

MAREES TERRESTRES

BULLETIN d'INFORMATIONS

N° 19

13 juin 1960.

Association Internationale de Géodésie
Commission Permanente des Marées Terrestres.

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

La méthode utilisée à Strasbourg

pour la séparation des ondes K_1 , P_1 et S_1 .

par

R. LECOLAZET

Institut de Physique du Globe de Strasbourg.

Nous supposons que nous disposons des résultats de 17 analyses mensuelles successives faites à intervalle constant de 21 jours, par notre méthode d'analyse harmonique ^{*}, ce qui correspond très approximativement à une période de un an. Pour chaque analyse, l'origine des temps est l'heure centrale du tableau des 715 observations horaires successives. Avec cette origine des temps, une onde pure, d'amplitude H , de vitesse angulaire ω , de phase φ , est représentée par l'expression :

$$H \cos (\omega t + \varphi)$$

ou par l'expression équivalente :

$$A \cos \omega t + B \sin \omega t .$$

La phase φ et les composantes A et B changent avec chaque analyse, l'origine des temps différant de 21 jours d'une analyse à la suivante.

Nous désignerons par $A(K_1)$, $B(K_1)$, $A(P_1)$, $B(P_1)$, $A(S_1)$, $B(S_1)$ les composantes des ondes vraies K_1 , P_1 et S_1 , respectivement et par les mêmes symboles affectés de l'indice inférieur 1 les composantes des ondes théoriques correspondantes.

* Cf bibliographie en fin d'article.

Chaque analyse mensuelle fournit les deux nombres $[K_1]$ et $[K_1]'$ et les deux nombres homologues $[K_1]_1$ et $[K_1]'_1$. On sait que

$$(1) \quad [K_1] = A(K_1) + 0,9652 A(P_1) + 0,9919 A(S_1) + \sum \alpha_i A^i$$

$$(2) \quad [K_1]' = B(K_1) + 1,0052 B(P_1) + 1,0127 B(S_1) + \sum \beta_i B^i$$

Dans ces relations, les A^i et les B^i représentent les composantes des ondes diurnes autres que K_1, P_1, S_1 ; les α_i et les β_i sont des coefficients numériques voisins de l'unité pour les ondes du groupe 16 (ou groupe K_1) de A. T. Doodson, nuls pour les ondes O_1, Q_1, M_1 et J_1 , voisins de zéro pour les autres ondes*.

Dans les relations (1) et (2) précédentes, il suffit d'ajouter l'indice inférieur 1 pour retrouver les relations de définition des nombres homologues, calculés à partir des ondes théoriques. Par exemple :

$$[K_1]_1 = A_1(K_1) + 0,9652 A_1(P_1) + 0,9919 A_1(S_1) + \sum \alpha_i A_1^i$$

Pour calculer les 6 inconnues $A(K_1), A(P_1), A(S_1)$ et $B(K_1), B(P_1), B(S_1)$, correspondant à l'heure centrale de la période considérée, qui est l'heure centrale de la 9ème analyse, nous disposons donc de 17 équations analogues à l'équation (1) et de 17 équations analogues à l'équation (2). Désignons provisoirement par $A_n(K_1), B_n(K_1)$ etc... , les composantes des ondes vraies K_1 , etc... à l'heure centrale de la $(9 + n)$ ème analyse (n peut varier entre -8 et +8) et par $[K_1]_n$ et $[K_1]'_n$ les nombres fournis par la $(9 + n)$ ème analyse. Les deux équations correspondantes s'écrivent :

* Les α_i et les β_i sont les coefficients qui figurent respectivement dans les colonnes $[K_1]_1$ et $[K_1]'_1$ du tableau 1X de la publication n° 4 (Cf. bibliographie en fin d'article).

$$(3) \quad [K_1]_n = A_n(K_1) + 0,9652 A_n(P_1) + 0,9919 A_n(S_1) + \sum \alpha_i A_n^i,$$

$$(4) \quad [K_1]'_n = B_n(K_1) + 1,0052 B_n(P_1) + 1,0127 B_n(S_1) + \sum \beta_i B_n^i.$$

Mais les A_n et les B_n s'expriment en fonction des inconnues A et B (simple changement d'origine des temps) ; par exemple :

$$(5) \quad A_n(K_1) = A(K_1) \cdot \cos n\omega(K_1) + B(K_1) \cdot \sin n\omega(K_1),$$

$$(6) \quad B_n(K_1) = -A(K_1) \cdot \sin n\omega(K_1) + B(K_1) \cdot \cos n\omega(K_1)$$

et des relations analogues pour les autres ondes. Dans les relations (5) et (6) ci-dessus $\omega(K_1)$ désigne la vitesse angulaire de l'onde K_1 en 21 jours.

Les A_n et les B_n étant remplacés dans les équations (3) et (4) par leur expression en fonction des inconnues A et B, on obtient pour les deux équations de rang n, en négligeant les A et les B autres que ceux des ondes K_1 , P_1 et S_1 :

$$(7) \quad \begin{aligned} & A(K_1) \cdot \cos n\omega(K_1) + 0,9652 A(P_1) \cos n\omega(P_1) + 0,9919 A(S_1) \cos n\omega(S_1) \\ & + B(K_1) \cdot \sin n\omega(K_1) + 1,0052 B(P_1) \sin n\omega(P_1) + 1,0127 B(S_1) \sin n\omega(S_1) \\ & = [K_1]_n, \end{aligned}$$

$$(8) \quad \begin{aligned} & -A(K_1) \cdot \sin n\omega(K_1) - 0,9652 A(P_1) \cdot \sin n\omega(P_1) - 0,9919 A(S_1) \cdot \sin n\omega(S_1) \\ & + B(K_1) \cdot \cos n\omega(K_1) + 1,0052 B(P_1) \cos n\omega(P_1) + 1,0127 B(S_1) \cdot \cos n\omega(S_1) \\ & = [K_1]'_n. \end{aligned}$$

Faisant varier n de -8 à $+8$, on obtient un système de 34 équations aux six inconnues $A(K_1)$, $A(P_1)$, $A(S_1)$, $B(K_1)$, $B(P_1)$, $B(S_1)$, que l'on traite naturellement par la méthode des moindres carrés. Du fait que les analyses ont été faites à intervalle constant égal à un nombre entier de jours et que l'origine des temps est l'heure centrale de la période considérée, il résulte de grandes simplifications de calcul :

1°) les inconnues A se séparent des inconnues B dans les équations normales

2°) $n \omega(S_1)$ est multiple entier de 2π .

3°) $\cos n\omega(P_1) = \cos n\omega(K_1)$ et
 $\sin n\omega(P_1) = -\sin n\omega(K_1)$

La solution est la suivante :

$$A(K_1) = 0,0588650 U + 0,0025731 V - 0,0014156 W$$

$$A(P_1) = 0,0002255 U + 0,0588650 V - 0,0014083 W$$

$$A(S_1) = -0,0013816 U - 0,0013887 V + 0,0588884 W$$

$$B(K_1) = 0,0588650 U' + 0,0002185 V' - 0,0013878 W'$$

$$B(P_1) = 0,0026519 U' + 0,0588650 V' - 0,0014378 W'$$

$$B(S_1) = -0,0014092 U' - 0,0013602 V' + 0,0588884 W'$$

Les nombres U , V , W , U' , V' , W' résultent de calculs faits sur la suite des 17 nombres $[K_1]_n$ et celle des 17 nombres $[K_1]'_n$. Posant pour simplifier l'écriture, conformément à la notation habituelle de la méthode des moindres carrés :

$$\sum_{n=-8}^8 [K_1]_n \cdot \cos n\omega(K_1) = \left[[K_1] \right] \cdot \cos K_1$$

et

$$\sum_{n=-8}^8 [K_1]_n = [K_1]$$

les formules donnant U, V, W, U', V', W' sont les suivantes :

$$U = [K_1] \cdot \cos K_1 - [K_1]' \cdot \sin K_1$$

$$V = 1,03605 [K_1] \cdot \cos K_1 + 0,99483 [K_1]' \cdot \sin K_1$$

$$W = 1,00817 [K_1]$$

$$U' = [K_1]' \cdot \cos K_1 + [K_1] \cdot \sin K_1$$

$$V' = 0,99483 [K_1]' \cdot \cos K_1 - 1,03605 [K_1] \cdot \sin K_1$$

$$W' = 0,98746 [K_1]'$$

Les nombres homologues $A_1(K_1)$, $A_1(P_1)$, ... $B_1(S_1)$ ^{*} sont obtenus de la même façon et avec les mêmes formules que précédemment mais à partir de la suite des 17 nombres $[K_1]_1$ et celle des 17 nombres $[K_1]'_1$.

* Ici l'indice inférieur 1 affectant les A et les B n'est pas une valeur de n, il signifie que les A et les B considérés sont ceux des ondes théoriques.

Remarque 1 - Dans les calculs précédents, les ondes autres que K_1 , P_1 et S_1 ont été négligées mais leur influence sur les résultats est faible à cause de l'étendue de la période considérée (voisine de 1 an). En outre, il est tenu compte de cette influence dans les rapports d'amplitude et les déphasages par le calcul des ondes homologues. En toute rigueur cependant, les nombres $A(K_1)$ et $B(K_1)$ par exemple ne représentent pas exactement les composantes de l'onde K_1 . L'influence des ondes P_1 et S_1 est bien éliminée par le calcul précédent et celle des ondes semi-diurnes et des ondes O_1 , Q_1 , M_1 et J_1 a déjà été éliminée dans chaque analyse mensuelle mais il reste encore l'influence, extrêmement faible, des autres ondes diurnes.

Remarque 2 - Les erreurs probables sur les inconnues ne peuvent pas être calculées par le procédé habituel de la méthode des moindres carrés, comme nous l'avons déjà fait remarquer dans une publication précédente. *

Remarque 3 - La méthode exposée ci-dessus peut évidemment s'appliquer à un nombre quelconque d'analyses faites à intervalles quelconques mais on ne peut songer à séparer efficacement les ondes K_1 , P_1 et S_1 que si la période totale est voisine de 1 an et si les intervalles sont suffisamment petits. En outre, les simplifications de calcul mentionnées plus haut disparaissent.

Remarque 4 - Le principe de la méthode exposée ci-dessus peut naturellement s'appliquer à la séparation des ondes d'un même groupe autre que le groupe K_1 , par exemple à celle de S_2 et K_2 , à celle de N_2 et V_2 , etc ...

* Cf. publication n° 3 de la bibliographie en fin d'article.

Exemple d'application.

17 analyses mensuelles successives, à intervalle de 21 jours, de la marée gravimétrique enregistrée à Strasbourg, ont donné les résultats suivants (exprimés en nanogals).

| Heure centrale de l'analyse 21 h TU le | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|
| 30. 1. 58 | - 49.726 | - 12.464 | - 42.682 | - 9.815 |
| 20. 2. 58 | - 38.847 | 3.880 | - 32.970 | 4.120 |
| 13. 3. 58 | - 21.919 | 19.901 | - 18.947 | 17.485 |
| 3. 4. 58 | - 2.854 | 32.757 | - 2.369 | 28.654 |
| 24. 4. 58 | 17.055 | 39.983 | 14.074 | 34.827 |
| 15. 5. 58 | 32.352 | 42.523 | 28.022 | 36.453 |
| 5. 6. 58 | 43.854 | 39.008 | 37.971 | 33.614 |
| 26. 6. 58 | 50.969 | 31.215 | 43.296 | 26.921 |
| 17. 7. 58 | 51.743 | 20.571 | 43.899 | 17.431 |
| 7. 8. 58 | 46.200 | 6.046 | 39.687 | 5.517 |
| 28. 8. 58 | 34.750 | - 8.906 | 29.990 | - 7.133 |
| 18. 9. 58 | 19.361 | - 23.214 | 15.912 | - 19.324 |
| 9.10. 58 | 235 | - 33.818 | - 860 | - 28.815 |
| 30.10. 58 | - 19.098 | - 40.692 | - 17.819 | - 34.149 |
| 20.11. 58 | - 36.456 | - 42.694 | - 31.822 | - 36.012 |
| 11.12. 58 | - 48.640 | - 39.143 | - 41.270 | - 33.272 |
| 1er 1. 59 | - 51.884 | - 31.841 | - 45.322 | - 26.827 |

Nous faisons figurer les valeurs de $\cos n\omega(K_1)$ et $\sin n\omega(K_1)$ dans les colonnes ci-dessous, intitulées $\cos K_1$ et $\sin K_1$

| n | $\cos K_1$ | $\sin K_1$ |
|-----|------------|------------|
| - 8 | - 0,968534 | - 0,248880 |
| - 7 | - 0,818051 | - 0,575146 |
| - 6 | - 0,561962 | - 0,827163 |
| - 5 | - 0,233326 | - 0,972379 |
| - 4 | 0,125431 | - 0,992102 |
| - 3 | 0,467995 | - 0,883731 |
| - 2 | 0,750144 | - 0,661275 |
| - 1 | 0,935453 | - 0,353452 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0,935453 | 0,353452 |
| 2 | 0,750144 | 0,661275 |
| 3 | 0,467995 | 0,883731 |
| 4 | 0,125431 | 0,992102 |
| 5 | - 0,233326 | 0,972379 |
| 6 | - 0,561962 | 0,827163 |
| 7 | - 0,818051 | 0,575146 |
| 8 | - 0,968534 | 0,248880 |

Les calculs successifs donnent :

$$\begin{aligned} [K_1] \cdot \cos K_1 &= 435.882,55 ; & [K_1]' \cdot \cos K_1 &= 174.235,62 \\ [K_1]' \cdot \sin K_1 &= - 324.657,36 ; & [K_1] \cdot \sin K_1 &= - 69.863,17 \\ [K_1] &= 27.095 ; & [K_1]' &= 3.112 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [K_1]_1 \cdot \cos K_1 &= 373.932,18 ; & [K_1]'_1 \cdot \cos K_1 &= 147.440,61 \\ [K_1]'_1 \cdot \sin K_1 &= - 278.001,60 ; & [K_1]_1 \cdot \sin K_1 &= - 63.175,32 \\ [K_1]_1 &= 18.790 & [K_1]'_1 &= 9.675 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U &= 760.540 & U' &= 104.372 \\ V &= 128.617 & V' &= 245.717 \\ W &= 27.316 & W' &= 3.073 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_1 &= 651.934 & U'_1 &= 84.265 \\ V_1 &= 110.848 & V'_1 &= 212.131 \\ W_1 &= 18.943 & W'_1 &= 9.554 \end{aligned}$$

et enfin :

| | A | B | A ₁ | B ₁ |
|----------------|--------|--------|----------------|----------------|
| K ₁ | 45.061 | 6.193 | 38.635 | 4.993 |
| P ₁ | 7.704 | 14.736 | 6.645 | 12.697 |
| S ₁ | 379 | - 300 | 61 | 155 |

On déduit des nombres précédents l'amplitude H et la phase φ des ondes observées, l'amplitude H_1 et la phase φ_1 des ondes homologues le 17 juillet 1958 à 21 h. T.U. et enfin le rapport d'amplitude H/H_1 et la différence de phase $\varphi - \varphi_1$ pour chacune des ondes K_1 et P_1 ^{*}. Les amplitudes sont exprimées, comme les A et les B, en nanogals.

| | H | φ | H_1 | φ_1 | H/H_1 | $\varphi - \varphi_1$ |
|-------|--------|-----------|--------|-------------|---------|-----------------------|
| K_1 | 45 485 | 352°,175 | 38 956 | 352°,636 | 1,168 | - 0°,461 |
| P_1 | 16 628 | 297°,601 | 14 331 | 297°,625 | 1,160 | - 0°,024 |

L'onde S_1 observée n'est pas significative, comme nous l'avons toujours trouvé à Strashourg. Calculer son amplitude et sa phase serait illusoire.

* Les résultats ci-dessus diffèrent légèrement de ceux qui ont été donnés au 3ème Symposium sur les Marées Terrestres (Trieste, juillet 1959). Quelques petites erreurs ont été rectifiées depuis lors.

B I B L I O G R A P H I E .

- [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.
Annales de Géophysique 12, fasc. 1 pp. 59-71 , 1956.
- [2] - R. LECOLAZET Note sur l'analyse harmonique.
Comm. Observ. Royal Belgique n° 114 S. Géoph.
n° 39, 1957.
- [3] - R. LECOLAZET. Enregistrement et analyse harmonique de la marée gravimétrique à Strasbourg (huit mois d'observation).
Annales de Géophysique 13, pp. 186-202 ; 1957.
- [4] - R. LECOLAZET. La méthode utilisée à Strasbourg pour l'analyse harmonique de la marée gravimétrique.
B.I.M. n° 10, pp. 153-166 , 1958 .

Pour une comparaison des observations de la
marée gravimétrique

par

R LECOLAZET et P. MELCHIOR.

Une comparaison effectuée entre les résultats des observations de marée gravimétrique, faite à Strasbourg et à Uccle en 1958 et 1959, a montré une certaine corrélation entre les variations de la valeur mensuelle du coefficient δ pour les ondes principales, notamment pour l'onde K_1 en 1959. Nous pensons qu'il serait du plus grand intérêt que cette comparaison s'étende à toutes les stations ayant enregistré la marée gravimétrique et nous proposons que cette étude soit faite au cours du prochain Congrès de l'U.G.G.I. à Helsinki. A cet effet, nous demandons à tous les observateurs de bien vouloir tracer, pour chaque station ayant enregistré, plusieurs mois de suite en 1957, 58, 59 et 60, les courbes de variation du coefficient δ pour chacune des ondes K_1 , O_1 , M_2 et S_2 . Pour que les différentes courbes soient immédiatement comparables, une échelle commune doit être adoptée et nous proposons la suivante : pour l'échelle des abscisses (temps), 2 mm par jour; pour l'échelle des ordonnées (δ), 5 mm pour 0,01 - Les courbes correspondant aux diverses stations pourront ainsi être affichées les unes sous les autres et leurs analogies, s'il en existe, seront immédiatement visibles de toute l'assistance.

Nous proposons également que, pour éliminer autant que possible les variations de sensibilité, on veuille bien aussi tracer les courbes des rapports

$$\frac{\delta(K_1)}{\delta(M_2)}, \frac{\delta(O_1)}{\delta(M_2)}, \frac{\delta(S_2)}{\delta(M_2)} \text{ avec les mêmes échelles que précédemment.}$$

Nouveaux résultats d'analyses harmoniques
communiqués au Centre International.

Sclaigneaux Belgique

Pendule horizontal O.R.B. n° 4

J. Verbaandert et P. Melchior

composante N S

sensibilité 1 mm = 0"0016

Méthode Lecolazet

Epoque 27 janvier 1960, 10 h T.U.

| | γ | α |
|----|----------|----------|
| K1 | 2,304 | + 7°13 |
| O1 | 2,533 | - 14°20 |
| M2 | 0,923 | + 2°64 |
| S2 | 1,002 | + 0°08 |
| N2 | 0,929 | - 1°78 |

Epoque 9 février 1960, 13 h T.U.

| | γ | α |
|----|----------|----------|
| K1 | 2,369 | - 15°64 |
| O1 | 2,571 | - 17°78 |
| M2 | 0,900 | + 1°87 |
| S2 | 0,973 | 0°00 |
| N2 | 1,027 | + 12°47 |

Epoque 22 février 1960, 16 h T.U.

| | γ | α |
|----|----------|----------|
| K1 | 2,695 | - 12°84 |
| O1 | 2,090 | - 15°90 |
| M2 | 0,885 | + 2°35 |
| S2 | 0,926 | - 1°55 |
| N2 | 1,018 | + 4°65 |

Méthode Doodson Lennon

Epoque 28 janvier 1960, 10 h T.U.

| | γ | α |
|----|----------|----------|
| K1 | 2,202 | - 5°84 |
| O1 | 2,846 | - 9°04 |
| M2 | 0,892 | + 1°95 |
| S2 | 0,982 | - 1°28 |
| N2 | 1,069 | - 5°74 |

Epoque 8 février 1960, 10 h T.U.

| | γ | α |
|----|----------|----------|
| K1 | 2,332 | - 13°98 |
| O1 | 2,643 | - 10°28 |
| M2 | 0,894 | + 1°15 |
| S2 | 0,997 | - 0°97 |
| N2 | 0,986 | - 9°33 |

Epoque 19 février 1960, 10 h T.U.

| | γ | α |
|----|----------|----------|
| K1 | 2,466 | - 16°07 |
| O1 | 2,237 | - 11°35 |
| M2 | 0,890 | + 1°63 |
| S2 | 0,990 | - 2°46 |
| N2 | 0,984 | - 9°56 |

Nouveaux résultats d'analyses harmoniques
communiqués au Centre International.

Sclaigneaux Belgique

Pendule horizontal O.R.B. n° 1

J. Verbaandert et P. Melchior

composante E W
sensibilité 1 mm = 0"0016

Méthode Lecolazet

Epoque 14 avril 1960, 7 h T.U.

Epoque 27 avril 1960, 10 h T.U.

| | γ | α |
|----|----------|----------|
| K1 | 0,707 | + 0°99 |
| O1 | 0,771 | - 10°25 |
| M2 | 1,059 | - 9°25 |
| S2 | 0,789 | - 5°49 |
| N2 | 1,053 | - 4°06 |

| | γ | α |
|----|----------|----------|
| K1 | 0,836 | - 8°10 |
| O1 | 0,777 | - 5°53 |
| M2 | 1,061 | - 7°94 |
| S2 | 0,946 | - 3°50 |
| N2 | 0,971 | - 3°80 |

Méthode Doodson - Lennon

Epoque 14 avril 1960, 10 h T.U.

Epoque 26 avril 1960, 10 h T.U.

| | γ | α |
|----|----------|----------|
| K1 | 1,060 | + 8°05 |
| O1 | 0,595 | - 10°48 |
| M2 | 1,064 | - 7°77 |
| S2 | 0,932 | - 4°94 |
| N2 | 0,759 | + 2°60 |

| | γ | α |
|----|----------|----------|
| K1 | 1,147 | - 4°08 |
| O1 | 0,603 | - 8°60 |
| M2 | 1,053 | - 7°75 |
| S2 | 0,887 | - 2°95 |
| N2 | 0,788 | + 5°63 |

Caracas Venezuela Gravimètre Askania 99

G. Fiedler, méthode Lecolazet

Valeurs moyennes pour 387 jours d'observations

| | δ | α |
|----|----------|----------|
| K1 | 1,201 | - 3°41 |
| O1 | 1,015 | - 3°33 |
| Q1 | 1,276 | - 9°40 |

| | δ | α |
|----|----------|----------|
| M2 | 1,181 | + 0°73 |
| S2 | 1,221 | - 0°65 |
| N2 | 1,159 | + 2°40 |

Programmation des diverses méthodes d'analyse
harmonique sur ordinateur électronique (IBM 650)
au Centre International des Marées Terrestres.

par

Paul J. MELCHIOR.

V

Le programme d'analyse selon la méthode de Doodson - 2ème partie, qui était écrit en FORTRAN ancien type (cf. note II, BIM 16, pp. 262 - 263) occupait 6 minutes de machine pour établir les fonctions ξ_{ij} η_{ij} ($i = 1, 4$; $j = 0, 5, a, d$).

Nous venons de terminer une nouvelle programmation de cette méthode, écrite cette fois en langage PASO. L'expérience ayant montré que les ondes d'ordre 4 ne sont pas significatives nous l'avons limitée aux ondes diurnes, semi-diurnes et à l'onde M_3 .

La machine calcule et perfore successivement les ξ_{ij} η_{ij} X_{3j} - les C_{ij} , D_{ij} - les valeurs de $R \cos r$, $R \sin r$, R , r (première approximation) pour les ondes Q_1 , O_1 , M_1 , K_1 , J_1 , OO_1 , μ_2 , N_2 , M_2 , L_2 , S_2 , $2 SM_2$, M_3 et la durée du calcul est de

2 minutes 30 secondes.

Ce nouveau programme réduit le coût d'une analyse par la méthode Doodson de quatre dollars.

Données reçues au Centre International.

| <u>PAYS</u> | <u>STATION</u> | <u>INSTRUMENT</u> | <u>PERIODES D'OBSERVATION</u> |
|------------------|----------------|--------------------------|---|
| <u>Belgique</u> | Sclaigneaux | PH O.R.B. n° 4 (NS) | du 16 mars au 10 avril du 21 avril au 7 juin 1960. |
| | | PH O.R.B. n° 1 (EW) | du 30 mars au 13 mai 1960. |
| | Uccle | G Ask. 145 G Ask. 160 | du 16 mars au 19 mai 1960. du 1 avril au 7 mai 1960. |
| <u>Japon</u> | Aso | G Ask. 111 | du 18 avril au 21 mai 1959 |
| | Kyoto | G Ask. 111 | du 11 juin au 14 juill. 1958 du 28 juin au 31 juill. 1957(x) |
| | Mizusawa | G Ask. 111 | du 15 sept. au 18 oct. 1958 |
| | Nemuro | G Ask. 111 | du 1 août au 3 sept. 1958 |
| | Tottori | G Ask. 111 | du 7 févr. au 12 mars 1959 |
| <u>Venezuela</u> | Caracas | G Ask. 99 | analyse centrée sur le 8 mars 1960. |

(x) corriger l'indication p. 305 par ces dates.