

MAREES TERRESTRES.

BULLETIN d'INFORMATIONS

N° 14

20 janvier 1959

Association Internationale de Géodésie
Commission Permanente des Marées Terrestres.

Editeur : Dr. Paul MELCHIOR
Observatoire Royal de Belgique
3, Avenue Circulaire
Bruxelles 18

Belgique.

R. LECOLAZET

(Institut de Physique du Globe de Strasbourg)

Le développement harmonique
des déviations périodiques théoriques
de la verticale.

1 - A.T. DOODSON a donné [1] un développement purement harmonique du potentiel générateur de la marée, extrêmement utile pour l'analyse précise des observations. On peut en déduire le développement des variations théoriques de la pesanteur [2] [3] et celui des déviations théoriques de la verticale [2]. Dans le présent article nous reprenons les calculs de J. BARTELS [2], concernant la déviation de la verticale, avec des notations un peu différentes, en tenant davantage compte de l'ellipticité de la terre. Nous explicitons finalement les termes principaux du développement harmonique des composantes de la déviation de la verticale, nécessaires à l'application de notre méthode d'analyse harmonique [3].

2 - Expression précise du coefficient G du développement de A.T.DOODSON.

Avec les notations de A.T. DOODSON [1] et en négligeant les termes du 4ème ordre, le potentiel générateur de la marée lunaire est :

$$V = G \left[\frac{2}{3} (3 \cos^2 \vartheta - 1) \left(\frac{c}{r} \right)^3 + \frac{2}{3} (5 \cos^3 \vartheta - 3 \cos \vartheta) \left(\frac{c}{r} \right)^4 \left(\frac{e}{c} \right) \right],$$

que nous écrirons :

$$V = G (W_2 + W_3),$$

en posant

$$W_2 = \frac{2}{3} (3 \cos^2 \vartheta - 1) \left(\frac{c}{r} \right)^3$$

$$W_3 = \frac{2}{3} (5 \cos^3 \vartheta - 3 \cos \vartheta) \left(\frac{c}{r} \right)^4 \left(\frac{e}{c} \right)$$

Dans ces expressions ϑ désigne la distance zénithale géocentrique de la lune, r la distance des centres de la terre et de la lune, $\frac{1}{c}$ la valeur moyenne de $\frac{1}{r}$, ρ le rayon vecteur du point de la terre considéré. Dans le terme W_3 , $\frac{\rho}{c}$ peut être considéré comme constant et égal à la parallaxe horizontale équatoriale moyenne de la lune (en ce qui concerne les déviations de la verticale)

G est un coefficient dont l'expression primitive est :

$$(1) \quad G = \frac{3}{4} \frac{\mu M \rho^2}{c^3}$$

où μ désigne la constante de la gravitation et M la masse de la lune.

L'usage général, auquel s'est conformé A.T. DOODSON, veut que l'on transforme l'expression (1) précédente en faisant intervenir la masse E de la terre, le rayon "moyen" de celle-ci et la valeur "moyenne" de la pesanteur, que nous désignerons ici respectivement par ρ_m et g_m . On pose à cet effet :

$$g_m = \frac{\mu E}{\rho_m^2}$$

et G prend la forme :

$$G = \frac{3}{4} \frac{M}{E} \frac{g_m \rho_m^2 \rho^2}{c^3}$$

On fait ainsi disparaître le produit μM que l'on ne connaît pas avec précision pour faire apparaître le rapport $\frac{M}{E}$ que l'on connaît mieux, mais du même coup on fait intervenir la pesanteur "moyenne" dont la valeur numérique est mal définie parce qu'elle n'a pas de signification physique et le rayon "moyen" de la terre, ce qui est une complication inutile.

Pour l'étude des marées, la valeur numérique du coefficient G a peu d'importance; il n'en est pas de même pour celle des marées terrestres : le facteur de $\frac{M}{E}$ ne doit pas être calculé en y introduisant la pesanteur "moyenne"

mais en utilisant une relation entre une valeur numérique de g bien déterminée et la masse de la terre. Cette relation est naturellement la formule classique qui donne l'expression de la pesanteur à l'équateur d'une terre idéale, de même masse que la terre réelle, et limitée par une surface de niveau en forme d'ellipsoïde de révolution. Avec les notations du présent article et en négligeant les termes d'ordre supérieur au second, cette formule est la suivante ([4], p.49)

$$\gamma_e = \frac{\omega^2 E}{2} \left(1 + \alpha - \frac{3}{2} d - \alpha^2 - \frac{1}{2} \alpha d + \frac{9}{4} d^2 \right)$$

$\frac{\omega^2 a}{\gamma_e}$ où ω est la vitesse angulaire de rotation de la terre. a désigne le rayon équatorial, α l'aplatissement et d l'expression

Les valeurs numériques sont ([4], p. 52) :

$$\gamma_e = 978,049 ; \quad \alpha = \frac{1}{297,00} = 0,0033670 ; \quad d = 0,0034678.$$

On a donc

$$\mu = \frac{979,837 a^2}{E}$$

D'autre part, comme nous n'envisageons ici que des dérivations dans le plan horizontal, on peut poser que le rayon vecteur du point considéré de latitude vraie λ , d'altitude h , est, avec une approximation plus que suffisante :

$$\rho = a \left(1 - \alpha \sin^2 \lambda + \frac{h}{a} \right)$$

Portant les expressions précédentes de μ et de ρ dans la formule (1), il vient :

$$G = \frac{979,837 \times 3}{4} \cdot \frac{M}{E} \cdot \frac{a^3}{c^3} \cdot a \left(1 - 2\alpha \sin^2 \lambda + \frac{2h}{a} \right)$$

$\frac{a}{c}$ est le sinus de la parallaxe horizontale équatoriale moyenne de la lune, égal à 0,0165929.

En prenant avec A.T. DOODSON, $\frac{E}{M} = 81,53$ et en introduisant une valeur conventionnelle ronde de g , égale à 980, à la place du nombre peu commode 979,837, l'expression de G devient finalement :

$$(2) \quad G = 0,420183 \cdot 10^{-7} \times 980 \times a \left(1 - 2\alpha \sin^2 \lambda + \frac{2h}{a} \right) *$$

Nous rappelons que a désigne le rayon équatorial de l'ellipsoïde international ($a = 6.378.388$ m), α l'aplatissement, λ la latitude vraie (ou géographique) du lieu considéré et h son altitude.

En vue des calculs ultérieurs, nous n'avons pas inclus le nombre 980 ni la valeur du rayon équatorial dans le facteur numérique. Bien entendu le nombre de chiffres significatifs de ce facteur ne doit pas faire illusion, en raison, mais en raison seulement, de l'incertitude sur la valeur numérique de $\frac{E}{M}$.

3-

Expression des composantes de la déviation de la verticale.-

Comme en Géodésie, nous désignerons par ξ et η les composantes nord et est de la déviation de la verticale :

ξ est alors positif si le fil à plomb est dévié vers le sud
et η est positif s'il est dévié vers l'ouest.

* : Cette expression de G n'est utilisable que pour le calcul des déviations de la verticale. Si l'on voulait calculer aussi la dérivée verticale du potentiel, il faudrait employer l'expression :

$$G = 0,420183 \cdot 10^{-7} \times 980 \times \frac{\rho^2}{a}$$

La surface de niveau qui contient le lieu considéré, d'altitude h , peut être assimilée à un ellipsoïde de révolution, de rayon équatorial $a + h$, d'aplatissement α . Les rayons de courbure R_1 et R_2 de l'ellipse méridienne et du parallèle du lieu de latitude vraie λ , de latitude géocentrique ψ , sont, en négligeant les termes du second ordre :

$$R_1 = a \left(1 - 2\alpha + 3\alpha \sin^2 \lambda + \frac{h}{a} \right)$$

$$R_2 = \rho \cos \psi = a \left(1 - \alpha \sin^2 \lambda + \frac{h}{a} \right) \cos \psi$$

V désignant toujours le potentiel générateur de la marée, si nous désignons encore par L la longitude occidentale du lieu et par g l'accélération de la pesanteur en ce lieu, les expressions de ξ et de η sont les suivantes :

$$\xi = - \frac{1}{g} \frac{\partial V}{R_1 \partial \lambda}$$

$$\eta = \frac{1}{g} \frac{\partial V}{R_2 \partial L}$$

Or V renferme en facteur le coefficient G ; R_1 et R_2 ont en commun le facteur $a \left(1 + \frac{h}{a} \right)$; par conséquent ξ et η ont en commun le facteur

$$\frac{G}{ga \left(1 + \frac{h}{a} \right)}$$

dont l'expression devient en tenant compte de la formule (2) :

$$0,420183 \cdot 10^{-7} \times \frac{980}{g} \left(1 - 2\alpha \sin^2 \lambda + \frac{h}{a} \right)$$

Nous prendrons comme unité, pour ξ et η le dix millionième de seconde d'arc ($10^{-7}''$) . Le coefficient précédent, que nous désignerons par F' , devient alors :

$$F' = 86669 \times \frac{980}{g} \left(1 - 2\alpha \sin^2 \lambda + \frac{h}{a} \right)$$

4.-

Première partie du développement harmonique de ξ

Nous avons, avec les notations introduites précédemment :

$$\xi = - \frac{1}{gR_1} \frac{\partial}{\partial \lambda} \left[G (W_2 + W_3) \right]$$

ou

$$\xi = \xi_1 + \xi_2$$

avec

$$\xi_1 = - \frac{G}{gR_1} \frac{\partial (W_2 + W_3)}{\partial \lambda}$$

$$\xi_2 = - \frac{1}{gR_1} \frac{dG}{d\lambda} (W_2 + W_3)$$

ξ_1 est évidemment la partie largement prépondérante de ξ et ξ_2 peut être considéré comme un terme correctif (il provient du fait que la verticale non troublée n'est pas "géocentrique").

Nous allons chercher d'abord le développement harmonique de ξ_1 .

Tenant compte des expressions de G et de R_1 et de la définition précédente de F' , il vient d'abord

$$\xi_1 = - (1 + 2\alpha - 3\alpha \sin^2 \lambda) F' \frac{\partial (W_2 + W_3)}{\partial \lambda}$$

Le développement harmonique de $W_2 + W_3$ a été donné par A.T. DOODSON mais la latitude λ qui y figure est la latitude géocentrique que nous désignons ici par ψ . La relation entre ψ et λ étant

$$\psi = \lambda - \alpha \sin 2\lambda,$$

il vient :

$$\frac{d\psi}{d\lambda} = 1 - 2\alpha \cos 2\lambda = 1 - 2\alpha + 4\alpha \sin^2 \lambda$$

et :

$$\xi_1 = - F \frac{\partial (W_2 + W_3)}{\partial \psi},$$

en posant

$$F = (1 + \alpha \sin^2 \lambda) \quad F' = 86669 \times \frac{980}{g} (1 - \alpha \sin^2 \lambda + \frac{h}{a})$$

Le développement harmonique de ξ_1 , se déduit donc simplement du développement harmonique de V, donné par A.T. DOODSON, en remplaçant

G_0	par	$\frac{3}{2} F \sin 2\psi$
G_1	"	$-2 F \cos 2\psi$
G_2	"	$F \sin 2\psi$
G'_0	"	$3,35409 F \cos \psi (5 \sin^2 \psi - 1) *$
G'_1	"	$0,72618 F \sin \psi (15 \cos^2 \psi - 4)$
G'_2	"	$2,59808 F \cos \psi (2 - 3 \cos^2 \psi)$
G'_3	"	$3 F \cos^2 \psi \sin \psi$

5.- Deuxième partie du développement harmonique de ξ .

Considérons maintenant le terme correctif ξ_2 , défini au n° précédent :

$$\xi_2 = - \frac{1}{gR_1} \frac{dG}{d\lambda} (W_2 + W_3)$$

En comparant avec l'expression de V, on voit que le développement harmonique de ξ_2 se déduit du développement du potentiel en remplaçant simplement G par $-\frac{1}{gR_1} \frac{dG}{d\lambda}$. Calculons ce coefficient.

Nous avons d'abord, très sensiblement :

$$\frac{dG}{d\lambda} = - 2 \alpha G \sin 2\lambda$$

On peut écrire ensuite, étant donné que $\frac{G}{gR_1}$ et F ne diffèrent que par des termes du second ordre, de même que λ et ψ :

$$-\frac{1}{gR_1} \frac{dG}{d\lambda} = 2 \alpha F \sin 2\psi$$

* D'après J. BARTELS [2] le coefficient numérique de ce facteur serait 3/2 au lieu de 3,35409. Cela résulterait d'une erreur de calcul de A.T.DOODSON, corrigée par W. HORN; cf [2], note en bas de la page 751- Personnellement, nous n'avons pas retrouvé cette erreur.

La forme de ce coefficient permet de confondre simplement en un seul développement ceux de ξ_1 et ξ_2 . Les termes du développement de W_3 étant d'amplitude relativement petite par rapport à ceux du développement de W_2 , on peut négliger les termes correspondants du développement de ξ_2

6 - Développement harmonique complet de ξ .

D'après ce qui précède, le développement harmonique de ξ se déduit finalement du développement du potentiel donné par A.T. DOODSON en remplaçant

$$\begin{array}{lll} G_0 & \text{par} & X_0 = \frac{3}{2} F \sin 2\psi \left[1 + \frac{2}{3} (1 - 3 \sin^2 \psi) \right] \\ G_1 & " & X_1 = -2F (\cos 2\psi - \alpha \sin^2 2\psi) \\ G_2 & " & X_2 = F \sin 2\psi (1 + 2\alpha \cos^2 \psi) \end{array}$$

et G'_0, G'_1, G'_2, G'_3 par les expressions données au n° 4 et que nous désignerons respectivement par X'_0, X'_1, X'_2, X'_3 .

7 - Développement harmonique de η

Nous avons :

$$\eta = \frac{G}{gR_2} \frac{\partial (W_2 + W_3)}{\partial L}$$

ou

$$\eta = \frac{1 + \alpha \sin^2 \lambda}{\cos \psi} F' \frac{\partial (W_2 + W_3)}{\partial L}$$

Les arguments des ondes du développement de W_2 et W_3 sont fonctions de la longitude par l'intermédiaire de ζ , heure lunaire moyenne locale ($\frac{d\zeta}{dL} = -1$). Le développement de η ne comporte pas d'onde à longue période. En ce qui concerne les autres ondes, leur amplitude contient toujours en facteur $\cos \psi$; le facteur commun à tous les termes du développement de devient ainsi :

$$(1 + \alpha \sin^2 \lambda) F' = F$$

Nous retrouvons le coefficient F que nous avons défini précédemment à propos du développement de ξ

Le développement harmonique de η se déduit finalement du développement de A.T. DOODSON

1°) en remplaçant

G_1	par	$Y_1 = 2 F \sin \psi$
G_2	"	$Y_2 = 2 F \cos \psi$
G'_1	"	$Y'_1 = 0,72618 F (1 - 5 \sin^2 \psi)$
G'_2	"	$Y'_2 = 2,59808 F \sin 2\psi$
G'_3	"	$Y'_3 = 3 F \cos^2 \psi$

2°) en remplaçant le cosinus des arguments par leur sinus et leur sinus par leur cosinus changé de signe, ce qui revient à retrancher $\frac{\pi}{2}$ à tous les arguments.

8 - Principales ondes diurnes et semi-diurnes des développements de ξ et η .

En vue de l'application de notre méthode d'analyse harmonique aux déviations observées de la verticale, nous avons dressé les tableaux des principales ondes diurnes et semi-diurnes des développements harmoniques de ξ et η , comme nous l'avons fait pour la marée gravimétrique théorique ([3], tableaux VII et VIII) - Ces tableaux sont les tableaux I, II, III et IV suivants.

Chaque onde y figure par le symbole (argument number) de A.T. DOODSON, par l'expression de son argument en fonction des variables astronomiques τ , s , h , p , N' , p_1 * et par son amplitude H_1 , produit du facteur numérique de A.T.

* Pour la définition et le calcul des valeurs numériques de ces variables, cf. le mémoire de A.T. DOODSON [1], celui de J. BARTELS [2] ou notre publication [3].

DOODSON , (éventuellement changé de signe) par l'un des coefficients géodésiques (si le coefficient ne figure pas expressément il est égal à X_1 , X_2 , Y_1 , Y_2 pour les tableaux I, II, III, IV, respectivement).

Dans l'expression des arguments nous avons ajouté ou retranché π ou $\frac{\pi}{2}$ pour ramener toutes les ondes à la forme

$$H_1 \cos x$$

où H_1 est l'amplitude et x l'argument.

Pour calculer les coefficients géodésiques qui dépendent en premier lieu de la latitude du lieu considéré, on doit calculer d'abord :

$$F = 86669 \times \frac{980}{g} \left(1 - \alpha \sin^2 \lambda + \frac{h}{a} \right)$$

où λ est la latitude vraie du lieu, h son altitude, g l'accélération de la pesanteur en ce lieu, a le rayon équatorial de l'ellipsoïde international, égal à 6.378.388 mètres et α l'aplatissement, égal à 0,0033670 (en général $\frac{h}{a}$ est naturellement tout à fait négligeable).

On calcule ensuite la latitude géocentrique par la relation

$$\psi = \lambda - \alpha \sin 2\lambda$$

(à 45° de latitude la différence entre ψ et λ est maximum et égale à 12' environ, ce qui n'est pas négligeable, contrairement à ce que nous avons écrit à propos de la marée gravimétrique [3]).

On calcule enfin les coefficients géodésiques par les formules déjà écrites et que nous reproduisons ci-dessous :

$$X_1 = - 2 F (\cos 2\psi - \alpha \sin^2 2\psi)$$

$$X'_1 = 0,72618 F \sin \psi (15 \cos^2 \psi - 4)$$

$$X_2 = F \sin 2\psi (1 + 2\alpha \cos^2 \psi)$$

$$X'_2 = 2,59808 F \cos \psi (2 - 3 \cos^2 \psi)$$

$$Y_1 = 2 F \sin \psi$$

$$Y'_1 = 0,72618 F (1 - 5 \sin^2 \psi)$$

$$Y_2 = 2 F \cos \psi$$

$$Y'_2 = 2,59808 F \sin 2 \psi$$

Les amplitudes H_1 sont exprimées avec une unité égale au dix millionième de seconde d'arc (0,000 000 1").

BIBLIOGRAPHIE.

- 1 - A.T. DOODSON, The harmonic development of the tide-generating potential. Proc. Roy. Soc., Sér. A, 100, 1921 305 et suiv.
ou Développement harmonique du potentiel générateur de la marée. Rev. Hydr. Int. , XXXI, n° 1, mai 1954, 37-61.
 - 2 - J. BARTELS, Gezeitenkräfte. Handbuch der Physik, XLVIII Bd, Geophysik II, Springer Berlin 1957, pp. 734 - 774
 - 3 - R.LECOLAZET, La méthode utilisée à Strasbourg pour l'analyse harmonique de la marée gravimétrique.
B.I.M., n° 10, 1er février 1958, 153-166.
 - 4 - W.A.HEISKANEN, The Earth and its Gravity Field, Mc Graw-Hill
- F.A. VENING MEINESE, 1958.
-

TABLEAU I

Principales ondes diurnes de la déviation théorique de la verticale

Composante nord (ξ)

Symboles de Darwin	Argument number Doodson	τ	s	h	p	N'	p_1	π	$\frac{\pi}{2}$	Amplitude $H_1 \times 10^5$
	115855	1	-4	0	3	0	0		-	108 x_1
	117655	1	-4	2	1	0	0		-	278
$2Q_1$	125745	1	-3	0	2	-1	0		-	180
	755	1	-3	0	2	0	0		-	955
Q_1	127545	1	-3	2	0	-1	0		-	218
	555	1	-3	2	0	0	0		-	1153
	135555	1	-2	0	0	0	0	+	-	211 x_1
	645	1	-2	0	1	-1	0		-	1360 x_1
	655	1	-2	0	1	0	0		-	7216
P_1	137445	1	-2	2	-1	-1	0		-	258
	455	1	-2	2	-1	0	0		-	1371
	143755	1	-1	-2	2	0	0		+	113
	144556	1	-1	-1	0	0	1		+	130
	145535	1	-1	0	0	-2	0		+	218
O_1	545	1	-1	0	0	-1	0		-	7105
	555	1	-1	0	0	0	0		-	37689
	655	1	-1	0	1	0	0	+	-	108 x_1
	755	1	-1	0	2	0	0		+	243 x_1
	146554	1	-1	1	0	0	-1		-	115
MP_1	147555	1	-1	2	0	0	0		+	491
	565	1	-1	2	0	1	0		-	107
	153655	1	0	-2	1	0	0		+	278
	155445	1	0	0	-1	-1	0		+	197
M_1	455	1	0	0	-1	0	0		+	1065
	555	1	0	0	0	0	0	+	-	661 x_1
	655	1	0	0	1	0	0		+	2964 x_1
	665	1	0	0	1	1	0		+	594
X_1	157455	1	0	2	-1	0	0		+	566
	465	1	0	2	-1	1	0		+	124
π_1	162556	1	1	-3	0	0	1		-	1029
	163545	1	1	-2	0	-1	0		+	199
P_1	555	1	1	-2	0	0	0		-	17584
	164554	1	1	-1	0	0	-1		+	147
S_1	556	1	1	-1	0	0	1		+	423
	165545	1	1	0	0	-1	0		-	1050
K_1	555	1	1	0	0	0	0		+	53050
	565	1	1	0	0	1	0		+	7182
	575	1	1	0	0	2	0		-	154
ψ_1	166554	1	1	1	0	0	-1		+	423
ϕ_1	167555	1	1	2	0	0	0		+	756
	173655	1	2	-2	1	0	0		+	566
θ_1	665	1	2	-2	1	1	0		+	112
	175455	1	2	0	-1	0	0		+	2964
J_1	465	1	2	0	-1	1	0		+	587
	555	1	2	0	0	0	0	+	-	241 x_1
SO_1	183555	1	3	-2	0	0	0		+	492 x_1
	185355	1	3	0	-2	0	0		+	240
OO_1	555	1	3	0	0	0	0		+	1623
	565	1	3	0	0	1	0		+	1039
	575	1	3	0	0	2	0		+	218
	195455	1	4	0	-1	0	0		+	311
	465	1	4	0	-1	1	0		+	199

Nota : L'amplitude doit être positive. Si ce n'est pas le cas, on doit la remplacer par sa valeur absolue et ajouter 180° à l'argument.

TABLEAU II

Principales ondes semi-diurnes de la déviation théorique de la verticale

Composante nord (ξ)

Symboles de Darwin	Argument number Doodson	Argument							π	$\frac{\pi}{2}$	Amplitude
		τ	s	h	p	N^1	p_1	$H_1 \times 10^5$			
MNS ₂	225855	2	-3	0	3	0	0			259 x ₂	
	227655	2	-3	2	1	0	0			671	
2N ₂	235655	2	-2	0	1	0	0		+	156 x' ₂	
	755	2	-2	0	2	0	0			2301 x ₂	
μ_2	237555	2	-2	2	0	0	0			2777	
N ₂	245555	2	-1	0	0	0	0		+	569 x' ₂	
	645	2	-1	0	1	-1	0		+	648 x ₂	
	655	2	-1	0	1	0	0			17387	
	247455	2	-1	2	-1	0	0			3303	
	253755	2	0	-2	2	0	0		+	273	
	254556	2	0	-1	0	0	1		+	314	
M ₂	255545	2	0	0	0	-1	0		+	3386	
	555	2	0	0	0	0	0			90812	
λ_2	256554	2	0	1	0	0	-1			276	
	263655	2	1	-2	1	0	0		+	670	
	265455	2	1	0	-1	0	0		+	2567	
	555	2	1	0	0	0	0		-	525 x' ₂	
L ₂	655	2	1	0	1	0	0			643 x ₂	
	665	2	1	0	1	1	0			283	
T ₂	272556	2	2	-3	0	0	1			2479	
S ₂	273555	2	2	-2	0	0	0			42358	
R ₂	274554	2	2	-1	0	0	-1		+	354	
K ₂	275555	2	2	0	0	0	0			11506	
	565	2	2	0	0	1	0			3423	
KJ ₂	575	2	2	0	0	2	0			372	
	285455	2	3	0	-1	0	0			643	
	465	2	3	0	-1	1	0			280	

Nota : L'amplitude doit être positive. Si ce n'est pas le cas, on doit la remplacer par sa valeur absolue et ajouter 180° à l'argument.

TABLEAU III

Principales ondes diurnes de la déviation théorique de la verticale

Composante est (η)

Symboles de Darwin	Argument number Doodson	τ	s	h	p	N'	P ₁	π	$\frac{\pi}{2}$	Amplitude $H_1 \times 10^5$
	115855	1	-4	0	3	0	0	+		108 Y ₁
	117655	1	-4	2	1	0	0	+		278
	125745	1	-3	0	2	-1	0	+		180
2Q ₁	755	1	-3	0	2	0	0	+		955
	127545	1	-3	2	0	-1	0	+		218
σ_1	555	1	-3	2	0	0	0	+		1153
	135555	1	-2	0	0	0	0		+	211 Y' ₁
Q ₁	645	1	-2	0	1	-1	0			1360 Y ₁
	655	1	-2	0	1	0	0	+		7216
	137445	1	-2	2	-1	-1	0	+		258
ρ_1	455	1	-2	2	-1	0	0	+		1371
	143755	1	-1	-2	2	0	0			113
	144556	1	-1	-1	0	0	1			130
	145535	1	-1	0	0	-2	0			218
	545	1	-1	0	0	-1	0	+		7105
OO ₁	555	1	-1	0	0	0	0	+		37689
	655	1	-1	0	1	0	0		+	108 Y' ₁
	755	1	-1	0	2	0	0			243 Y ₁
	146554	1	-1	1	0	0	-1	+		115
MP ₁	147555	1	-1	2	0	0	0	+		491
	565	1	-1	2	0	1	0			107
	153655	1	0	-2	1	0	0			278 276
	155445	1	0	0	-1	-1	0			197
	455	1	0	0	0	0	0		+	1065
M ₁	555	1	0	0	0	0	0			661 Y' ₁
	655	1	0	0	1	0	0			2964 Y ₁
	665	1	0	0	1	1	0			594
	157455	1	0	2	-1	0	0			566
X ₁	465	1	0	2	-1	1	0	+		124
	162556	1	1	-3	0	0	1			1029
	163545	1	1	-2	0	-1	0	+		199
P ₁	555	1	1	-2	0	0	0	+		17584
	164554	1	1	-1	0	0	-1			147
S ₁	556	1	1	-1	0	0	1	+		423
	165545	1	1	0	0	-1	0			1050
	555	1	1	0	0	0	0			53050
K ₁	565	1	1	0	0	1	0	+		7182
	575	1	1	0	0	2	0			154
ϕ_1	166554	1	1	1	0	0	-1			423
θ_1	167555	1	1	2	0	0	0			756
	173655	1	2	-2	1	0	0			566
	665	1	2	-2	1	1	0			112
	175455	1	2	0	-1	0	0			2964
J ₁	465	1	2	0	-1	1	0		+	587
	555	1	2	0	0	0	0			241 Y' ₁
SO ₁	183555	1	3	-2	0	0	0			492 Y ₁
	185355	1	3	0	-2	0	0			240
	555	1	3	0	0	0	0			1623
OO ₁	565	1	3	0	0	1	0			1039
	575	1	3	0	0	2	0			218
	195455	1	4	0	-1	0	0			311
	465	1	4	0	-1	1	0			199

Nota : L'amplitude doit être positive. Si ce n'est pas le cas, on doit la remplacer par sa valeur absolue et ajouter 180° à l'argument.

TABLEAU IV

Principales ondes semi-diurnes de la déviation théorique de la verticale

Composante est (η)

Symboles de Darwin	Argument number Doodson	Argument							π	$\frac{\pi}{2}$	Amplitude $H_1 \times 10^5$
		τ	s	h	p	N'	p_1				
MNS ₂	225855	2	-3	0	3	0	0		-	259 Y ₂	
	227655	2	-3	2	1	0	0		-	671	
2N ₂	235655	2	-2	0	1	0	0		-	156 Y' ₂	
	755	2	-2	0	2	0	0		-	2301 Y ₂	
μ_2	237555	2	-2	2	0	0	0		-	2777	
	245555	2	-1	0	0	0	0		-	569 Y' ₂	
N ₂	645	2	-1	0	1	-1	0		+	648 Y ₂	
	655	2	-1	0	1	0	0		-	17387	
	247455	2	-1	2	-1	0	0		-	3303	
	253755	2	0	-2	2	0	0		+	273	
	254556	2	0	-1	0	0	1		+	314	
	255545	2	0	0	0	-1	0		+	3386	
M ₂	555	2	0	0	0	0	0		-	90812	
	256554	2	0	1	0	0	-1		-	276	
	263655	2	1	-2	1	0	0		+	670	
λ_2	265455	2	1	0	-1	0	0		+	2567	
	555	2	1	0	0	0	0	+		525 Y' ₂	
L ₂	655	2	1	0	1	0	0		-	643 Y ₂	
	665	2	1	0	1	1	0		-	283	
T ₂	272556	2	2	-3	0	0	1		-	2479	
S ₂	273555	2	2	-2	0	0	0		-	42358	
R ₂	274554	2	2	-1	0	0	-1		+	354	
	275555	2	2	0	0	0	0		-	11506	
K ₂	565	2	2	0	0	1	0		-	3423	
	575	2	2	0	0	2	0		-	372	
KJ ₂	285455	2	3	0	-1	0	0		-	643	
	465	2	3	0	-1	1	0		-	280	

Nota : L'amplitude doit être positive. Si ce n'est pas le cas, on doit la remplacer par sa valeur absolue et ajouter 180° à l'argument.

Deuxième Colloque International sur les marées terrestres.

Les Comptes Rendus de ce Colloque ont été imprimés dans la Série Géophysique des Communications de l'Observatoire Royal de Belgique (n° 47, 183 pages). Leur distribution a été faite en décembre 1958.

Première Réunion de la Commission Permanente des Marées Terrestres de l'Association Internationale de Géodésie.
(troisième Colloque International).

La Commission a accepté la proposition des professeurs MARUSSI et MORELLI de tenir cette réunion à Trieste du 6 juillet au 11 juillet 1959. Une visite à la station Grotta Gigante est prévue dans le cadre des séances de travail. Dans le but d'établir à ce moment une liste exacte des stations et de leur équipement, on priera les intéressés de communiquer les modifications ou addenda aux descriptions de stations parues dans le B.I.M. au Secrétariat de la Commission.

Secrétariat de la Commission Permanente.

Toute correspondance relative au Bulletin d'Informations et aux comptes rendus des Colloques Internationaux doit être adressée comme suit :

Dr. P. Melchior
Secrétaire de la Commission Permanente
des Marées Terrestres
Observatoire Royal de Belgique
Bruxelles 18 - Belgique.

Catalogue des données reçues dans les Centres mondiaux de données à la date
du 1-1-1959.

PAYS	STATION	INSTRUMENT	PERIODES D'OBSERVATIONS COMMUNIQUEES
<u>Belgique</u>	Uccle (Observatoire)	G : Ask. n° 145	du 27 juin au 15 décembre 1958
<u>Canada</u>	Meanook	G : N.A. 85	du 15 avril 1958 au 1 octobre 1958
	Ottawa	G : N.A. 85	du 29 juin 1957 au 21 octobre 1957
		G : Heiland 30	du 4 octobre 1957 au 1 octobre 1958
	Resolute	G : N.A. 85	du 30 octobre 1957 au 20 janvier 1958
<u>Hongrie</u>	Tihany	G : Heiland GSC 3-66	juillet, octobre 1957, avril 1958
		G : Heiland GSC-40	janvier 1958
<u>Inde</u>	Dehra Dun	G : Worden 164	19 octobre au 24 novembre 1957
		G : N.A. 159	8 novembre au 23 novembre 1957
	Gummidipundi	G : Worden 164	18 janvier au 22 février 1958
		G : N.A. 159	18 janvier au 22 février 1958
	New Delhi	G : Worden 164	1 mars au 2 avril 1958
		G : N.A. 159	1 mars au 2 avril 1958
	Ootacamund	G : Worden 164	11 décembre 1957 au 11 janvier 1958
		G : N.A. 159	26 décembre 1957 au 11 janvier 1958
<u>Iran</u>	Téhéran	G : Ask. n° 119	8 janvier au 8 mars 1958 14 mai au 12 juin 1958 9 juillet au 23 juillet 1958 8 août au 22 août 1958 3 septembre au 2 octobre 1958
<u>Italie</u>	Monteponi	PH : Azimuth 74°23'8"	1 janvier au 31 mai 1958
		PH : " 346°34'8"	1 janvier au 31 mai 1958

PAYS	STATION	INSTRUMENT	PERIODES D'OBSERVATIONS COMMUNIQUEES
<u>Japon</u>	Chiba	: G : Ask. n° 105	: 1 juillet 1957 au 12 avril 1958
	Kanozan	: G : Ask. n° 105-111	: 29 avril au 22 juillet 1958
	Matsushiro	: G : Ask. n° 111	: 25 août au 27 septembre 1957
	Naze	: G : Ask. n° 111	: 1 avril au 4 mai 1958
	Omaezaki	: G : Ask. n° 111	: 8 octobre au 10 novembre 1958
	Shionomisaki	: G : Ask. n° 111	: 18 janvier au 21 février 1958
<u>Royaume Uni de Grande Bretagne</u>	Bidston	: PH : (Est-Ouest)	:
		: : Milne-Shaw	: 1 juillet au 31 décembre 1957
		: PH : (Nord-Sud)	:
		: : Milne-Shaw	: 1 juillet au 31 décembre 1957
		: PH : (Est-Ouest)	:
		: : Zöllner	: 1 juillet au 31 décembre 1957
<u>U.R.S.S.</u>	Krasnaya	: G : Ask. n° 124	: 24 décembre 1957 au 23 janvier 1958
	Pakhra	:	:
	Poulkovo	: G : Ask. n° 124	: 27 avril 1958 au 27 mai 1958
<u>Venezuela</u>	Cagigal	: G : Ask. n° 99	: envoi des résultats de l'analyse
		:	: harmonique de trois mois centrés
		:	: sur les dates suivantes :
		:	: 20 mars 1958
		:	: 14 septembre 1958
		:	: 13 octobre 1958

G : Gravimètre

PH : Pendule horizontal.

Résultats d'analyses harmoniques.

VENEZUELA

Cagigal

Gravimètre Askania n° 99

($\psi = + 10^{\circ}30' N$)

	20-3-1958			14-9-1958			13-10-1958	
	δ	κ		δ	κ		δ	κ
K_1	0,245	-42°71	:	1,162	- 2°25	:	1,040	+13°24
O_1	0,663	- 9°29	:	0,952	- 5°27	:	0,829	+15°57
Q_1	0,628	-26°81	:	0,983	-19°45	:	1,322	+ 0°92
M_2	1,205	+ 1°86	:	1,137	- 1°05	:	1,163	- 0°55
S_2	1,284	+ 5°39	:	1,135	- 0°46	:	1,128	- 2°14
N_2	1,319	- 0°94	:	0,910	- 1°13	:	0,945	+ 2°34

(méthode Lecolazet).

U.R.S.S.

Krasnaya Pakhra

Gravimètre Askania n° 124

	δ	κ	8 - 1 - 1958	δ	κ	12 - 5 - 1958		
K_1	1,149	+ 1°9	:	1,146	+ 1°9	:	1,205	+ 2°4
O_1	1,138	+ 3°8	:	1,134	+ 3°9	:	1,166	+ 4°4
M_2	1,176	+ 8°2	:	1,190	+ 7°1	:	1,222	+ 3°3
S_2	1,114	+ 3°5	:	1,091	+ 4°6	:	1,362	- 2°2
N_2	1,250	+ 7°0	:	1,019	- 3°7	:	0,881	+ 6°1
	(méth. Pertsev)		:	(méth. Lecolazet)		:	(méth. Pertsev)	

U.R.S.S.

Poulkovo

Gravimètre Askania n° 124

BIBLIOGRAPHIE

- (97) K.WADATI On the sinking of the Ground
(Scientia LII, vol XCIII N. DLII- Aprile 1958, pp. 93-98)
- (98) A. DECAE Implantation de l'Eurotron du CERN à Genève
Boll. di Geodesia sous presse
- (99) X Géodésie Souterraine
Organis. Europ. Recherche nucléaire août 1958
- (100) A. DECAE Opérations métrologiques relatives à l'implantation du
synchrotron à protons du Cern à Meyrin.
CERN- PS/AED 6 févr. 1957.
- (101) R.A. VICENTE A Influência da constituição interior da Terra no valor das
nutações.
Lisboa, Tipografia Matemática LDA, 1956.

Données reçues aux Centres Mondiaux - Addendum (29-1-58)

<u>Hongrie</u>	:	Tihany	:	G Heiland GSC-66	:	du 29 juin au
	:		:		:	1 août 1958

<u>Italie</u>	:	Monteponi	:	PH 74°23' E	:	1 juin au 2
	:		:	346°34' S	:	octobre 1958