

MAREES TERRESTRES

BULLETIN d'INFORMATIONS

N° 10

1 février 1958

C S A G I

GROUPE XIII (GRAVIMETRIE)
COMMISSION POUR L'ETUDE DES MAREES TERRESTRES

Editeur :

Dr. Paul MELCHIOR
Observatoire Royal de Belgique
3, Avenue Circulaire
U C C L E

Belgique.

R. LECOLAZET

La méthode utilisée à Strasbourg
pour l'analyse harmonique
de la marée gravimétrique

Instructions pratiques
pour l'application de la méthode
à un mois d'observations horaires.

Avant-Propos.

Les bases théoriques de la méthode d'analyse harmonique, dont nous nous proposons d'exposer ici le simple mode d'emploi, ont déjà fait le sujet ou l'un des sujets de trois publications (1). La méthode, telle qu'elle a été décrite dans le premier article, ou la pratique avait été quelque peu sacrifiée à la théorie, présentait quelques défauts entachant la précision des résultats. B. Pertzev, N. Parijski, M. Kramer ont montré (2) que le nombre des ondes subsidiaires envisagées dans cette méthode n'était pas suffisant et nous sommes entièrement d'accord avec eux sur ce point. Nous avons d'ailleurs perfectionné notre méthode (Cf article n° 3 cité à la note 1 ci-dessous), avant que cette critique justifiée ne lui fût faite, par un calcul plus précis des facteurs d'amplitude et par l'utilisation, pour la comparaison des marées gravimétriques observée et théorique, du développement harmonique de A.T. Doodson au lieu de celui de Darwin.

-
- (1) 1° R. Lecolazet, Application à l'analyse des observations de la marée gravimétrique, de la méthode de H. et Y. Labrouste, dite par combinaisons linéaires d'ordonnées. Ann. de Géoph., t. 12, fasc. 1, janvier-mars 1956, pp. 59-71.
- 2° R. Lecolazet, Note sur l'analyse harmonique. Comm. de l'Observatoire Royal de Belgique, N° 114, Série Géoph., n° 39, 1957, pp. 48-56.
- 3° R. Lecolazet, Enregistrement et analyse harmonique de la marée gravimétrique à Strasbourg. Ann. de Géoph., t. 13, fasc. 3, juill.-sept. 1957, pp. 186-202.
- (2) B. Pertzev, N. Parijski, M. Kramer, Comparison of different methods of harmonic analysis of bodily tides, B.I.M. n° 7, août 1957, pp. 101-103.

C'est la pratique de notre méthode, ainsi modifiée, qui est exposée dans les lignes suivantes. On y trouvera tout ce qui est nécessaire pour effectuer les différentes opérations le plus rapidement possible et aussi avec le moindre risque d'erreur de calcul, car une vérification est prévue à chaque étape de l'analyse harmonique proprement dite.

Le Schéma I et les Tableaux I à VI donnent les coefficients des combinaisons linéaires à effectuer successivement à partir des données. Les Tableaux VII à X servent à calculer, selon notre méthode, les ondes de la marée gravimétrique théorique "homologues" des ondes trouvées par l'analyse (1). Enfin, dans les Tableaux XI à XX figurent, à titre d'exemple de calcul, les différentes étapes de l'analyse complète d'un mois d'observations horaires de la marée gravimétrique à Strasbourg .

I.- Analyse harmonique proprement dite

1. - Disposition des données.

La méthode d'analyse requiert la donnée de 715 observations horaires successives; les heures doivent obligatoirement être exprimées en temps universel. Ces observations sont disposées, de la manière habituelle, dans un tableau à 24 colonnes horaires et 30 lignes journalières (2) (Cf exemple, Tableau XI). Les combinaisons journalières étant appliquées à intervalles de 21 heures, on encadrera ou l'on soulignera chaque 21^{me} observation à partir de la première. Le tableau peut naturellement débiter à n'importe quelle heure (dans l'exemple, Tableau XI, il débute le 1^{er} avril à 9 h. T.U., mais c'est uniquement par convenance personnelle). Cependant il ne faut pas oublier que les résultats de l'analyse sont toujours relatifs à l'heure centrale du tableau, qui est égale à l'heure du début + 14 jours 21 heures (dans l'exemple, le 16 avril 1956 à 6 h. T.U.).

-
- (1) Ces mêmes tableaux peuvent aussi servir directement, si l'on préfère cette méthode, au calcul des corrections tenant compte des ondes subsidiaires (ou perturbatrices), mais ceci ne sera pas envisagé dans cet article.
 - (2) Dans notre 1^{er} article des Annales de Géophysique, nous avons considéré, pour faciliter la compréhension de la méthode, un tableau à 43 colonnes et 33 lignes avec répétitions. Dans la pratique, il n'est nullement besoin d'un tableau aussi spécial, il suffit de confectionner des grilles convenables pour l'application des combinaisons journalières.

2. - Combinaisons journalières.

Découper dans une feuille de papier, à l'échelle convenable, deux grilles semblables à celles qui figurent au Schéma I; ce sont les grilles "diurne" et "semi-diurne"; les signes + seront inscrits à l'encre noire, les signes - à l'encre rouge. L'échelle du schéma est la même que celle du Tableau XI: les grilles que l'on peut découper dans ce schéma s'appliquent directement sur ce tableau.

Préparer un tableau semblable au Tableau XII. Il comporte 9 colonnes et 33 lignes.

Dans les deux premières colonnes, inscrire les dates et heures des observations qui sont soulignées dans le tableau des données.

Appliquer la grille diurne sur le tableau des données de telle sorte que la 1ère observation soulignée apparaisse à travers la grille, en regard des flèches (la grille déborde en général le tableau à gauche et à droite). Additionner tous les nombres qui apparaissent à travers la grille et qui sont affectés du signe + (il y en a toujours 16) et inscrire le total à la première ligne de la colonne "+" (colonne 3) du Tableau XII. Additionner tous les nombres affectés du signe - (il y en a aussi toujours 16) et inscrire le total dans la colonne "-" (colonne 4). La différence des deux nombres s'inscrit dans la colonne "série diurne" (colonne 5).

Effectuer les mêmes opérations avec la grille semi-diurne appliquée de la même manière. Les nombres obtenus s'inscrivent dans les colonnes N° 6, 7 et 8 du Tableau XII.

Vérification des calculs. Faire la somme des deux nombres portés aux colonnes 3 et 4 et la somme des deux nombres des colonnes 6 et 7. Ces deux sommes doivent être égales et leur valeur commune est portée dans la colonne "Somme" (colonne n° 9) pour être utilisée ultérieurement à l'étude de la dérive et des ondes à longue période (1)

(1) Sur chaque grille, le terme central est compté deux fois: une fois avec le signe +, une fois avec le signe -. Dans les différences (colonnes 5 et 8) ce terme s'élimine donc, conformément à la méthode exposée dans le 1er article des Annales de Géophysique (note 1 page 2), mais dans la somme il est compté deux fois, et, en outre, dans cette somme figurent tous les termes avec le signe +. Cette somme est donc une combinaison linéaire du 1er type où le terme central est compté deux fois. On vérifiera facilement que cette combinaison élimine bien toutes les ondes de marées, sauf celles à longue période qui sont au contraire amplifiées. L'"état" du gravimètre se trouve aussi amplifié.

Continuer les opérations en décalant à chaque fois les grilles de 21 heures.

C'est sur les 33 nombres des séries diurne et semi-diurne (colonnes n° 5 et 8) que seront effectuées les combinaisons mensuelles.

3. - Combinaisons mensuelles.

Les combinaisons mensuelles figurent aux Tableaux I et II. Elles sont au nombre de 20, plus quatre combinaisons auxiliaires (Σ_1) , $(\Sigma_1)'$, (Σ_2) , $(\Sigma_2)'$ destinées à la vérification des calculs. Les coefficients de ces combinaisons sont égaux à 0, + 1 ou - 1 et ne figurent donc que par leur signe dans les Tableaux I et II; exception est faite pour les combinaisons Σ dont les coefficients peuvent atteindre 5 en valeur absolue.

Préparer un tableau semblable au Tableau XV, où l'on inscrira les résultats des combinaisons mensuelles.

Les 12 combinaisons linéaires du Tableau I seront appliquées successivement à la série diurne et celles du Tableau II à la série semi-diurne. Pour cela, il est commode de découper chacune des colonnes des Tableaux I et II.

Exemple. Si l'on applique la combinaison linéaire (K_1) du Tableau I à la série diurne du Tableau XII de l'exemple, on obtient le nombre 8385 inscrit dans le Tableau XV, à l'intersection de la ligne K_1 et de la colonne (), nombre que l'on désigne par le même symbole (K_1) que celui de la combinaison mensuelle qui a servi à le calculer.

Appliquant ensuite la combinaison linéaire $(K_1)'$ à la même série diurne, on obtient le nombre $(K_1)'$ égal à - 13817, inscrit dans le Tableau XV à l'intersection de la ligne K_1 et de la colonne ()'.

Vérification des calculs. La somme des nombres (K_1) , O_1 , (Q_1) , (M_1) , (J_1) doit être égale au nombre (Σ_1) , etc...

4.- Combinaisons définitives (1)

Elles figurent dans les Tableaux III à VI et sont désignées par des symboles entre crochets. Les combinaisons du Tableau III s'appliquent à la colonne des nombres (K_1) , (O_1) , (Q_1) , (M_1) , (J_1) du Tableau XV, celles du Tableau IV à la colonne des nombres

(1) Cette dernière étape de l'analyse correspond à la résolution des systèmes en A et en B (Cf 1er article cité note 1 page 2).

$(K_1)'$, $(O_1)'$, $(Q_1)'$, $(M_1)'$, $(J_1)'$ du même Tableau XV. Les combinaisons des Tableaux V et VI s'appliquent respectivement à la colonne des nombres (M_2) , (S_2) , (N_2) , (L_2) , $(2N_2)$ et à celle des nombres $(M_2)'$, $(S_2)'$, $(N_2)'$, $(L_2)'$, $(2N_2)'$ du Tableau XV.

Les 24 résultats numériques (dont 4 destinés à la vérification des calculs comme à l'étape précédente), s'inscrivent dans un tableau semblable au Tableau XVI. Ils sont désignés par des symboles identiques à ceux des combinaisons définitives qui ont servi à les calculer.

Les résultats des combinaisons doivent être multipliés par 10^{-7} pour être exprimés avec la même unité que les données (Tableau XI). Dans l'exemple, l'unité des données est le microgal, mais l'unité employée dans le Tableau XVI est le millimicrogal ou nanogal (10^{-9} gal), de sorte que les résultats des combinaisons définitives n'ont pas été multipliés par 10^{-7} mais par 10^{-4} . De plus, on a arrondi les nombres à l'entier le plus voisin. Nous recommandons cette façon d'opérer.

L'analyse harmonique proprement dite est ainsi terminée.

L'exemple donné comporte cependant deux tableaux de plus, les Tableaux XVII et XVIII. Cette addition, qui tient uniquement à notre propre façon d'opérer, a été rendue nécessaire par le fait que les données du Tableau XI n'ont pas été corrigées de l'influence des variations de la pression atmosphérique sur le gravimètre lui-même. Nous avons donc fait l'analyse harmonique de la pression atmosphé-

rique, dont les résultats figurent au Tableau XVII et nous avons corrigé le Tableau XVI, le coefficient de correction appliqué étant de - 3,1 microgal par mm de mercure. Les résultats définitifs de l'analyse sont ceux du Tableau XVIII.

II.- Comparaison de la marée gravimétrique observée
et de la marée gravimétrique théorique.

5.- Les nombres homologues.

L'analyse précédente nous a fourni 20 nombres :

$$\begin{aligned} & [K_1], \dots [L_1]; [K_1]', \dots [L_1]' ; \\ & [M_2], \dots [2N_2]; [M_2]', \dots [2N_2]' . \end{aligned}$$

Si cette analyse avait porté, non sur les observations horaires du gravimètre mais sur les valeurs horaires correspondantes de la marée gravimétrique théorique, nous aurions également trouvé 20 nombres que nous appelons nombres homologues des nombres précédents et que nous désignons par les mêmes symboles mais affectés de l'indice 1 :

$$\begin{aligned} & [K_1]_1, \dots [L_1]_1 ; [K_1]'_1, \dots [L_1]'_1 ; \\ & [M_2]_1, \dots [2N_2]_1 ; [M_2]'_1 \dots [2N_2]'_1 . \end{aligned}$$

L'intérêt de la considération de ces nombres réside dans le fait que les rapports d'amplitude et les déphasages entre les ondes observées et les ondes théoriques résultent de la comparaison

entre le système des 20 nombres trouvés par l'analyse et le système des 20 nombres homologues (1).

Les nombres homologues pourraient être calculés d'après leur définition même (2), mais cela nécessiterait le calcul de 715 valeurs horaires de la marée gravimétrique théorique. La théorie de l'analyse harmonique fournit une autre méthode, beaucoup plus rapide, pour le calcul de ces nombres (3). Elle nécessite seulement la connaissance du développement harmonique de la marée gravimétrique théorique. C'est cette méthode que nous utilisons et qui est exposée ci-dessous.

6.- Le développement harmonique de la marée gravimétrique théorique.

Il se déduit facilement de celui du potentiel des forces de marée. Nous avons pris, pour ce dernier, le développement rigoureusement harmonique de A.T. Doodson (4) en ne conservant que les ondes de plus grande amplitude qui sont néanmoins au nombre de 79 : 52 ondes diurnes et 27 ondes semi-diurnes.

(1) Cf 2ème article cité à la note 1 de la page 154.

(2) Ce calcul pourrait être mené à bien rapidement à l'aide d'un calculateur électronique.

(3) Cf 2ème article cité à la note 1 de la page 154.

(4) A.T. Doodson, The harmonic development of the tide-generating potential. Proc. Roy. Soc., Série A, 100, 1921, pp. 305 et suiv. ou : Développement harmonique du potentiel générateur de la marée. Rev. Hydr. Int. XXXI, n°1, mai 1954, pp. 37-61.

Les Tableaux VII et VIII donnent l'argument et l'amplitude de chacune de ces ondes ainsi que leur vitesse angulaire. Des multiples de π et de $\frac{\pi}{2}$ ont été ajoutés aux arguments de A.T. Doodson pour tenir compte du changement de signe lorsqu'on passe du potentiel à la variation de la pesanteur et pour mettre chacune des ondes sous la forme

$$H_1 \cos x,$$

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

Calcul des arguments

Les symboles entrant dans l'expression de l'argument sont ceux de A.T. Doodson.

- τ : heure lunaire moyenne locale, convertie en angle,
- s : longitude moyenne de la lune,
- h : longitude moyenne du soleil,
- p : longitude du périégée lunaire,
- N' : longitude du noeud ascendant de la lune, changée de signe,
- P_1 : longitude du périhélie.

On doit calculer la valeur de chaque argument, à l'heure centrale du tableau des données du gravimètre. Cette heure étant prise comme origine des temps, chaque onde se met sous la forme

$$H_1 \cos (\omega t + \varphi_1)$$

- où φ_1 est précisément la valeur calculée de l'argument- ou sous la forme équivalente, qui est celle utilisée dans les calculs ultérieurs :

$$A_1 \cos \omega t + B_1 \sin \omega t,$$

ou

$$A_1 = H_1 \cos \varphi_1 \quad \text{et} \quad B_1 = - H_1 \sin \varphi_1$$

Ce sont finalement les valeurs de A_1 et B_1 qui servent au calcul des nombres homologues.

Toutes les grandeurs figurant dans l'expression des arguments peuvent être trouvées dans les éphémérides astronomiques.

Toutefois les formules servant à les calculer sont les suivantes

(Brown, cité par A.T. Doodson) :

$$\begin{aligned} s &= 277^\circ, 0248 + 481267^\circ, 8906 T + 0^\circ, 0020 T^2 \\ h &= 280^\circ, 1895 + 36000^\circ, 7689 T + 0^\circ, 0003 T^2 \\ p &= 334^\circ, 3853 + 4069^\circ, 0340 T - 0^\circ, 0103 T^2 \\ N' &= 100^\circ, 8432 + 1934^\circ, 1420 T - 0^\circ, 0021 T^2 \\ P_1 &= 281^\circ, 2209 + 1^\circ, 7192 T + 0^\circ, 0005 T^2 \end{aligned}$$

où T est le temps exprimé en siècles de 36525 jours solaires moyens, à partir du 1er janvier 1900 à 0h. T.U.

L'expression servant au calcul de τ est

$$\tau = 15^\circ t + h - s - L,$$

formule où t est l'heure T.U. origine (heure centrale du tableau des observations) et L la longitude W par rapport à Greenwich.

Si l'on doit faire plusieurs analyses mensuelles successives, il suffit de calculer les arguments une seule fois et ensuite d'ajouter à chacun d'eux le multiple convenable de sa vitesse angulaire. Les vitesses angulaires figurent également dans les Tableaux VII et VIII.

Les arguments étant calculés, on doit ensuite chercher leur cosinus et leur sinus (ce dernier devant être changé de signe).

Calcul des amplitudes.

Celles-ci dépendent uniquement de la latitude du lieu d'observation.

L'amplitude de chacune des ondes figure aux Tableaux VII et VIII comme le produit d'un facteur numérique par un facteur littéral : C_1 , C'_1 , C_2 ou C'_2 (si le facteur littéral ne figure pas expressément, il est égal à C_1 pour les ondes diurnes, à C_2 pour les ondes semi-diurnes). Les symboles C_1 , C'_1 , C_2 , C'_2 sont les "geodetic coefficients" de A.T. Doodson convenablement transformés.

Si l'on désigne par C l'expression

$$C = \frac{3\mu M P}{c^3}$$

où μ est la constante de l'attraction universelle ;

M , la masse de la lune ;

c , sa moyenne distance à la terre ;

P , le rayon vecteur de la terre au point d'observation, les "geodetic coefficients" C_1 , C'_1 , C_2 , C'_2 s'expriment en fonction de C et de la latitude géocentrique ψ :

$$C_1 = 0,5 C \sin 2 \psi$$

$$C'_1 = 0,54463 C \cos \psi (1 - 5 \sin^2 \psi)$$

$$C_2 = C \cos^2 \psi$$

$$C'_2 = 2,59808 C \sin \psi \cos^2 \psi$$

Si l'on désigne par λ la latitude vraie, on a :

$$\psi = \lambda - \frac{1}{297} \sin 2 \lambda$$

mais cette correction, qui est inférieure à ^{12'}~~6'~~, peut être négligée et l'on peut confondre latitude vraie et latitude géocentrique.

D'autre part, le rayon vecteur P de l'ellipsoïde terrestre est aussi une fonction de la latitude :

$$P = a \left(1 - \frac{1}{297} \sin^2 \lambda \right),$$

mais si l'on donne à P la valeur moyenne du rayon terrestre, l'erreur commise est encore négligeable et l'on peut admettre :

$$C = 16,455 \cdot 10^{-5} \text{ gal}$$

Il est commode d'exprimer l'amplitude des ondes de la marée théorique en nanogals (10^{-9} gal) ainsi que leurs composantes A_1 et B_1

Exemple. A l'aide des Tableaux VII et VIII, nous avons calculé les composantes A_1 et B_1 des ondes de la marée gravimétrique théorique à Strasbourg en prenant comme heure origine l'heure centrale du Tableau XI, soit 6h. T.U. le 16 avril 1956.

Les composantes A_1 et B_1 figurent, avec les arguments et les amplitudes qui ont servi à les calculer, dans les Tableaux XIII et XIV.

Les données utilisées dans le calcul des arguments et des amplitudes sont les suivantes :

$\lambda = 48^\circ 35'$	$L = -7^\circ 46' = -7^\circ,7667;$
$\tau = 28^\circ,2662$	$s = 93^\circ,8600 ;$
$h = 24^\circ,3595$	$p = 104^\circ,7664 ;$
$N' = 109^\circ,5355$	$p_1 = 282^\circ,1888 ;$
$C_1 = 8,163$	$C'_1 = -10,312$
$C_2 = 7,201$	$C'_2 = 14,014$

Les quatre dernières grandeurs sont exprimées en centièmes de milligal (10^{-5} gal). Le coefficient C_1' étant négatif, on l'a remplacé par sa valeur absolue mais on a ajouté 180° aux arguments des ondes dont l'amplitude contient C_1' en facteur, ce qui nous a semblé plus commode pour les calculs.

7.- Calcul des nombres homologues.

Les nombres homologues sont obtenus en appliquant les combinaisons linéaires figurant dans les Tableaux IX et X, aux colonnes des composantes A_1 et B_1 résultant des opérations précédentes (1).

Les combinaisons $[K_1]_1, [O_1]_1, [Q_1]_1, [M_1]_1, [J_1]_1$ du Tableau IX, appliquées successivement à la colonne des composantes A_1 des ondes diurnes, donnent les nombres désignés par les mêmes symboles que les combinaisons qui ont servi à les calculer.

Les combinaisons $[K_1]_1', \dots [J_1]_1'$ sont appliquées successivement à la colonne des composantes B_1 des ondes diurnes et donnent respectivement les nombres $[K_1]_1', \dots [J_1]_1'$.

Les combinaisons du Tableau X s'appliquent de la même manière, soit à la colonne des composantes A_1 des ondes semi-diurnes, soit à la colonne des composantes B_1 des mêmes ondes.

Les 20 résultats de ces combinaisons sont inscrits dans un tableau analogue au Tableau XIX.

(1) Les coefficients de ces combinaisons ne sont autres que les coefficients α et β (Cf article n°2 cité à la note (1), page 2).

Exemples. Si l'on applique la combinaison $[K_1]_1$ du Tableau IX à la colonne A_1 du Tableau XIII, on trouve :

$$[K_1]_1 = 18831$$

nombre qui est inscrit dans le Tableau XIX à l'intersection de la ligne K_1 et de la colonne $[]_1$

La combinaison $[S_2]_1'$ du Tableau X, appliquée à la colonne B_1 du Tableau XIV donne le nombre $[S_2]_1'$ égal à - 6689, inscrit dans le Tableau XIX à l'intersection de la ligne S_2 et de la colonne $[]_1$.

8.- Comparaison des ondes observées et des ondes théoriques.

Calcul des rapports d'amplitude et des différences de phase.

Les nombres $[K_1]$ et $[K_1]'$ par exemple peuvent être considérés, avec une bonne approximation, comme les composantes A et B d'une onde complexe formée par la superposition des ondes K_1 et P_1 de la marée gravimétrique réelle. Cette onde complexe a, à l'heure origine adoptée (heure centrale du tableau des observations), une amplitude

$$H = \sqrt{[K_1]^2 + [K_1']^2}$$

et un angle de phase φ tel que

$$\cos \varphi = \frac{[K_1]}{H}, \quad \sin \varphi = - \frac{[K_1']}{H}$$

Il est d'ailleurs plus rapide de calculer d'abord l'angle par la relation

$$\operatorname{tg} \varphi = - \frac{[K_1']}{[K_1]}$$

puis l'amplitude H par l'une des relations

$$H = \frac{[K_1]}{\cos \varphi} \qquad H = - \frac{[K_1]'}{\sin \varphi}$$

L'amplitude H_1 et la phase φ_1 de l'onde homologue de la marée gravimétrique théorique s'obtiennent de la même façon à partir des nombres $[K_1]_1$ et $[K_1]'_1$.

On peut alors calculer le rapport d'amplitude $\frac{H}{H_1}$ et le déphasage $\varphi - \varphi_1$ entre l'onde observée et l'onde théorique. Ce rapport et ce déphasage sont voisins de ceux que l'on obtiendrait pour l'onde K_1 si celle-ci pouvait être isolée (1).

On opère ensuite de la même façon pour les ondes O_1 , Q_1 , M_2 , S_2 , N_2 . Les erreurs sont trop grandes pour qu'on puisse appliquer ce procédé aux ondes M_1 , J_1 , L_2 , $2N_2$ mais les valeurs calculées $[M_1]$, $[M_1]'$, $[M_1]_1$, $[M_1]'_1$, etc... seront conservées avec celles qui se rapportent aux six ondes principales pour servir à l'analyse globale de plusieurs mois d'observation.

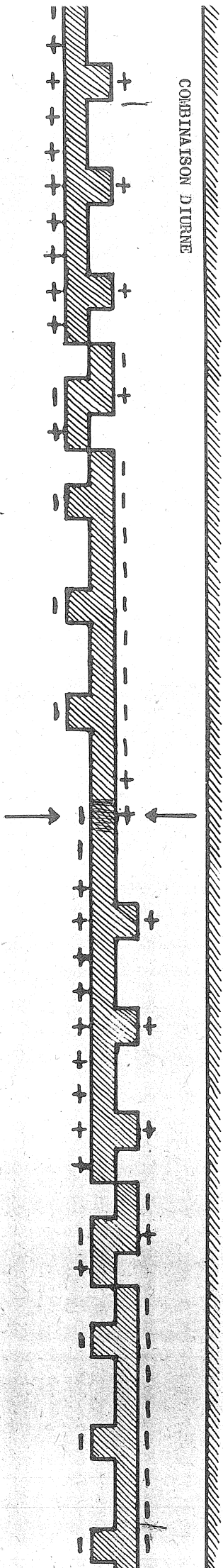
Exemples. Les amplitudes H et H_1 et les phases φ et φ_1 des 6 ondes principales ainsi que les rapports d'amplitude et les déphasages correspondants figurent au Tableau XX. Toutes ces grandeurs ont été calculées à partir des données des Tableaux XVIII et XIX.

(1) On obtiendrait le même rapport d'amplitude et le même déphasage en corrigeant les nombres $[K_1]$ et $[K_1]'$ de l'influence de l'onde P_1 , dans l'hypothèse, toujours adoptée, que les ondes K_1 et P_1 réelles se comportent respectivement de la même façon par rapport aux ondes K_1 et P_1 théoriques.

SCHEMA I

Grilles diurne et semi-diurne
(à découper et appliquer sur le tableau XI)

COMBINAISON DIURNE



COMBINAISON SEMI-DIURNE

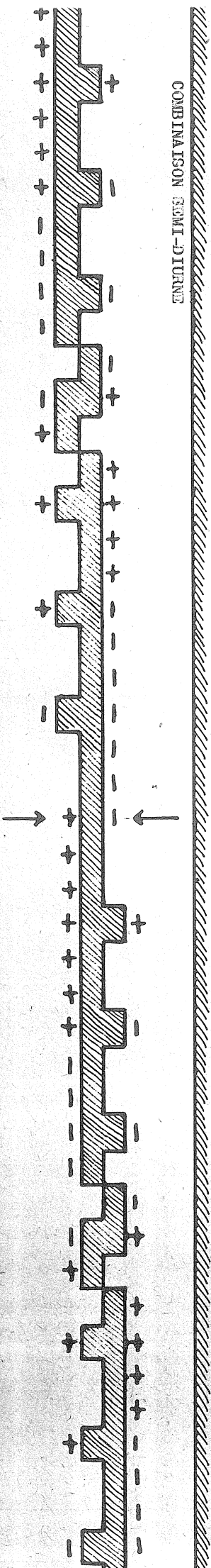


Tableau I

[illegible]

Tableau II

COMBINAISONS DEFINITIVES

Tableau III

$[K_1]$	$[O_1]$	$[Q_1]$	$[M_1]$	$[J_1]$	$[\Sigma_1]$
29055	-1233	773	-533	1331	29448
25	27115	305	1202	-2377	23570
2	-412	28403	-2027	-194	25772
-1595	1547	-3027	29115	-1789	24251
2385	1347	-1473	2375	29773	34707

Tableau IV

$[K_1]'$	$[O_1]'$	$[Q_1]'$	$[M_1]'$	$[J_1]'$	$[\Sigma_1]'$
28181	-330	1675	2364	989	33179
-241	23744	1534	-370	5472	33139
919	523	27104	-1190	-2919	24440
-394	1309	333	27132	-1207	27203
3233	-349	-2238	-3842	28831	25338

Tableau V

$[M_2]$	$[S_2]$	$[N_2]$	$[L_2]$	$[2N_2]$	$[\Sigma_2]$
23381	1233	-530	1853	-1043	27844
-274	33930	-3137	-3345	-394	23779
1741	-390	23907	-2514	1813	27557
223	-3538	-789	23333	370	23175
575	587	2384	-317	27504	30733

Tableau VI

$[M_2]'$	$[S_2]'$	$[N_2]'$	$[L_2]'$	$[2N_2]'$	$[\Sigma_2]'$
25303	-220	-429	1721	-2479	23399
-1520	31233	-1332	-1357	-1392	24985
995	803	25304	-1730	3054	23399
1425	-2004	-2374	25789	1901	24240
-1884	-1280	1492	2411	23287	27023

Nota : Les résultats de ces combinaisons doivent être multipliés par 10^{-7} .

TABLEAU VII

Principales ondes diurnes de la marée gravimétrique théorique

Symboles de Darwin	Argument number Doodson	τ	s	Argument				N^0	p_1	$\frac{\pi}{2}$	Vitesse angulaire par heure	Amplitude $H_1 \times 10^5$
	115855	6	1	-4	0	3	0	0	0	+	12°, 3099115	108 C_1
	117655	9	1	-4	2	1	0	0	0	+	3827651	278
$2Q_1$	125745	16	1	-3	0	2	-1	0	0	+	8520798	180
	755	17	1	-3	0	2	0	0	0	+	8542862	955
σ_1	127545	22	1	-3	2	0	-1	0	0	+	9249334	218
	555	23	1	-3	2	0	0	0	0	+	9271398	1153
Q_1	135555	31	1	-2	0	0	0	0	0	+	13°, 3940191	211 C_1
	645	33	1	-2	0	1	-1	0	0	+	3964545	1360 C_1
	655	34	1	-2	0	1	0	0	0	+	3986609	7216
ρ_1	137445	41	1	-2	2	-1	-1	0	0	+	4693081	258
	455	42	1	-2	2	-1	0	0	0	+	4715145	1371
	143755	51	1	-1	-2	2	0	0	0	-	8701820	113
	144555	53	1	-1	-1	0	0	1	-	-	9019689	130
	145535	55	1	-1	0	0	-2	0	-	-	9386228	218
O_1	545	56	1	-1	0	0	-1	0	0	+	9408292	7105
	555	57	1	-1	0	0	0	0	0	+	9430356	30766 37589 (16)
	655	59	1	-1	0	1	0	0	0	-	9476774	108 C_1
	755	61	1	-1	0	2	0	0	0	-	9523193	243 C_1
MP_1	146554	64	1	-1	1	0	0	-1	+	+	9841023	115
	147555	68	1	-1	2	0	0	0	0	-	14°, 0251729	491
	565	69	1	-1	2	0	1	0	0	+	0273793	107
	153655	73	1	0	-2	1	0	0	0	-	4145567	278
	155445	76	1	0	0	-1	-1	0	0	-	4852039	197
M_1	455	77	1	0	0	-1	0	0	0	-	4874103	1065
	555	79	1	0	0	0	0	0	0	-	4920521	661 C_1
	655	82	1	0	0	1	0	0	0	-	4966940	2964 C_1
	665	83	1	0	0	1	1	0	0	-	4989004	594
X_1	157455	88	1	0	2	-1	0	0	0	-	5695476	536
	465	89	1	0	2	-1	1	0	0	-	5717540	124
π_1	162555	92	1	1	-3	0	0	1	+	+	9178647	1029
P_1	163545	97	1	1	-2	0	-1	0	0	-	9567250	199
	555	98	1	1	-2	0	0	0	0	+	9589314	17584
S_1	164554	99	1	1	-1	0	0	-1	-	-	9999980	147
	553	100	1	1	-1	0	0	1	-	-	15°, 0000020	423
	135545	102	1	1	0	0	-1	0	0	+	0388622	1050
K_1	555	103	1	1	0	0	0	0	0	-	0410686	53050 (16)
	565	104	1	1	0	0	1	0	0	-	0432751	7182
	575	105	1	1	0	0	2	0	0	+	0454815	154
ψ_1	166554	107	1	1	1	0	0	-1	-	-	0821353	423
ϕ_1	167555	110	1	1	2	0	0	0	0	-	1232059	756
θ_1	173555	117	1	2	-2	1	0	0	0	-	5125897	536
	935	118	1	2	-2	1	1	0	0	-	5147961	112
	175455	121	1	2	0	-1	0	0	0	-	5854433	2964
J_1	435	124	1	2	0	-1	1	0	0	-	5876497	587
	555	126	1	2	0	0	0	0	0	0	5900852	241 C_1
SO_1	183555	131	1	3	-2	0	0	0	0	-	16°, 0569644	492 C_1
	185355	132	1	3	0	-2	0	0	0	-	1298180	240
OO_1	555	133	1	3	0	0	0	0	0	-	1391017	1623
	565	134	1	3	0	0	1	0	0	-	1413081	1039
	575	135	1	3	0	0	2	0	0	-	1435145	218
	195455	136	1	4	0	-1	0	0	0	-	6834764	311
	465	137	1	4	0	-1	1	0	0	-	6856828	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 VIII

Principales ondes semi-diurnes de la marée gravimétrique théorique

Symboles de Darwin	Argument number Doodson	Argument							Vitesse angulaire		Amplitude $H_1 \times 10^5$
		T	s	h	p	N'	p_1	π	$\frac{\pi}{2}$	par heure	
MNS_2	225855	2	-3	0	3	0	0	+	53	27°, 3509802	130 C_2
	227655	2	-3	2	1	0	0	+	57	4238338	335
$2N_2$	235635	2	-2	0	1	0	0	-	55	8907130	117 C_2
	755	2	-2	0	2	0	0	+	56	8953548	1150 C_2
μ_2	237555	2	-2	2	0	0	0	+	57	9682084	1388
N_2	245555	2	-1	0	0	0	0	-	58	28°, 4350877	427 C_2
	645	2	-1	0	1	-1	0		59	4375231	324 C_2
	955	2	-1	0	1	0	0	+	60	4397295	8693
	247455	2	-1	2	-1	0	0	+	61	5125831	1652
M_2	253755	2	0	-2	2	0	0		62	9112506	136
	254555	2	0	-1	0	0	1		63	9430375	157
	255545	2	0	0	-0	-1	0		64	9818978	1693
	555	2	0	0	0	0	0	+	65	9841042	45406 *
λ_2	256554	2	0	1	0	0	-1	+	66	29°, 0251709	138
	263655	2	1	-2	1	0	0		62	4556253	335
L_2	265455	2	1	0	-1	0	0		68	5284789	1284
	555	2	1	0	0	0	0	+	67	5331208	394 C_2
	655	2	1	0	1	0	0	+	70	5377323	321 C_2
T_2	935	2	1	0	1	1	0	+	71	5399690	141
	272555	2	2	-3	0	0	1	+	72	9589333	1240
S_2	273555	2	2	-2	0	0	0	+	73	30°, 0000000	21143 21179
R_2	274554	2	2	-1	0	0	-1		74	0410637	177
K_2	275555	2	2	0	0	0	0	+	75	0821373	5753
	555	2	2	0	0	1	0	+	76	0843437	1712
	575	2	2	0	0	2	0	+	77	0865501	186
MJ_2	285455	2	3	0	-1	0	0	+	78	6235120	321
	495	2	3	0	-1	1	0	+	79	6237184	140

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 IX

Symboles de Darwin	Argument number Doodson	$[K_1]_1$	$[O_1]_1$	$[Q_1]_1$	$[M_1]_1$	$[J_1]_1$	$[K_1]_1$	$[O_1]_1$	$[Q_1]_1$	$[M_1]_1$	$[J_1]_1$
$2Q_1$	115855	0,008	0,002	-0,025	0,033	0,130	-0,037	-0,055	0,089	0,169	-0,156
	117655	0,024	0,039	-0,103	0,005	0,124	-0,037	-0,030	0,027	0,135	-0,195
	125745	0,001	0,002	-0,005	-0,001	0,000	0,033	0,049	-0,036	-0,022	-0,138
	755	0,001	0,002	-0,003	-0,001	0,000	0,033	0,049	-0,036	-0,022	-0,138
σ_1	127545	-0,024	-0,030	0,148	0,034	-0,003	0,001	0,004	0,091	0,004	-0,084
	555	-0,024	-0,030	0,148	0,034	-0,003	0,001	0,004	0,091	0,004	-0,084
Q_1	135555	-0,002	-0,007	1,001	0,003	0,000	-0,003	-0,007	0,999	0,003	0,002
	645	-0,001	-0,004	1,000	0,001	0,000	-0,001	-0,004	1,000	0,001	0,001
ρ_1	655	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
	137445	0,038	0,140	0,937	-0,032	-0,014	0,050	0,127	0,985	-0,062	-0,038
	455	0,039	0,144	0,9352	-0,034	-0,015	0,052	0,131	0,9842	-0,064	-0,039
	143755	0,055	0,934	0,145	-0,110	-0,023	0,076	0,960	0,157	-0,116	-0,055
O_1	144555	0,032	0,936	0,073	-0,036	-0,016	0,045	0,979	0,083	-0,070	-0,012
	145535	0,003	0,999	0,007	-0,007	-0,002	0,005	0,999	0,008	-0,008	-0,003
	545	0,002	1,000	0,004	-0,003	-0,001	0,003	1,000	0,004	-0,004	-0,002
	555	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MP_1	655	-0,004	1,000	-0,008	0,008	0,002	-0,005	1,001	-0,009	0,009	0,004
	755	-0,008	1,001	-0,013	0,012	0,003	-0,008	1,001	-0,013	0,013	0,006
	146554	-0,036	0,994	-0,066	0,076	0,017	-0,046	0,997	-0,072	0,084	0,033
	147555	-0,073	0,970	-0,122	0,166	0,035	-0,096	0,972	-0,132	0,176	0,069
M_1	565	-0,075	0,969	-0,124	0,170	0,036	-0,099	0,971	-0,135	0,181	0,071
	153655	-0,117	0,165	-0,068	0,967	0,052	-0,148	0,159	-0,073	0,981	0,087
	155445	-0,012	0,013	-0,006	1,000	0,006	-0,015	0,013	-0,006	1,002	0,009
	455	-0,008	0,009	-0,004	1,000	0,004	-0,010	0,009	-0,004	1,001	0,006
X_1	555	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
	655	0,008	-0,008	0,004	1,000	-0,003	0,010	-0,007	0,004	0,999	-0,005
	665	0,012	-0,012	0,006	1,000	-0,005	0,015	-0,011	0,006	0,998	-0,008
	157455	0,157	-0,126	0,058	0,967	-0,063	0,190	-0,117	0,061	0,952	-0,099
π_1	465	0,163	-0,129	0,059	0,965	-0,065	0,196	-0,119	0,063	0,950	-0,101
	162555	0,9208	-0,126	0,064	0,260	-0,157	0,9773	-0,102	0,062	0,234	-0,213
P_1	163545	0,963	-0,087	0,044	0,170	-0,120	1,004	-0,069	0,042	0,151	-0,160
	555	0,9652	-0,085	0,043	0,165	-0,118	1,0052	-0,067	0,041	0,146	-0,157
S_1	164554	0,992	-0,042	0,021	0,080	-0,065	1,013	-0,034	0,020	0,070	-0,083
	555	0,992	-0,042	0,021	0,080	-0,065	1,013	-0,034	0,020	0,070	-0,083
K_1	165545	1,0000	-0,002	0,001	0,005	-0,004	1,0010	-0,002	0,001	0,004	-0,004
	555	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	565	1,0000	0,002	-0,001	-0,004	0,004	0,9980	0,002	-0,001	-0,003	0,005
	575	1,000	0,005	-0,002	-0,008	0,008	0,997	0,004	-0,002	-0,007	0,010
ψ_1	166554	0,989	0,039	-0,020	-0,066	0,077	0,968	0,029	-0,018	-0,055	0,097
	167555	0,960	0,074	-0,037	-0,119	0,164	0,918	0,053	-0,034	-0,099	0,203
ϕ_1	173655	0,143	0,055	-0,023	-0,057	0,968	0,101	0,024	-0,017	-0,039	1,003
	665	0,137	0,053	-0,022	-0,055	0,969	0,097	0,023	-0,016	-0,038	1,004
θ_1	175455	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
	465	-0,004	-0,002	0,000	0,001	1,000	-0,002	0,000	0,000	0,001	0,999
	555	-0,008	-0,004	0,002	0,003	1,000	-0,006	-0,002	0,001	0,002	0,997
	183555	-0,004	-0,128	0,003	-0,060	0,119	0,047	0,072	-0,040	-0,044	0,108
SO_1	185355	0,060	-0,103	-0,006	-0,100	-0,024	0,066	0,093	-0,054	-0,061	0,000
	555	0,071	-0,097	-0,008	-0,109	-0,050	0,070	0,098	-0,057	-0,065	-0,017
OO_1	565	0,072	-0,097	-0,008	-0,109	-0,051	0,070	0,098	-0,057	-0,065	-0,018
	575	0,073	-0,097	-0,008	-0,109	-0,052	0,070	0,098	-0,057	-0,065	-0,019
	195455	-0,060	-0,009	0,128	0,052	0,062	-0,051	0,015	-0,050	-0,022	-0,051
	465	-0,060	-0,009	0,128	0,052	0,062	-0,051	0,015	-0,050	-0,022	-0,051

TABLEAU X

Symboles de Darwin	Argument number Doodson	$[M_2]_1$	$[S_2]_1$	$[N_2]_1$	$[L_2]_1$	$[2N_2]_1$	$[M_2]'_1$	$[S_2]'_1$	$[N_2]'_1$	$[L_2]'_1$	$[2N_2]'_1$
MNS ₂	225855	-0,032	0,001	-0,048	0,074	0,037	0,025	-0,054	0,045	0,052	0,011
	227655	-0,034	0,041	-0,131	0,057	0,240	0,048	-0,034	0,010	0,040	0,148
2N ₂	235355	0,001	0,003	-0,008	-0,001	1,001	0,003	0,002	-0,006	-0,002	1,000
	755	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
μ_2	237555	-0,028	-0,047	0,171	0,017	0,9401	-0,064	-0,033	0,127	0,030	0,9756
	245555	-0,003	-0,004	1,001	0,003	0,008	-0,009	-0,004	0,999	0,004	0,008
N ₂	645	-0,002	-0,002	1,001	0,001	0,003	-0,003	-0,002	1,000	0,002	0,004
	855	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
ν_2	247455	0,115	0,061	0,9518	-0,048	-0,038	0,153	0,059	0,9801	-0,068	-0,114
	253755	0,941	0,078	0,131	-0,099	-0,045	0,981	0,084	0,151	-0,123	-0,064
	254555	0,974	0,046	0,070	-0,061	-0,025	0,997	0,050	0,081	-0,075	-0,036
	255545	0,999	0,002	0,002	-0,002	-0,001	1,000	0,002	0,003	-0,004	-0,001
M ₂	555	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
λ_2	256554	1,007	-0,049	-0,059	0,073	0,022	0,984	-0,053	-0,069	0,087	0,032
	263855	0,170	-0,135	-0,050	0,9703	0,020	0,128	-0,149	-0,060	0,9930	0,033
L ₂	265455	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
	555	-0,012	0,010	0,002	1,000	-0,002	-0,008	0,009	0,004	0,998	-0,002
	655	-0,022	0,021	0,005	0,999	-0,003	-0,014	0,022	0,007	0,996	-0,004
	855	-0,026	0,023	0,006	0,998	-0,003	-0,018	0,027	0,009	0,995	-0,005
T ₂	272556	-0,057	0,9735	0,018	0,107	-0,006	-0,027	0,9858	0,019	0,092	-0,010
S ₂	273555	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R ₂	274554	0,058	1,0056	-0,018	-0,097	0,006	0,026	0,9917	-0,019	-0,079	0,009
K ₂	275555	0,113	0,9905	-0,035	-0,180	0,010	0,041	0,9613	-0,035	-0,144	0,017
	565	0,115	0,989	-0,036	-0,184	0,010	0,042	0,959	-0,036	-0,147	0,018
KJ ₂	575	0,118	0,988	-0,037	-0,187	0,010	0,042	0,957	-0,038	-0,150	0,019
	285455	0,041	-0,140	-0,048	0,037	-0,019	-0,183	-0,183	0,015	0,109	0,120
	465	0,041	-0,140	-0,048	0,037	-0,019	-0,183	-0,183	0,015	0,109	0,120

TABLEAU XI

Strasbourg - Marée gravimétrique observée - Unité : microgal

Avril	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1956																								
1er										549	529	502	475	449	429	419	419	429	448	471	491	510	524	533
2	539	544	547	549	552	557	559	559	558	549	538	515	493	473	454	438	428	423	432	445	461	477	493	509
3	522	530	534	538	535	534	531	529	528	521	513	501	487	469	451	431	412	396	394	398	414	430	449	469
4	485	498	506	509	507	502	494	487	484	481	478	474	471	465	454	439	422	404	391	387	389	398	426	449
5	470	485	497	504	501	492	483	472	464	459	456	456	460	462	459	449	432	407	387	381	380	382	389	418
6	446	471	493	504	505	493	480	467	458	454	456	464	477	490	501	502	497	483	467	453	441	438	446	464
7	491	519	545	562	567	561	544	525	507	497	495	503	523	542	562	571	573	567	548	528	511	501	502	514
8	537	565	591	610	616	609	591	567	538	519	510	514	533	558	587	609	618	617	602	583	561	539	534	538
9	557	582	609	630	643	640	620	589	558	527	506	502	517	543	576	606	630	643	641	621	597	573	559	555
10	564	583	609	633	649	650	628	594	555	519	488	472	478	501	535	572	605	625	630	625	607	583	563	549
11	549	563	586	609	622	624	613	583	542	499	461	430	426	444	475	514	556	590	607	609	599	581	559	544
12	538	544	559	580	597	603	597	573	533	486	440	393	381	381	394	439	483	522	553	571	571	560	547	531
13	520	519	527	546	560	568	567	554	521	477	431	379	345	336	340	373	409	449	483	515	525	525	518	505
14	492	485	486	496	507	518	521	511	485	449	404	351	316	296	289	298	320	351	389	430	456	468	471	465
15	456	450	449	455	465	473	478	477	462	439	413	381	325	295	275	270	280	305	336	369	403	427	441	444
16	443	441	439	439	440	442	445	446	444	435	414	375	342	314	290	273	268	276	296	325	352	377	401	415
17	422	424	423	421	419	419	421	423	424	423	419	409	394	373	354	336	327	326	335	354	382	412	443	470
18	488	500	503	498	492	485	480	478	478	480	482	480	475	468	454	436	419	406	399	401	415	439	468	495
19	518	535	543	542	533	519	506	496	492	494	500	508	519	525	523	510	495	479	464	458	458	470	494	520
20	546	569	584	585	576	558	539	520	506	503	507	522	539	555	565	587	559	541	522	504	493	492	503	528
21	553	576	590	595	587	569	541	513	490	478	473	488	507	533	554	570	575	565	547	527	507	496	498	511
22	532	555	575	584	577	557	527	490	455	428	420	426	451	478	507	537	554	558	552	534	511	494	491	495
23	509	533	554	570	570	557	529	494	457	424	406	404	421	455	492	529	558	573	576	564	546	527	513	511
24	521	537	555	574	578	569	547	507	467	425	397	385	391	416	452	491	528	554	568	567	555	538	523	517
25	515	530	545	560	568	567	549	517	475	432	394	372	369	384	413	454	494	528	549	559	554	542	527	514
26	509	514	528	543	555	557	545	518	480	435	396	364	348	351	373	406	446	483	512	530	533	527	514	503
27	498	498	505	516	529	534	528	507	477	436	395	359	337	330	339	364	397	434	467	491	503	504	498	487
28	479	477	480	489	501	507	506	495	470	437	401	365	341	329	331	348	376	407	441	470	487	498	500	495
29	488	483	485	491	499	505	505	498	481	454	423	391	361	341	333	338	356	383	409	439	463	477	484	486
30	483	480	478	480	484	488	492	490	481	465	442	415	392	373	360	359	369	386	408	434	459	478	492	499
1 Mai	501	500	498	497																				

TABLEAU XII

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Date Avril 1956	Heure T.U.	+	-	Série diurne	+	-	Série 1/2 diurne	Somme
2	6	7896	8303	- 407	8238	7931	337	16199
3	3	8132	7560	572	7709	7983	- 274	15692
4	0	7942	6958	984	7509	7391	118	14900
4	21	7565	6970	595	7424	7111	313	14535
5	18	7104	7270	- 133	3897	7477	- 580	14374
6	15	7491	7860	- 369	7681	7670	11	15351
7	12	8352	8589	- 237	8880	8061	819	13941
8	9	8955	9086	- 131	8782	9259	- 477	18041
9	6	9109	9430	- 321	8870	9369	- 799	18539
10	3	9002	9528	- 526	9774	8756	1018	18530
11	0	8939	9057	- 118	9179	8817	362	17996
11	21	9025	8192	833	7988	9229	-1241	17217
12	18	8806	7419	1387	8259	7966	293	16225
13	15	7896	7268	628	8065	7099	966	15164
14	12	6462	7322	- 860	6514	7270	- 756	13784
15	9	5629	7233	-1604	6308	6554	- 246	12832
16	6	5737	6629	- 892	6515	5851	664	12546
17	3	6371	5989	382	5991	6369	- 378	12360
18	0	7461	6416	1045	6907	6970	- 63	13877
18	21	7987	7311	676	7915	7383	532	15298
19	18	8270	8155	115	7911	8514	- 603	16425
20	15	8496	8580	- 84	8453	8320	- 134	17076
21	12	8523	8478	45	8978	8023	955	17001
22	9	8091	8365	- 274	7993	8433	- 470	16466
23	6	7764	8503	- 742	7718	8552	- 834	16270
24	3	7664	8324	- 660	8318	7670	648	16288
25	0	7960	8120	- 160	8211	7869	342	16080
25	21	8331	7367	964	7312	8383	-1074	15698
26	18	8264	6863	1401	7659	7468	191	15127
27	15	7597	6942	655	7378	6831	547	14539
28	12	6861	7381	- 520	6872	7370	- 498	14242
29	9	6398	7745	-1347	6878	7235	- 357	14143
30	6	6632	7564	- 932	7363	6863	500	14196

TABLEAU XIII

Principales ondes diurnes de la marée gravimétrique théorique
à Strasbourg - Heure origine : 16 avril 1956, 6^h T.U.

Argument number Doodson	ϕ_1 degrés	$\cos \phi_1$ $\times 10^5$	$-\sin \phi_1$ $\times 10^5$	H_1 10 ⁻⁹ gal	A_1 10 ⁻⁹ gal	B_1 10 ⁻⁹ gal
				X		
115855	57,125	54281	-83983	88	48	-74
117855	258,311	-23835	97159	227	-54	221
125745	296,883	44905	89350	147	33	131
755	46,219	39190	-72199	780	540	-583
127545	135,889	-71775	-89830	178	-128	-124
555	245,405	-41320	90927	941	-392	853
135555	20,548	93339	-35098	325	305	-114
645	285,777	27189	96233	1110	302	1058
655	35,313	81601	-57804	5890	4808	-3405
137445	124,963	-57305	-81952	211	-121	-173
455	234,499	-58073	81410	1120	-850	912
143755	5,220	99585	-09098	92	92	-8
144558	102,235	-21192	-97729	108	-22	-104
145535	345,335	96742	25317	178	-172	45
545	274,871	08491	99839	5800	492	5779
555	24,408	92064	-41320	30785	28017	-12713
655	219,173	-77525	33165	111	-88	70
755	53,939	58835	-80839	199	117	-161
146554	128,577	-59590	-80308	94	-56	-75
147555	253,125	-29028	95694	401	-116	384
535	182,661	-99892	04843	87	-87	4
153855	354,314	99508	09908	227	223	22
155445	83,934	10515	-99446	161	17	-150
455	193,500	-97237	23344	839	-845	203
555	208,268	-88078	47357	682	-601	323
655	43,033	73097	-38241	2420	1789	-1651
935	152,538	-88753	-48070	485	-430	-223
157455	242,219	-43809	88473	482	-215	409
435	351,754	98963	14342	101	100	14
162558	31,237	48119	-87682	840	404	-738
163545	233,872	-58959	80770	182	-96	131
555	183,407	-95838	-28557	14353	-13755	-4099
164554	85,578	07710	-99702	120	9*	-120
555	289,955	34128	93998	345	118	324
165545	102,591	-21799	-97595	857	-187	-838
555	32,123	84638	-53178	43305	36874	-23029
535	141,352	-78433	-62030	5832	-4598	-3638
575	71,197	32231	-94833	123	41	-119
166554	134,297	-59838	-71573	345	-241	-247
167555	80,845	15911	-98723	617	98	-609
173655	182,034	-99937	03549	462	-452	13
635	291,539	36762	92998	91	81	85
175455	21,220	93220	-33195	2420	2420	-876
435	130,755	-35283	-75751	479	479	-383
555	35,933	80913	-58759	249	249	-146
183555	171,127	-98903	-15425	402	402	-32
185355	10,313	98384	-17903	193	193	-35
555	219,843	-73777	64073	1325	1325	849
535	329,382	86058	50178	848	848	423
575	78,917	19223	-98135	178	178	-175
195455	208,940	-87513	48389	254	254	123
435	318,475	74837	58295	132	132	107

Unité: 10^{-4} mm de mercure

Tableau XVI
Unité : 10-9gal

Σ_1	25497	-15195	Σ_2	- 825	14189	Σ_1	96557	-51485	Σ_2	- 5235	35035	Σ_1	25497	-15195	Σ_2	- 825	14189	Σ_1	96557	-51485	Σ_2	- 5235	35035
K_1	8385	-15817	M_2	-7822	15770	K_1	25101	-38719	M_2	-20584	35078	K_1	4298	-759	M_2	454	-1888	K_1	4298	-759	M_2	454	-1888
O_1	13582	- 2828	S_2	5994	-2080	O_1	35770	- 7035	S_2	18634	-6566	O_1	-1289	1595	S_2	-238	25100	O_1	-1289	1595	S_2	-238	25100
Q_1	1142	478	N_2	- 440	2352	Q_1	4878	- 1529	N_2	- 2915	6053	Q_1	508	254	N_2	-171	-2388	Q_1	508	254	N_2	-171	-2388
M_1	-1404	573	L_2	2090	- 873	M_1	-2708	- 2232	L_2	452	288	M_1	31	- 82	L_2	- 97	- 27	M_1	31	- 82	L_2	- 97	- 27
J_1	1792	399	$2N_2$	- 445	1023	J_1	3494	- 1972	$2N_2$	- 582	179	J_1	18	212	$2N_2$	- 82	-134	J_1	18	212	$2N_2$	- 82	-134

Tableau XIX

Marée gravimétrique observée

corrigée de l'effet de pression atmosphérique

Unité : 10⁻⁹gal

	[]	[]'		[]	[]'		[] ₁	[]' ₁		[] ₁	[]' ₁
K ₁	23739	-38984	M ₂	-20995	35135	K ₁	16831	-32783	M ₂	-17145	23139
0 ₁	35110	-7527	S ₂	18708	-7375	0 ₁	29521	-6352	S ₂	15423	-6389
Q ₁	4590	-1308	N ₂	-2930	3145	Q ₁	4057	1904	N ₂	-2558	5275
M ₁	-2718	-2207	L ₂	482	293	M ₁	-2093	-1784	L ₂	17	332
J ₁	3488	-2033	2N ₂	-557	221	J ₁	3240	-799	2N ₂	-386	-2

Tableau XX

Rapports d'amplitude et déphasages

	H	ϕ°	H ₁	ϕ_1°	H/H ₁	$\phi_1^\circ - \phi_1^\circ$
K ₁	45235	58, 599	37807	30, 125	1, 193	-1, 827
O ₁	33945	11, 753	30284	12, 103	1, 219	-0, 347
Q ₁	4956	18, 925	4482	25, 141	1, 106	-6, 216
M ₂	40931	239, 140	32977	238, 673	1, 241	0, 467
S ₂	20109	21, 515	16814	23, 442	1, 196	-1, 927
N ₂	6778	245, 042	5835	244, 134	1, 156	0, 908

Errata au N° 9.

Par suite d'un accident au tirage, certaines notations manquent dans le B.I.M. n° 9 :

p. 139 ligne 14 du haut lire $\sin^3 p$ (p = lunar parallax)

p. 140 ligne 10 du haut lire phase lag ΔT
 ligne 11 du haut lire $\frac{12}{\Delta T} = 250$ or $\Delta T = \frac{1}{20}$ hour

Documents reçus aux Centres Internationaux

Japon

Station CHIBA Tableaux I, II, IV de août 1957
 (Gravimètre Askania GS 11)

Station MATSUSHIRO Tableaux I, II, IV de août 1957
(Gravimètre Askania GS 11)

TABLE DES MATIERES

N° 1 1er décembre 1956

G.P. WOOLLARD	Data on La Coste and Romberg Tidal Gravity Meters	pp. 2 - 3
R. LECOLAZET	L'enregistrement de la marée gravimétrique avec un gravimètre North-American	4 à 9
Notes Bibliographie	5 figures illustrant l'article de R. Lecolazet.	10 à 12

N° 2 20 janvier 1957

A. GOUGENHEIM	Au sujet de la dérive des gravimètres.	14 - 15
L. LA COSTE	Data on La Coste and Romberg Tidal Gravity meter.	15
Station BERCHTESGADEN	(Rép. Féd. Allemagne)	16
Station BIDSTON	(Angleterre)	17
Station COLUMBUS	(Ohio, U.S.A.)	18
Station EL VOLCAN	(Chili)	19
Station KRASNAYA PAKHRA	(U.R.S.S.)	20
Station MEXICO	(Mexique)	21
Station PARIS	(France)	22
Station POULKOVÓ	(U.R.S.S.)	23
Station STRASBOURG	(France)	24
Station TEHERAN	(Iran)	25
Notes		26
Bibliographie		27

N° 3 15 février 1957

H. JEFFREYS	Theoretical Values of the Bodily Tide Numbers	29
W. BUCHHEIM & R. TOMASCHEK	Protokoll über die Sitzung betr. Erdgezeitenarbeiten in Rahmen des AGI in Mitteleuropa am 1.12.1956 in Freiberg.	30 à 34
H. ODISHAW	Information about Hawai Station	34
P.J. MELCHIOR	Réunion du groupe de travail européen pour l'étude des marées terrestres.	35
Stations JAPONAISES	(Japon)	36 à 43
Station BERGGIESSHUBEL	(Rép. Dém. Allemagne)	44
Station CAGIGAL	(Vénézuéla)	45
Station POTSDAM	(Rép. Dém. Allemagne)	46
Station AUSTIN	(U.S.A.)	47
Station POZNAN	(Pologne)	48
Station TRIESTE	(Italie)	49
Bibliographie		50
H. ELLENBERGER	L'organisation de stations de marées terrestres pour les mesures durant l'A.G.I.	51 à 55
M. KNEISSL	Extrait d'une lettre au Dr. Melchior	55
P. MELCHIOR	Discussion du procédé de Corkan pour la séparation des effets directs et indirects.	56 à 60

N° 4 20 mars 1957

C. LEFEVRE	Programme d'enregistrement de la marée gravimétrique au laboratoire de Géophysique Appliquée de la Sorbonne.	62 à 65
------------	--	---------

G. JOBERT	Influence de la structure de la croûte sur les déformations causées par les marées océaniques.	66
Station BARI	(Italie)	67
Bibliographie		
1 figure illustrant l'article de C. Lefèvre		-
 <u>N° 5 24 avril 1957</u>		
B.P. PERTZEV	On the calculation of the drift curve in observations of bodily tides.	71 - 72
X	Western Pacific Regional Conference	73 à 75
Station BREZOVE HORY	(Tchécoslovaquie)	76
Station TIHANY	(Hongrie)	77
Station WINSFORD	(Angleterre)	78
Bibliographie		79
J. PICHA	Ergebnisse der Gezeitenbeobachtungen der festen Erdkruste in Brezové Hory in den Jahren 1936 - 1939.	80 à 84
 <u>N° 6 10 juin 1957</u>		
G.W. LENNON	The use of the Milne-Shaw Seismograph for the observation of Earth Tides	86 à 91
Station HOHER LIST	(Rép. Féd. Allemagne)	92
Station NEUNKIRCHEN	(Rép. Féd. Allemagne)	93
Station TIEFENÓRT	(Rép. Dém. Allemagne)	94
L.B. SLICHTER	Earth Tide Program with La Coste-Romberg Gravimeter.	95
H. BENIOFF	List of extensometer stations	96
Bibliographie		97 à 99
4 figures illustrant l'article de G.W. Lennon		-
1 tableau - modèle pour l'envoi des données aux Centres Mondiaux		-

N° 7 1er août 1957

B. PERTZEV N. PARISKI & M. KRAMER	Comparison of different methods of Harmonic analysis of Bodily Tides	101 à 103
R.L.G. GILBERT	Canadian Stations for Earth-Tide Studies.	104
Colloque International sur les Marées Terrestres		105
Centres Mondiaux de données		105

N° 8 5 octobre 1957

P.J. MELCHIOR	Rapport sur les Marées Terrestres présenté à la XI Assemblée Générale de l'U.G.G.I. - Toronto 1957.	107 à 137
---------------	---	-----------

N° 9 15 décembre 1957

L.B. SLICHTER	On a favourable period of observa- tions in 1958 for the determination of a phase lag in Earth Tides (une figure)	139 à 142
T. OKUDA	Japanese Report of Working Group XIII - Gravimetry	143 à 145
Station VEDRIN	(Belgique)	146
Station WARMIFONTAINE	(Belgique)	147
Station BATTICE	(Belgique)	148
Station MARTELANGE	(Belgique)	149
Liste des stations françaises		150
Station en Inde		150
Documents reçus aux Centres Internationaux		150
Bibliographie		151

N° 10 (1er février 1958)

R. LECOLAZET	La méthode utilisée à Strasbourg pour l'analyse harmonique de la marée gravimétrique (instructions pratiques)	153 à
Errata		

INDEX ALPHABETIQUES DES AUTEURS

		n°	pages
H. BENIOFF	-	6	96
W. BUCHHEIM	-	3	30 à 34
H. ELLENBERGER	-	3	51 à 55
R.L.G. GILBERT	-	7	104
A. GOUGENHEIM	-	2	14 - 15
H. JEFFREYS	-	3	29
G. JOBERT	-	4	66
M. KRAMER	-	7	101 à 103
M. KNEISSL	-	3	55
L. LA COSTE	-	2	15
R. LECOLAZET	-	1	4 à 9
		10	153 à 186
C. LEFEVRE	-	4	62 à 65
G.W. LENNON	-	6	86 à 91
P.J. MELCHIOR	-	3	35
		3	56 à 60
		8	107 à 137
H. ODISHAW	-	3	34
T. OKUDA	-	9	143 à 145
N. PARISKI	-	7	101 à 103
B.P. PERTZEV	-	5	71 à 72
J. PICHA	-	5	80
L.B. SLICHTER	-	9	139 à 142
R. TOMASCHEK	-	4	30 à 34
G.P. WOOLLARD	-	1	2 à 3

INDEX ALPHABETIQUE DES STATIONS

	n°	pp		n°	pp
ABUYAMA	3	41	KOCHI	3	38
ASO-HONDO	3	37	KRASNAYA PAKHRA	2	20
ASO-KENKYUSCHO	3	36	MAKIMINE	3	37
ASO-MIYAZI	3	36	MARTELANGE	9	149
ASO-SENRIGAHAMA	3	36	MEXICO	2	21
AUSTIN	3	47	NEUNKIRCHEN	5	93
BARI	4	67	OGOYA	3	42
BATTICE	9	148	OSAKAYAMA	3	41
BEPPU	3	37	OSARIZAWA	3	43
BERCHTESGADEN	2	16	PARIS	2	22
BERGGIESSHUBEL	3	44	POTSDAM	3	46
BESSI	3	38	POULKOVO	2	48 ²³
BIDSTON	2	17	POZNAN	3	48
BREZOVE HORY	5	76	STRASBOURG	2	24
CAGIGAL	3	45	SU SAMI	3	39
COLUMBUS	2	18	TAMAMIZU	3	40
EL VOLCAN	2	19	TEHERAN	2	25
HOHER LIST	6	92	TIEFENORT	5	94
HOSOKURA	3	43	TIHANY	5	77
IDE	3	40	TRIESTE	3	49
IIMORI	3	40	TSUCHIKURA	3	42
IKUNO	3	38	VEDRIN	9	146
KAMIOKA	3	42	WARMIFONTAINE	9	147
KAMIGAMO	3	41	WINSFORD	5	78
KISHYU	3	39	YURA	3	39

* * *