VM 40	66 08 24	66 08 29	66 09 08	66 10 31
VM 40	66 11 04	66 12 13	67 01 04	67 01 05
VM 40	67 01 11	67 02 23		

NOMBRE DE JOURS TOTAL 760

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.75176	8.725
12 - 21	O1	0.75485	5.710
22 - 29	M1	1.04309	-6.545
30 - 32	P1	1.01206	-4.431
33 - 34	S1	2.04743	-44.876
35 - 40	K1	0.82866	0.198
41 - 45	J1	1.55705	-42.139
46 - 52	OO1	0.97531	-34.647

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.24098	4.931
12 - 21	O1	0.04666	0.955
22 - 29	M1	0.59926	12.263
30 - 32	P1	0.10840	2.218
33 - 34	S1	6.36743	130.295
35 - 40	K1	0.03431	0.702
41 - 45	J1	0.57504	11.767
46 - 52	OO1	0.90225	18.463

ERREUR Q.M. D 98.70287

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.65777	-14.191
6 - 9	N2	0.65431	-12.119
10 - 14	M2	0.58780	-9.037
15 - 19	L2	0.86227	-42.826
20 - 21	S2	0.61076	-0.142
22 - 27	K2	0.58219	-0.613

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.22188	4.540
6 - 9	N2	0.04505	0.922
10 - 14	M2	0.00894	0.183
15 - 19	L2	0.35894	7.345
20 - 21	S2	0.01883	0.385
22 - 27	K2	0.06226	1.274

ERREUR Q.M. SD 36.01707

STATION DANNEMORA COMPOSANTE EW SUEDE

GEODETIC INSTITUTE UPPSALA E.TENGSTROM
 PENDULE HORIZONTAL VM 38

VM 38	64 05 06	64 09 20
VM 38	64 11 06	65 02 01
VM 38	65 02 27	65 05 30
VM 38	65 06 03	65 08 01
VM 38	65 08 08	66 02 17
VM 38	66 02 23	66 05 01
VM 38	66 05 03	66 05 12
VM 38	66 05 24	66 05 29
VM 38	66 06 14	66 06 21
VM 38	66 06 28	66 09 05
VM 38	66 09 08	67 01 05
VM 38	67 01 11	67 02 27

NOMBRE DE JOURS TOTAL 898

ONDES DIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.71634	8.162
12 - 21	O1	0.67952	0.936
22 - 29	M1	0.84188	-3.354
30 - 32	P1	0.65352	-12.465
33 - 34	S1	9.02798	10.856
35 - 40	K1	0.70977	-3.905
41 - 45	J1	0.59549	-30.308
46 - 52	OO1	0.43455	-14.215

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 11	Q1	0.10672	2.184
12 - 21	O1	0.02121	0.434
22 - 29	M1	0.27539	5.635
30 - 32	P1	0.04895	1.002
33 - 34	S1	2.89705	59.282
35 - 40	K1	0.01535	0.314
41 - 45	J1	0.24833	5.082
46 - 52	OO1	0.39340	8.050

ERREUR Q.M. D 84.79420

ONDES SEMIDIURNES		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.60174	9.426
6 - 9	N2	0.65163	2.580
10 - 14	M2	0.64297	4.031
15 - 19	L2	0.96035	-3.402
20 - 21	S2	0.65233	5.995
22 - 27	K2	0.65176	1.324

ERREURS Q.M.		FACT.AMPL.	PHASES
1 - 5	2N2	0.08928	1.827
6 - 9	N2	0.01837	0.376
10 - 14	M2	0.00369	0.076
15 - 19	L2	0.15405	3.152
20 - 21	S2	0.00768	0.157
22 - 27	K2	0.02492	0.510

ERREUR Q.M. SD 18.61127

