BUREAU DES LONGITUDES

CALCUL DES CIRCONSTANCES DE L'ÉCLIPSE ANNULAIRE DU SOLEIL DU 16 FÉVRIER 1999

le : 24 juin 1996

P. ROCHER

Tél : (33) 1 40 51 22 72

Fax : (33) 1 46 33 28 34

Email : rocher@bdl.fr

TABLE DES MATIÈRES

GÉNÉRALITÉS ET DÉFINITIONS

Définitions

Les éclipses de Soleil se produisent à la nouvelle Lune, lorsque la Terre passe dans le cône d'ombre ou dans le cône de pénombre de la Lune (Fig. 1). Lorsque la Terre passe uniquement dans la pénombre de la Lune il y a *éclipse partielle* du Soleil, lorsque la Terre passe dans l'ombre de la Lune il y a *éclipse centrale* du Soleil. La distance Terre-Lune n'étant pas constante, le diamètre apparent de la Lune est variable, il peut être plus petit ou plus grand que le diamètre apparent du Soleil, il y a donc deux types d'éclipses centrales : les *éclipses totales*, lorsque le diamètre apparent de la Lune est plus grand que le diamètre apparent du Soleil (le Soleil est complètement éclipsé), et les *éclipses annulaires* lorsque le diamètre de la Lune est plus petit que le diamètre apparent du Soleil. Il existe un cas limite lorsque le diamètre apparent de la Lune est inférieur au diamètre apparent du Soleil au début de l'éclipse, puis supérieur (autour du maximum) puis de nouveau inférieur au diamètre apparent du Soleil, dans ce cas l'éclipse est appelée *éclipse totale-annulaire*.

Durant une éclipse, l'ombre et la pénombre se déplacent sur la surface du globe terrestre par suite du mouvement synodique de la Lune et de la rotation terrestre. L'aire balayée par l'ombre, très étroite (quelques dizaines à quelques centaines de kilomètres), s'appelle la *bande de centralité*, la ligne parcourue par l'axe du cône d'ombre s'appelle la *ligne de centralité*, c'est sur cette ligne que se situe le maximum de l'éclipse. Un observateur placé dans la bande de centralité voit d'abord une éclipse partielle puis, pendant un court instant (quelques minutes) une éclipse totale ou annulaire, puis de nouveau une éclipse partielle. L'aire balayée par la pénombre, à l'intérieur de laquelle l'éclipse est vue comme partielle, est beaucoup plus large (plusieurs milliers de kilomètres).

Circonstances générales d'une éclipse

Les circonstances générales d'une éclipse correspondent aux différentes phases de l'éclipse, qui sont le commencement et la fin de l'éclipse générale, le commencement et la fin de l'éclipse totale ou annulaire, le commencement et la fin de la centralité, le maximum de l'éclipse et l'éclipse centrale à midi ou minuit vrai. Ces phases sont liées aux mouvements relatifs du Soleil, de la Lune et de la Terre. Elles correspondent chacune à un instant particulier et à un lieu unique sur Terre. Par exemple, le commencement de l'éclipse générale correspond à l'instant où la Terre entre dans le cône de pénombre de la Lune et le lieu est le point de contact de ce cône de pénombre avec la Terre (ce point est un point de la courbe "commencement au lever du Soleil") . Le maximum de l'éclipse correspond à l'instant et au lieu où l'éclipse a une grandeur maximum. Cette valeur maximum de la grandeur de l'éclipse est appelée *magnitude* de l'éclipse. L'éclipse centrale à midi ou minuit vrai correspond à l'instant et au lieu où l'éclipse est centrale et où le Soleil est au méridien.

Circonstances locales d'une éclipse

Il ne faut pas les confondre avec les circonstances générales décrites dans le chapitre précédent. Les circonstances locales d'une éclipse décrivent, en un lieu donné, les différentes phases de l'éclipse, observables par un observateur situé en ce lieu (Fig. 2 et 3).

Ces phases sont les suivantes :

- le début de l'éclipse partielle, appelé également *premier contact* (parfois premier contact extérieur),
- le début de l'éclipse totale ou annulaire (si l'observateur est dans la bande de centralité), appelé également *deuxième contact* (parfois premier contact intérieur),
- le maximum de l'éclipse, instant où la grandeur est maximum en ce lieu,
- la fin de l'éclipse totale ou annulaire (si l'observateur est dans la ligne de centralité), appelée également le *troisième contact* (parfois deuxième contact intérieur),
- la fin de l'éclipse partielle, appelée également *quatrième contact* (parfois deuxième contact extérieur).

Pour chacun des contacts, en plus des instants du contact, on donne *l'angle au pôle* P et *l'angle au zénith* Z.

L'*angle au pôle* P d'un contact est l'angle de la direction SN (partie boréale du cercle horaire du centre S du Soleil) avec l'arc de grand cercle joignant les centres S et L du Soleil et de la Lune, compté positivement dans le sens nord-est-sud-ouest (Fig. 4).

L'*angle au zénith* Z d'un contact a une définition analogue à celle de P, en remplaçant le cercle horaire du centre S du Soleil par le vertical du même point (Fig. 5).

Pour le maximum on donne également la *grandeur de l'éclipse*, le *degré d'obscurité* (en anglais obscuration), la *hauteur* h et l'*azimut* a du Soleil.

À un instant donné la *grandeur* g de l'éclipse est l'inverse du rapport du diamètre du Soleil sur la distance du bord du Soleil le plus rapproché du centre de la Lune au bord de la Lune le plus rapproché du centre du Soleil (Fig. 6).

Le *degré d'obscurité* est le pourcentage de la surface du disque solaire éclipsé par la Lune (Fig. 7).

La *hauteur* h du Soleil est l'angle de la direction du Soleil et du plan horizontal, compté en degrés de $-90°$ à $+90°$. Dans nos tableaux, on ne tient pas compte de la réfraction atmosphérique.

L'*azimut* est l'angle formé par la projection de la direction du Soleil dans le plan horizontal avec la direction du Sud, compté en degré dans le sens rétrograde (sud $= 0°$, ouest $= 90°$, nord $= 180°$, est $= 270°$).

Les circonstances locales d'une éclipse peuvent être calculées à l'aide des éléments de Bessel.

LISTE DES TABLEAUX ET CARTES CONTENUS DANS CE DOCUMENT

Tous les instants publiés sont en **Temps universel**, toutes les longitudes sont comptées à partir du **méridien de Greenwich, positivement vers l'ouest et négativement vers l'est**.

Pour chaque éclipse de Soleil on publie les renseignements suivants :

– Les éphémérides de la Lune et du Soleil le jour et le lendemain de l'éclipse, ce sont les coordonnées équatoriales géocentriques apparentes calculées à l'aide des éphémérides du Bureau des Longitudes BDL82. On donne également l'écart en ascension droite entre la Lune et le Soleil.

– Les différents paramètres utilisés dans le calcul, notamment la valeur ΔT_e qui est la différence estimée entre le Temps Terrestre et le Temps Universel le jour de l'éclipse.

– Les circonstances générales de l'éclipse.

– Les éléments de Bessel sous forme polynômiale et sous forme tabulée (notation française et américaine).

– Les limites de la bande de centralité (limites nord et sud de l'ombre), la ligne de centralité, la durée de l'éclipse sur la ligne de centralité, ainsi que la hauteur (h) du Soleil au moment du maximum.

– Les circonstances locales sur la ligne centrale. Pour un instant donné on fournit : la durée de la phase centrale (totale ou annulaire), L la largeur de l'ombre sur la Terre dans la direction perpendiculaire à son déplacement, le degré d'obscurité (Obs.), la grandeur de l'éclipse (g), la hauteur (h) et l'azimut (a) du Soleil, les coordonnées géographiques du point correspondant. Pour chaque contact on donne : l'instant du contact, l'angle au pôle P et l'angle au zénith Z. Toutes ces données tiennent compte de l'aplatissement du globe terrestre mais ne tiennent pas compte de l'altitude des lieux au-dessus du niveau de la mer.

– Des tableaux de circonstances locales pour différents pays. Pour chaque ville on donne les coordonnées géographiques de la ville (en degré et minute de degré), le nom de la ville, la durée de la phase centrale (si elle existe), l'instant du maximum avec le degré d'obscurité (Obs.), la grandeur de l'éclipse (Mag.), la hauteur (h) et l'azimut (a) du Soleil. Pour chaque contact l'instant du contact ; on donne également : l'angle au pôle P et l'angle au zénith Z. Toutes ces données tiennent compte de l'aplatissement du globe terrestre mais ne tiennent pas compte de l'altitude des lieux au-dessus du niveau de la mer.

Remarque : l'utilisation du formulaire et des éléments de Bessel permet des calculs plus précis, tenant compte d'une meilleure précision dans la latitude et longitude du lieu, ainsi que de l'altitude du lieu.

Corrections liées à l'échelle de temps utilisée

Ce sont les corrections à effectuer pour tenir compte d'une meilleure connaissance de l'écart Temps terrestre (TT) - Temps universel (UT).

En effet, tous les calculs sont faits à partir d'une estimation de cet écart ΔT_e. Les prévisions étant parfois faites de nombreuses années à l'avance, il arrive que la valeur réelle de cet écart ΔT_r différe de sa valeur estimée. Dans ce cas on doit corriger les résultats publiés de la manière suivante :

Soit $\delta t = \Delta T_r - \Delta T_e$ la différence entre la valeur réelle et la valeur estimée.

Les instants des phénomènes doivent être corrigés de $-\delta t$, et les longitudes géographiques des phénoménes doivent être corrigées de $\delta\lambda = -1,002\,738 \times \delta t$ (λ et δt étant dans la même unité). Attention, on corrige les longitudes des lieux liés aux différentes phases et courbes et non les longitudes des lieux des villes dans les tableaux de circonstances locales.

Cartes générales et locales

En fin de document on trouvera une carte générale de l'éclipse. Sur cette carte on fait figurer les courbes suivantes : la bande de centralité (lorsqu'elle existe), les limites boréale et australe de l'éclipse, les courbes de commencement, de fin et de maximum aux lever et coucher du Soleil, ainsi que les courbes de commencement et fin pour un instant donné (toutes les heures en général). Sur les cartes locales, lorsqu'elles sont présentes, on donne, en plus, les courbes de commencement, de fin et de maximum à un instant donné (avec un pas plus adapté à la carte), et parfois la projection de l'ombre à des instants donnés.

CALCUL DES PHASES D'UNE ÉCLIPSE POUR UN LIEU DONNÉ

Définition des éléments de Bessel

Pour un lieu donné il y a lieu de déterminer :

Les instants des différents contacts.

L'instant du maximum de l'éclipse et la valeur de ce maximum.

Les angles au pôle et au zénith de chacun des contacts.

Le lieu d'observation est défini par sa longitude λ (positive à l'ouest et négative à l'est du méridien de Greenwich), sa latitude φ et son altitude h au-dessus du niveau de la mer.

On définit à chaque instant un système de coordonnées $Oxyz$ de sens direct, dans lequel :

O est le centre de la Terre.

L'axe Oz est parallèle à l'axe des cônes de pénombre et d'ombre, le sens positif étant celui qui va de la Terre à la Lune.

L'axe Ox est l'intersection du plan fondamental Oxy perpendiculaire à Oz et du plan de l'équateur terrestre, le sens positif étant vers l'est.

L'axe Oy est normal à Ox dans le plan fondamental, le sens positif étant vers le Nord.

En utilisant comme unité de longueur le rayon équatorial terrestre, les éléments de Bessel sont définis de la manière suivante :

x, y, z sont les coordonnées du centre de la Lune.

d et H sont la déclinaison de l'axe Oz et son angle horaire par rapport au méridien de Greenwich.

f_e et f_i sont les demi-angles au sommet des cônes de pénombre et d'ombre, f_e étant pris par convention positif et f_i négatif.

u_e et u_i sont les rayons des sections circulaires des cônes de pénombre et d'ombre par le plan fondamental Oxy et s'obtiennent par les formules suivantes :

$$u_e = z \cdot \tan f_e + k \cdot \text{séc}\, f_e,$$
$$u_i = z \cdot \tan f_i + k \cdot \text{séc}\, f_i,$$

où k est le rayon de la Lune exprimé en rayon équatorial terrestre.

Les coordonnées ξ, η, ζ du lieu d'observation dans le système $Oxyz$ sont :

$$\begin{aligned}
\xi &= \rho \cdot \cos\varphi' \cdot \sin(H-\lambda),\\
\eta &= \rho \cdot \sin\varphi' \cdot \cos d - \rho \cdot \cos\varphi' \cdot \sin d \cdot \cos(H-\lambda),\\
\zeta &= \rho \cdot \sin\varphi' \cdot \sin d + \rho \cdot \cos\varphi' \cdot \cos d \cdot \cos(H-\lambda),
\end{aligned}$$

avec :

$$\rho \cdot \cos\varphi' = \cos u + \frac{h}{r_0} \cdot \cos\varphi,$$

$$\rho \cdot \sin\varphi' = (1-f) \cdot \sin u + \frac{h}{r_0} \cdot \sin\varphi,$$

et

$$\tan u = (1-f) \cdot \tan\varphi,$$

où h est l'altitude du lieu exprimée en mètres, r_0 est le rayon équatorial terrestre exprimée en mètres et f l'aplatissement de l'ellipsoïde terrestre $(f = 1/298,257 = 0,003\,352\,81)$.

Les variations horaires $\dot{\xi}, \dot{n}, \dot{\zeta}$ de ces coordonnées sont fournies avec une précision de l'ordre de la seconde de temps par les formules suivantes :

$\dot{H}$ étant exprimé en radians par heure,

$$\begin{aligned}
\dot{\xi} &= \dot{H} \cdot \rho \cdot \cos\varphi' \cdot \cos(H-\lambda),\\
\dot{\eta} &= \dot{H} \cdot \xi \cdot \sin d,\\
\dot{\zeta} &= -\,\dot{H} \cdot \xi \cdot \cos d.
\end{aligned}$$

Les rayons l_e et l_i des sections circulaires des cônes de pénombre et d'ombre par le plan mené par le lieu d'observation parallèlement au plan fondamental s'obtiennent par les formules suivantes :

$$\begin{aligned}
l_e &= u_e - \zeta \cdot \tan f_e,\\
l_i &= u_i - \zeta \cdot \tan f_i.
\end{aligned}$$

Calculs des circonstances locales

Chaque élément de Bessel b est représenté sur un intervalle de temps (t_0, t_1) par des coefficients de développements en polynômes du temps, à l'exception des valeurs $\tan f_e$ et $\tan f_i$ qui sont considérées comme constantes sur l'intervalle. Un élément de Bessel se calcule à un instant t par la formule :

$$b = b_0 + b_1 \cdot T + b_2 \cdot T^2 + b_3 \cdot T^3.$$

avec $T = t - t_0$.
T, exprimé en heure, représente le temps écoulé depuis l'instant origine t_0.

La variation horaire $\dot{b}$ d'un élément de Bessel se calcule par la formule :

$$\dot{b} = b_1 + 2b_2 \cdot T + 3b_3 \cdot T^2.$$

Soient :

$$\begin{aligned}
U &= x - \xi, & \dot{U} &= \dot{x} - \dot{\xi},\\
V &= y - \eta, & \dot{V} &= \dot{y} - \dot{\eta}.
\end{aligned}$$

— Calcul de la grandeur maximale :

On prend comme valeur de départ t_d l'époque du maximum de l'éclipse, l'instant du maximum t_m se calcule en ajoutant à t_d la valeur τ_m donnée par :

$$\tau_m = -\,\frac{U\dot{U} + V\dot{V}}{\dot{U}^2 + \dot{V}^2}\ .$$

On doit réitérer le calcul en prenant comme nouvelle valeur de départ la valeur de t_m.

La grandeur maximale est donnée par :

$$g = \frac{l_e - l_m}{l_e - l_i} \ ,$$

pour une éclipse annulaire ou totale au lieu considéré, ou :

$$g = \frac{l_e - l_m}{2l_e - 0,5465} \ ,$$

pour une éclipse partielle, avec :

$$l_m = \sqrt{U^2 + V^2} \ .$$

— Calcul des contacts :

On prend comme valeurs de départ t_d du premier et du quatrième contacts (contacts extérieurs) des valeurs approchées déduites de la carte de l'éclipse et l'on prend comme valeurs de départ du second et du troisième contacts (contacts intérieurs), lorsqu'ils existent, la valeur t_m du maximum calculée précédemment.

Pour chaque valeur t_d de départ on calcule les quantités suivantes :

$$\beta = \frac{U\dot{U} + V\dot{V}}{\dot{U}^2 + \dot{V}^2}, \qquad \gamma = \frac{U^2 + V^2 - l^2}{\dot{U}^2 + \dot{V}^2}, \qquad \theta = \pm \sqrt{\beta^2 - \gamma} \ ,$$

avec $l = l_e$ ou $l = l_i$ et θ étant du signe de β.

Les instants du premier et du quatrième contacts se calculent par la formule :

$$t = t_d - \beta + \theta$$

et les instants du second et du troisième contacts se calculent par les formules :

$$t = t_d - \beta - \mid \theta \mid \text{ pour le second contact,}$$

et :

$$t = t_d - \beta + \mid \theta \mid \text{ pour le troisième contact.}$$

Comme pour le calcul du maximum on doit réitérer les calculs en prenant comme nouvelles valeurs de départ les valeurs t.

— Calcul de l'angle au pôle et de l'angle au zénith :

La valeur de l'angle au pôle P d'un point de contact est donnée par :

$$\mathrm{tg}\, P = \frac{U}{V} \ ,$$

où $\sin P$ a le signe de U, sauf pour les second et troisième contacts (contacts intérieurs) d'une éclipse totale pour lesquels $\sin P$ est de signe contraire à U.

L'angle au zénith Z d'un point de contact est donné par :

$$Z = P - \Gamma \ ,$$

en désignant par Γ l'angle parallactique défini d'une façon approchée par :

$$\tan \Gamma = \frac{\xi}{\eta} \ ,$$

$\sin \Gamma$ étant du signe de ξ.

ÉPHÉMÉRIDES DE LA LUNE ET DU SOLEIL LE 16 FÉVRIER 1999

Instants en UT.	Coordonnées équatoriales géocentriques apparentes du Soleil		Coordonnées équatoriales géocentriques apparentes de la Lune		Écart en ascension droite
	ascension droite	déclinaison	ascension droite	déclinaison	Lune − Soleil
h	h m s	° ′ ″	h m s	° ′ ″	h m s
0	21 56 17,2295	−12 33 39,6730	21 42 53,9315	−13 50 13,1016	− 0 13 23,2980
1	21 56 26,9591	−12 32 47,9608	21 45 10,4815	−13 41 58,0522	− 0 11 16,4776
2	21 56 36,6875	−12 31 56,2275	21 47 26,9936	−13 33 37,8742	− 0 9 9,6939
3	21 56 46,4147	−12 31 4,4733	21 49 43,4670	−13 25 12,6131	− 0 7 2,9477
4	21 56 56,1406	−12 30 12,6981	21 51 59,9007	−13 16 42,3153	− 0 4 56,2399
5	21 57 5,8652	−12 29 20,9020	21 54 16,2939	−13 8 7,0276	− 0 2 49,5713
6	21 57 15,5886	−12 28 29,0850	21 56 32,6459	−12 59 26,7978	− 0 0 42,9427
7	21 57 25,3107	−12 27 37,2471	21 58 48,9558	−12 50 41,6744	+ 0 1 23,6451
8	21 57 35,0316	−12 26 45,3884	22 1 5,2231	−12 41 51,7063	+ 0 3 30,1915
9	21 57 44,7513	−12 25 53,5089	22 3 21,4471	−12 32 56,9435	+ 0 5 36,6958
10	21 57 54,4697	−12 25 1,6086	22 5 37,6272	−12 23 57,4363	+ 0 7 43,1576
11	21 58 4,1868	−12 24 9,6875	22 7 53,7630	−12 14 53,2361	+ 0 9 49,5762
12	21 58 13,9027	−12 23 17,7458	22 10 9,8539	−12 5 44,3945	+ 0 11 55,9512
13	21 58 23,6174	−12 22 25,7834	22 12 25,8996	−11 56 30,9642	+ 0 14 2,2822
14	21 58 33,3308	−12 21 33,8003	22 14 41,8997	−11 47 12,9982	+ 0 16 8,5688
15	21 58 43,0430	−12 20 41,7967	22 16 57,8538	−11 37 50,5504	+ 0 18 14,8108
16	21 58 52,7539	−12 19 49,7724	22 19 13,7618	−11 28 23,6751	+ 0 20 21,0078
17	21 59 2,4636	−12 18 57,7276	22 21 29,6233	−11 18 52,4275	+ 0 22 27,1597
18	21 59 12,1720	−12 18 5,6622	22 23 45,4384	−11 9 16,8633	+ 0 24 33,2663
19	21 59 21,8792	−12 17 13,5764	22 26 1,2068	−10 59 37,0386	+ 0 26 39,3275
20	21 59 31,5852	−12 16 21,4701	22 28 16,9285	−10 49 53,0103	+ 0 28 45,3433
21	21 59 41,2899	−12 15 29,3434	22 30 32,6035	−10 40 4,8360	+ 0 30 51,3136
22	21 59 50,9934	−12 14 37,1962	22 32 48,2320	−10 30 12,5736	+ 0 32 57,2386
23	22 0 0,6956	−12 13 45,0287	22 35 3,8139	−10 20 16,2818	+ 0 35 3,1182

ÉPHÉMÉRIDES DE LA LUNE ET DU SOLEIL LE 17 FÉVRIER 1999

Instants en UT.	Coordonnées équatoriales géocentriques apparentes du Soleil		Coordonnées équatoriales géocentriques apparentes de la Lune		Écart en ascension droite
	ascension droite	déclinaison	ascension droite	déclinaison	Lune − Soleil
h	h m s	° ′ ″	h m s	° ′ ″	h m s
0	22 0 10,3966	−12 12 52,8409	22 37 19,3494	−10 10 16,0196	+ 0 37 8,9528
1	22 0 20,0964	−12 12 0,6327	22 39 34,8387	−10 0 11,8468	+ 0 39 14,7424
2	22 0 29,7949	−12 11 8,4043	22 41 50,2822	− 9 50 3,8236	+ 0 41 20,4873
3	22 0 39,4922	−12 10 16,1556	22 44 5,6801	− 9 39 52,0108	+ 0 43 26,1879
4	22 0 49,1882	−12 9 23,8867	22 46 21,0327	− 9 29 36,4697	+ 0 45 31,8444
5	22 0 58,8830	−12 8 31,5977	22 48 36,3405	− 9 19 17,2620	+ 0 47 37,4574
6	22 1 8,5766	−12 7 39,2884	22 50 51,6039	− 9 8 54,4500	+ 0 49 43,0272
7	22 1 18,2690	−12 6 46,9591	22 53 6,8234	− 8 58 28,0965	+ 0 51 48,5544
8	22 1 27,9601	−12 5 54,6096	22 55 21,9995	− 8 47 58,2648	+ 0 53 54,0395
9	22 1 37,6499	−12 5 2,2401	22 57 37,1330	− 8 37 25,0185	+ 0 55 59,4830
10	22 1 47,3386	−12 4 9,8505	22 59 52,2243	− 8 26 48,4219	+ 0 58 4,8857
11	22 1 57,0260	−12 3 17,4410	23 2 7,2742	− 8 16 8,5395	+ 1 0 10,2482
12	22 2 6,7122	−12 2 25,0114	23 4 22,2835	− 8 5 25,4364	+ 1 2 15,5713
13	22 2 16,3971	−12 1 32,5620	23 6 37,2528	− 7 54 39,1781	+ 1 4 20,8557
14	22 2 26,0808	−12 0 40,0926	23 8 52,1831	− 7 43 49,8304	+ 1 6 26,1023
15	22 2 35,7633	−11 59 47,6033	23 11 7,0752	− 7 32 57,4597	+ 1 8 31,3119
16	22 2 45,4446	−11 58 55,0942	23 13 21,9300	− 7 22 2,1328	+ 1 10 36,4854
17	22 2 55,1246	−11 58 2,5653	23 15 36,7484	− 7 11 3,9165	+ 1 12 41,6238
18	22 3 4,8034	−11 57 10,0166	23 17 51,5315	− 7 0 2,8785	+ 1 14 46,7282
19	22 3 14,4810	−11 56 17,4481	23 20 6,2804	− 6 48 59,0866	+ 1 16 51,7994
20	22 3 24,1573	−11 55 24,8599	23 22 20,9959	− 6 37 52,6088	+ 1 18 56,8386
21	22 3 33,8324	−11 54 32,2520	23 24 35,6794	− 6 26 43,5138	+ 1 21 1,8470
22	22 3 43,5063	−11 53 39,6245	23 26 50,3320	− 6 15 31,8704	+ 1 23 6,8257
23	22 3 53,1790	−11 52 46,9773	23 29 4,9548	− 6 4 17,7478	+ 1 25 11,7758
24	22 4 2,8505	−11 51 54,3105	23 31 19,5491	− 5 53 1,2154	+ 1 27 16,6987

PARAMÈTRES PHYSIQUES UTILISÉS DANS CES CALCULS

– la parallaxe horizontale du Soleil à une unité astronomique : $\pi_0 = 8,794\,148''$.
– le demi-diamètre solaire : $s_0 = 15'\ 59,63''$.
– le rapport du rayon lunaire sur le rayon équatorial terrestre : $k = 0,272\,507\,6$.
– le rayon équatorial terrestre : $r_0 = 6\,378\,140$ m
– le carré de l'ellipticité de l'ellipsoïde terrestre : $e^2 = 0,006\,694\,54$.
– la différence estimée entre le Temps terrestre (TT) et le Temps universel (UT) : $\Delta T_e = 63$ s
Remarque : les instants sont donnés en Temps universel et les longitudes sont comptées à partir du méridien de Greenwich, positivement vers l'ouest et négativement vers l'est.

ÉLÉMENTS DE L'ÉCLIPSE ANNULAIRE DU 16 FÉVRIER 1999

Instant de la conjonction géocentrique en ascension droite
le 16 février 1999 à 6h 20m 21,107s UT.

Ascension droite du Soleil	: 21h 57m 18,886s.
Déclinaison du Soleil	: −12° 28′ 11,50″.
Ascension droite de la Lune	: 21h 57m 18,886s.
Déclinaison de la Lune	: −12° 56′ 29,22″.
Parallaxe équatoriale du Soleil	: 8,90″.
Parallaxe équatoriale de la Lune	: 58′ 8,86″.
Demi-diamètre vrai du Soleil	: 16′ 11,39″.
Demi-diamètre vrai de la Lune	: 15′ 50,64″.

CIRCONSTANCES DE L'ÉCLIPSE GÉNÉRALE

magnitude : 0,9968

	UT	Longitude	Latitude
Commencement de l'éclipse générale	: le 16 à 3h 52,0m	− 27° 46,0′	−31° 22,0′
Commencement de l'éclipse annulaire	: le 16 à 4h 56,7m	− 8° 7,6′	−41° 20,7′
Commencement de l'éclipse centrale	: le 16 à 4h 57,4m	− 7° 52,0′	−41° 31,5′
Éclipse centrale à midi ou minuit vrai	: le 16 à 6h 20,4m	− 88° 26,2′	−41° 54,5′
Maximum de l'éclipse	: le 16 à 6h 33,6m	− 93° 53,4′	−39° 49,4′
Fin de l'éclipse centrale	: le 16 à 8h 9,9m	−154° 6,7′	−13° 35,9′
Fin de l'éclipse annulaire	: le 16 à 8h 10,6m	−153° 53,7′	−13° 25,7′
Fin de l'éclipse générale	: le 16 à 9h 15,2m	−135° 27,4′	− 3° 17,8′

ÉLÉMENTS DE BESSEL SOUS FORME POLYNÔMIALE

(notation française)

Les séries suivantes représentent un ajustement polynômial par la méthode des moindres carrés des éléments de Bessel de la page suivante. Pour calculer la valeur de ces coefficients pour un instant T, prendre $t = (T-\ 3\text{h}) + \delta T/3600$, T est exprimé en heures et fraction d'heure. Ces équations ne sont valides que sur l'intervalle $3\text{h} < T < 10\text{h}$, ne pas les utiliser pour des valeurs extérieures à cet intervalle. δT représente la différence entre ΔT_r et ΔT_e, ΔT_e représente la différence estimée de TT−UT et ΔT_r la différence réelle de TT−UT.

Remarque : H est donné en degré par rapport au méridien de Greenwich.

$$
\begin{aligned}
x &= -1,775\,659\,95 + 0,531\,605\,87 \times t + 0,000\,072\,26 \times t^2 - 0,000\,007\,58 \times t^3 \\
y &= -0,940\,697\,86 + 0,135\,204\,95 \times t + 0,000\,127\,04 \times t^2 - 0,000\,001\,85 \times t^3 \\
\sin d &= -0,216\,705\,13 + 0,000\,239\,30 \times t + 0,000\,000\,05 \times t^2 \\
\cos d &= 0,976\,237\,10 + 0,000\,053\,12 \times t - 0,000\,000\,02 \times t^2 \\
H &= 221,469\,223\,31 + 15,001\,887\,82 \times t + 0,000\,002\,70 \times t^2 - 0,000\,000\,02 \times t^3 - 0,004\,178\,07\,\delta T \\
u_e &= 0,552\,613\,19 - 0,000\,040\,03 \times t - 0,000\,011\,58 \times t^2 \\
u_i &= -0,006\,196\,37 + 0,000\,039\,83 \times t + 0,000\,011\,52 \times t^2
\end{aligned}
$$

ÉLÉMENTS DE BESSEL (notation française)

Instant	Coordonnées de l'axe dans le plan fondamental		Direction de l'axe du cône d'ombre			Rayons des ombres dans le plan fondamental	
UT	x	y	$\sin d$	$\cos d$	H	u_e	u_i
h m					°		
3 0	−1,775 660	−0,940 698	−0,216 705	0,976 237	221,469 22	0,552 613	−0,006 196
3 10	−1,687 057	−0,918 160	−0,216 665	0,976 246	223,969 54	0,552 606	−0,006 189
3 20	−1,598 450	−0,895 616	−0,216 625	0,976 255	226,469 85	0,552 599	−0,006 182
3 30	−1,509 840	−0,873 064	−0,216 585	0,976 264	228,970 17	0,552 590	−0,006 174
3 40	−1,421 226	−0,850 505	−0,216 546	0,976 273	231,470 48	0,552 581	−0,006 165
3 50	−1,332 609	−0,827 940	−0,216 506	0,976 281	233,970 80	0,552 572	−0,006 155
4 0	−1,243 989	−0,805 368	−0,216 466	0,976 290	236,471 11	0,552 562	−0,006 145
4 10	−1,155 367	−0,782 789	−0,216 426	0,976 299	238,971 43	0,552 551	−0,006 134
4 20	−1,066 742	−0,760 203	−0,216 386	0,976 308	241,471 75	0,552 539	−0,006 123
4 30	−0,978 114	−0,737 611	−0,216 346	0,976 317	243,972 06	0,552 527	−0,006 111
4 40	−0,889 484	−0,715 012	−0,216 306	0,976 326	246,472 38	0,552 514	−0,006 098
4 50	−0,800 853	−0,692 406	−0,216 266	0,976 334	248,972 69	0,552 501	−0,006 085
5 0	−0,712 220	−0,669 795	−0,216 226	0,976 343	251,473 01	0,552 487	−0,006 071
5 10	−0,623 585	−0,647 176	−0,216 186	0,976 352	253,973 33	0,552 472	−0,006 056
5 20	−0,534 949	−0,624 551	−0,216 146	0,976 361	256,473 64	0,552 457	−0,006 041
5 30	−0,446 312	−0,601 920	−0,216 107	0,976 370	258,973 96	0,552 441	−0,006 025
5 40	−0,357 674	−0,579 283	−0,216 067	0,976 379	261,474 28	0,552 424	−0,006 008
5 50	−0,269 036	−0,556 639	−0,216 027	0,976 387	263,974 59	0,552 407	−0,005 991
6 0	−0,180 397	−0,533 990	−0,215 987	0,976 396	266,474 91	0,552 389	−0,005 973
6 10	−0,091 757	−0,511 334	−0,215 947	0,976 405	268,975 23	0,552 370	−0,005 955
6 20	−0,003 118	−0,488 672	−0,215 907	0,976 414	271,475 55	0,552 351	−0,005 935
6 30	0,085 521	−0,466 004	−0,215 867	0,976 423	273,975 86	0,552 331	−0,005 916
6 40	0,174 159	−0,443 330	−0,215 827	0,976 432	276,476 18	0,552 311	−0,005 895
6 50	0,262 798	−0,420 650	−0,215 787	0,976 440	278,976 50	0,552 289	−0,005 874
7 0	0,351 435	−0,397 964	−0,215 747	0,976 449	281,476 82	0,552 268	−0,005 852
7 10	0,440 071	−0,375 272	−0,215 707	0,976 458	283,977 13	0,552 245	−0,005 830
7 20	0,528 706	−0,352 575	−0,215 667	0,976 467	286,477 45	0,552 222	−0,005 807
7 30	0,617 339	−0,329 872	−0,215 627	0,976 476	288,977 77	0,552 198	−0,005 784
7 40	0,705 971	−0,307 163	−0,215 587	0,976 485	291,478 09	0,552 174	−0,005 759
7 50	0,794 601	−0,284 448	−0,215 547	0,976 493	293,978 41	0,552 149	−0,005 734
8 0	0,883 229	−0,261 728	−0,215 507	0,976 502	296,478 73	0,552 123	−0,005 709
8 10	0,971 854	−0,239 003	−0,215 467	0,976 511	298,979 05	0,552 097	−0,005 683
8 20	1,060 477	−0,216 272	−0,215 427	0,976 520	301,479 37	0,552 070	−0,005 656
8 30	1,149 098	−0,193 535	−0,215 387	0,976 529	303,979 68	0,552 042	−0,005 628
8 40	1,237 715	−0,170 794	−0,215 347	0,976 537	306,480 00	0,552 014	−0,005 600
8 50	1,326 329	−0,148 047	−0,215 307	0,976 546	308,980 32	0,551 985	−0,005 571
9 0	1,414 940	−0,125 294	−0,215 267	0,976 555	311,480 64	0,551 955	−0,005 542
9 10	1,503 547	−0,102 537	−0,215 227	0,976 564	313,980 96	0,551 925	−0,005 512
9 20	1,592 151	−0,079 774	−0,215 188	0,976 573	316,481 28	0,551 894	−0,005 481
9 30	1,680 750	−0,057 006	−0,215 148	0,976 582	318,981 60	0,551 863	−0,005 450
9 40	1,769 346	−0,034 233	−0,215 108	0,976 590	321,481 92	0,551 831	−0,005 418
9 50	1,857 937	−0,011 456	−0,215 068	0,976 599	323,982 24	0,551 798	−0,005 385
10 0	1,946 523	0,011 327	−0,215 028	0,976 608	326,482 56	0,551 764	−0,005 352

$$\tan f_e = +0,004\,733\,27$$
$$\tan f_i = -0,004\,709\,69$$
$$H' = +0,261\,832\,65\,\mathrm{rd/h}$$
$$d' = +0,000\,245\,44\,\mathrm{rd/h}$$

ÉLÉMENTS DE BESSEL (notation américaine)

Instant	Coordonnées de l'axe dans le plan fondamental		Direction de l'axe du cône d'ombre			Rayons des ombres dans le plan fondamental	
UT	x	y	$\sin d$	$\cos d$	μ	l_e	l_i
h m					°		
3 0	−1,775 660	−0,940 698	−0,216 705	0,976 237	221,469 22	0,552 613	0,006 196
3 10	−1,687 057	−0,918 160	−0,216 665	0,976 246	223,969 54	0,552 606	0,006 189
3 20	−1,598 450	−0,895 616	−0,216 625	0,976 255	226,469 85	0,552 599	0,006 182
3 30	−1,509 840	−0,873 064	−0,216 585	0,976 264	228,970 17	0,552 590	0,006 174
3 40	−1,421 226	−0,850 505	−0,216 546	0,976 273	231,470 48	0,552 581	0,006 165
3 50	−1,332 609	−0,827 940	−0,216 506	0,976 281	233,970 80	0,552 572	0,006 155
4 0	−1,243 989	−0,805 368	−0,216 466	0,976 290	236,471 11	0,552 562	0,006 145
4 10	−1,155 367	−0,782 789	−0,216 426	0,976 299	238,971 43	0,552 551	0,006 134
4 20	−1,066 742	−0,760 203	−0,216 386	0,976 308	241,471 75	0,552 539	0,006 123
4 30	−0,978 114	−0,737 611	−0,216 346	0,976 317	243,972 06	0,552 527	0,006 111
4 40	−0,889 484	−0,715 012	−0,216 306	0,976 326	246,472 38	0,552 514	0,006 098
4 50	−0,800 853	−0,692 406	−0,216 266	0,976 334	248,972 69	0,552 501	0,006 085
5 0	−0,712 220	−0,669 795	−0,216 226	0,976 343	251,473 01	0,552 487	0,006 071
5 10	−0,623 585	−0,647 176	−0,216 186	0,976 352	253,973 33	0,552 472	0,006 056
5 20	−0,534 949	−0,624 551	−0,216 146	0,976 361	256,473 64	0,552 457	0,006 041
5 30	−0,446 312	−0,601 920	−0,216 107	0,976 370	258,973 96	0,552 441	0,006 025
5 40	−0,357 674	−0,579 283	−0,216 067	0,976 379	261,474 28	0,552 424	0,006 008
5 50	−0,269 036	−0,556 639	−0,216 027	0,976 387	263,974 59	0,552 407	0,005 991
6 0	−0,180 397	−0,533 990	−0,215 987	0,976 396	266,474 91	0,552 389	0,005 973
6 10	−0,091 757	−0,511 334	−0,215 947	0,976 405	268,975 23	0,552 370	0,005 955
6 20	−0,003 118	−0,488 672	−0,215 907	0,976 414	271,475 55	0,552 351	0,005 935
6 30	0,085 521	−0,466 004	−0,215 867	0,976 423	273,975 86	0,552 331	0,005 916
6 40	0,174 159	−0,443 330	−0,215 827	0,976 432	276,476 18	0,552 311	0,005 895
6 50	0,262 798	−0,420 650	−0,215 787	0,976 440	278,976 50	0,552 289	0,005 874
7 0	0,351 435	−0,397 964	−0,215 747	0,976 449	281,476 82	0,552 268	0,005 852
7 10	0,440 071	−0,375 272	−0,215 707	0,976 458	283,977 13	0,552 245	0,005 830
7 20	0,528 706	−0,352 575	−0,215 667	0,976 467	286,477 45	0,552 222	0,005 807
7 30	0,617 339	−0,329 872	−0,215 627	0,976 476	288,977 77	0,552 198	0,005 784
7 40	0,705 971	−0,307 163	−0,215 587	0,976 485	291,478 09	0,552 174	0,005 759
7 50	0,794 601	−0,284 448	−0,215 547	0,976 493	293,978 41	0,552 149	0,005 734
8 0	0,883 229	−0,261 728	−0,215 507	0,976 502	296,478 73	0,552 123	0,005 709
8 10	0,971 854	−0,239 003	−0,215 467	0,976 511	298,979 05	0,552 097	0,005 683
8 20	1,060 477	−0,216 272	−0,215 427	0,976 520	301,479 37	0,552 070	0,005 656
8 30	1,149 098	−0,193 535	−0,215 387	0,976 529	303,979 68	0,552 042	0,005 628
8 40	1,237 715	−0,170 794	−0,215 347	0,976 537	306,480 00	0,552 014	0,005 600
8 50	1,326 329	−0,148 047	−0,215 307	0,976 546	308,980 32	0,551 985	0,005 571
9 0	1,414 940	−0,125 294	−0,215 267	0,976 555	311,480 64	0,551 955	0,005 542
9 10	1,503 547	−0,102 537	−0,215 227	0,976 564	313,980 96	0,551 925	0,005 512
9 20	1,592 151	−0,079 774	−0,215 188	0,976 573	316,481 28	0,551 894	0,005 481
9 30	1,680 750	−0,057 006	−0,215 148	0,976 582	318,981 60	0,551 863	0,005 450
9 40	1,769 346	−0,034 233	−0,215 108	0,976 590	321,481 92	0,551 831	0,005 418
9 50	1,857 937	−0,011 456	−0,215 068	0,976 599	323,982 24	0,551 798	0,005 385
10 0	1,946 523	0,011 327	−0,215 028	0,976 608	326,482 56	0,551 764	0,005 352

$$\tan f_1 = +0,004\,733\,27$$
$$\tan f_2 = +0,004\,709\,69$$
$$\mu' = +0,261\,832\,65\ \mathrm{rd/h}$$
$$d' = +0,000\,245\,44\ \mathrm{rd/h}$$

Exemple de calcul avec les développements en séries des éléments de Bessel

Calculer à Perth (Australie), les époques des contacts extérieurs et du maximum de l'éclipse.

Les coordonnées de Perth sont les suivantes :

$$\varphi = 31^\circ\ 57'\ 0,0''\ \mathrm{S} \qquad \lambda = \ 7\,\mathrm{h}\ 43\,\mathrm{m}\ 20,0\,\mathrm{s\ E} \qquad h = \ 0,0\,\mathrm{m}\ ,$$

ce qui donne $\rho \sin\varphi' = -0,526\,13$ et $\rho\cos\varphi' = 0,849\,31$.

Voici les résultats des deux premières approximations, les calculs intermédiaires sont fournis avec cinq chiffres décimaux. À la fin de la deuxième approximation on peut estimer que la précision est de l'ordre de quelques secondes de temps.

Première approximation :

	1er contact extérieur	Maximum	2e contact extérieur
t (UT.)	6 h 0 m	7 h30 m	8 h30 m
H	266,474 91°	288,977 77°	303,979 68°
$\sin d$	−0,215 99	−0,215 63	−0,215 39
$\cos d$	0,976 40	0,976 48	0,976 53
x	−0,180 40	0,617 34	1,149 10
ξ	0,322 39	0,598 57	0,734 13
$U = x - \xi$	−0,502 78	0,018 77	0,414 97
y	−0,533 99	−0,329 87	−0,193 54
η	−0,344 00	−0,383 83	−0,421 80
$V = y - \eta$	−0,189 99	0,053 96	0,228 26
$\dot U = \dot x - \dot\xi$	0,326 10	0,374 03	0,419 90
$\dot V = \dot y - \dot\eta$	0,154 15	0,170 03	0,177 84
l_e	0,548 22	0,548 88	0,549 53
β	−1,485 31	0,095 94	1,033 17
γ	−0,089 60		−0,373 59
$\theta = \pm\sqrt{\beta^2 - \gamma}$	−1,515 17		1,200 43
$\tau = -\beta + \theta$	−1,515 17 h		1,200 43 h
$\tau_m = -\beta$		1,332 10 h	
$t + \tau$	5 h 58 m 12,5 s		8 h 40 m 2,1 s
$t + \tau_m$		7 h 24 m 14,6 s	

Deuxième approximation :

	1^{er} contact extérieur	Maximum	2^{e} contact extérieur
t (UT.)	5 h 58 m 12,5 s	7 h 24 m 14,6 s	8 h 40 m 2,1 s
H	266,026 93°	287,538 45°	306,488 89°
$\sin d$	−0,215 99	−0,215 65	−0,215 35
$\cos d$	0,976 39	0,976 47	0,976 54
x	−0,196 28	0,566 32	1,238 03
ξ	0,316 23	0,583 24	0,752 12
$U = x - \xi$	−0,512 51	−0,016 93	0,485 91
y	−0,538 05	−0,342 94	−0,170 71
η	−0,343 46	−0,380 61	−0,428 83
$V = y - \eta$	−0,194 59	0,037 67	0,258 12
$\dot{U} = \dot{x} - \dot{\xi}$	0,325 45	0,370 15	0,428 40
$\dot{V} = \dot{y} - \dot{\eta}$	0,153 80	0,169 15	0,178 88
l_e	0,548 21	0,548 82	0,549 65
β	−1,518 29	0,000 64	1,180 07
γ	−0,000 00		0,002 83
$\theta = \pm\sqrt{\beta^2 - \gamma}$	−1,518 29		1,178 87
$\tau = -\beta + \theta$	−1,518 29 h		1,178 87 h
$\tau_m = -\beta$		1,344 73 h	
$t + \tau$	5 h 58 m 12,5 s		8 h 39 m 57,8 s
$t + \tau_m$		7 h 24 m 12,3 s	
g		0,920 7	
P	249,2°		62,0°
Γ	137,4°		119,7°
$Z = P - \Gamma$	111,8°		302,3°

LIGNE DE CENTRALITÉ

CIRCONSTANCES LOCALES SUR LA LIGNE DE CENTRALITÉ

Rappel des notations

- h : hauteur du Soleil au moment du maximum.
- L : largeur de l'ombre dans la direction perpendiculaire à son déplacement.
- Obs. : degré d'obscurité.
- g : grandeur de l'éclipse.
- a : azimut du soleil au moment du maximum.
- P : angle au pôle.
- Z : angle au zénith.

LIGNE DE CENTRALITÉ

Instant	Limite nord		Ligne centrale		Limite sud		Ligne centrale	
UT	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Durée	h
h m	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	m s	°
Limites	−41 8,8	− 8 7,2	−41 31,5	− 7 52,0	−41 54,2	− 7 36,5	1 15,7	...
4 58	−43 6,1	− 17 8,5	−43 3,8	− 15 0,2	−42 48,0	− 11 45,6	1 13,1	6
5 0	−44 21,3	− 23 49,3	−44 31,4	− 22 44,4	−44 40,6	− 21 32,8	1 10,0	12
5 5	−45 51,3	− 33 49,6	−46 5,2	− 33 15,9	−46 19,2	− 32 40,6	1 5,2	20
5 10	−46 36,0	− 40 54,4	−46 50,1	− 40 32,0	−47 4,4	− 40 8,9	1 1,7	26
5 15	−46 59,2	− 46 41,3	−47 12,9	− 46 25,6	−47 26,7	− 46 9,4	0 58,6	30
5 20	−47 8,9	− 51 40,9	−47 21,9	− 51 29,6	−47 35,1	− 51 18,0	0 55,8	34
5 25	−47 8,6	− 56 7,3	−47 21,0	− 55 59,2	−47 33,4	− 55 51,0	0 53,3	38
5 30	−47 0,8	− 60 8,5	−47 12,4	− 60 2,8	−47 24,1	− 59 57,1	0 51,0	41
5 35	−46 46,7	− 63 49,6	−46 57,6	− 63 45,9	−47 8,6	− 63 42,1	0 48,8	44
5 40	−46 27,5	− 67 14,1	−46 37,8	− 67 11,9	−46 48,1	− 67 9,7	0 46,8	47
5 45	−46 3,8	− 70 24,6	−46 13,5	− 70 23,7	−46 23,2	− 70 22,6	0 45,0	49
5 50	−45 36,3	− 73 23,1	−45 45,4	− 73 23,1	−45 54,6	− 73 23,1	0 43,3	52
5 55	−45 5,5	− 76 11,2	−45 14,0	− 76 12,0	−45 22,7	− 76 12,7	0 41,7	54
6 0	−44 31,6	− 78 50,1	−44 39,7	− 78 51,5	−44 47,8	− 78 52,9	0 40,4	55
6 5	−43 54,9	− 81 20,9	−44 2,6	− 81 22,8	−44 10,4	− 81 24,8	0 39,1	57
6 10	−43 15,8	− 83 44,6	−43 23,2	− 83 47,0	−43 30,5	− 83 49,4	0 38,1	58
6 15	−42 34,5	− 86 2,0	−42 41,5	− 86 4,8	−42 48,5	− 86 7,6	0 37,1	60
6 20	−41 51,0	− 88 13,9	−41 57,7	− 88 17,1	−42 4,4	− 88 20,2	0 36,4	61
6 25	−41 5,5	− 90 21,1	−41 12,0	− 90 24,5	−41 18,5	− 90 28,0	0 35,8	61
6 30	−40 18,1	− 92 24,1	−40 24,4	− 92 27,8	−40 30,7	− 92 31,6	0 35,3	61
6 35	−39 28,9	− 94 23,6	−39 35,1	− 94 27,6	−39 41,2	− 94 31,6	0 35,0	62
6 40	−38 38,0	− 96 20,2	−38 44,0	− 96 24,4	−38 50,1	− 96 28,8	0 34,9	61
6 45	−37 45,4	− 98 14,4	−37 51,3	− 98 19,0	−37 57,3	− 98 23,6	0 35,0	61
6 50	−36 51,1	−100 7,0	−36 57,0	−100 11,9	−37 2,9	−100 16,8	0 35,2	60
6 55	−35 55,1	−101 58,4	−36 1,0	−102 3,7	−36 6,9	−102 8,9	0 35,6	59
7 0	−34 57,3	−103 49,4	−35 3,3	−103 55,0	−35 9,2	−104 0,6	0 36,1	58
7 5	−33 57,8	−105 40,6	−34 3,8	−105 46,6	−34 9,8	−105 52,7	0 36,8	56
7 10	−32 56,4	−107 32,8	−33 2,5	−107 39,3	−33 8,7	−107 45,8	0 37,7	55
7 15	−31 53,1	−109 26,8	−31 59,3	−109 33,8	−32 5,6	−109 40,8	0 38,8	53
7 20	−30 47,6	−111 23,5	−30 54,0	−111 31,2	−31 0,4	−111 38,9	0 40,0	50
7 25	−29 39,8	−113 24,2	−29 46,4	−113 32,6	−29 53,0	−113 41,0	0 41,4	48
7 30	−28 29,3	−115 30,3	−28 36,1	−115 39,5	−28 43,0	−115 48,8	0 43,0	46
7 35	−27 15,8	−117 43,6	−27 22,9	−117 53,9	−27 30,0	−118 4,2	0 44,8	43
7 40	−25 58,8	−120 6,5	−26 6,1	−120 18,1	−26 13,5	−120 29,8	0 46,8	40
7 45	−24 37,3	−122 42,6	−24 45,0	−122 55,8	−24 52,7	−123 9,2	0 49,0	36
7 50	−23 10,3	−125 37,0	−23 18,2	−125 52,4	−23 26,3	−126 8,1	0 51,5	32
7 55	−21 35,7	−128 58,4	−21 43,8	−129 17,0	−21 52,1	−129 36,0	0 54,3	28
8 0	−19 49,4	−133 3,7	−19 57,6	−133 27,4	−20 5,9	−133 51,8	0 57,7	23
8 5	−17 41,7	−138 35,1	−17 49,0	−139 10,1	−17 56,3	−139 46,9	1 1,9	16
8 9	−15 14,5	−146 10,1	−15 14,1	−147 30,1	−15 9,6	−149 12,1	1 7,2	7
Limites	−13 14,3	−153 55,8	−13 35,9	−154 6,7	−13 57,6	−154 17,6	1 10,8	...

CIRCONSTANCES LOCALES SUR LA LIGNE DE CENTRALITÉ

Instant	Maximum de l'éclipse						Ligne centrale		Premier contact		
UT	Durée	L	Obs.	g	h	a	Latitude	Longitude	UT	P	Z
h m	m s	km	%		°	°	° ′	° ′	h m s	°	°
Limites	1 15,7	93	95,7	0,989	···	287	−41 31,5	− 7 52,0	·· ·· ···	···	···
4 58	1 13,1	85	96,0	0,990	6	282	−43 3,8	− 15 0,2	·· ·· ···	···	···
5 0	1 10,0	77	96,4	0,991	12	276	−44 31,4	− 22 44,4	3 59 49,4	260	35
5 5	1 5,2	66	96,8	0,992	20	267	−46 5,2	− 33 15,9	4 0 48,7	259	34
5 10	1 1,7	59	97,1	0,993	26	261	−46 50,1	− 40 32,0	4 2 46,6	258	34
5 15	0 58,6	54	97,4	0,993	30	255	−47 12,9	− 46 25,6	4 5 9,8	258	33
5 20	0 55,8	49	97,6	0,994	34	249	−47 21,9	− 51 29,6	4 7 48,5	257	33
5 25	0 53,3	45	97,7	0,994	38	244	−47 21,0	− 55 59,2	4 10 38,6	256	33
5 30	0 51,0	42	97,9	0,995	41	238	−47 12,4	− 60 2,8	4 13 37,7	256	33
5 35	0 48,8	39	98,0	0,995	44	233	−46 57,6	− 63 45,9	4 16 44,6	255	33
5 40	0 46,8	37	98,1	0,995	47	228	−46 37,8	− 67 11,9	4 19 58,7	254	33
5 45	0 45,0	35	98,2	0,996	49	223	−46 13,5	− 70 23,7	4 23 19,5	254	34
5 50	0 43,3	33	98,3	0,996	52	217	−45 45,4	− 73 23,1	4 26 46,8	253	34
5 55	0 41,7	31	98,4	0,996	54	212	−45 14,0	− 76 12,0	4 30 20,5	253	34
6 0	0 40,4	30	98,5	0,996	55	206	−44 39,7	− 78 51,5	4 34 0,6	252	35
6 5	0 39,1	29	98,5	0,996	57	200	−44 2,6	− 81 22,8	4 37 47,4	251	36
6 10	0 38,1	28	98,6	0,996	58	194	−43 23,2	− 83 47,0	4 41 41,0	251	37
6 15	0 37,1	27	98,6	0,997	60	187	−42 41,5	− 86 4,8	4 45 41,5	250	38
6 20	0 36,4	26	98,7	0,997	61	180	−41 57,7	− 88 17,1	4 49 49,3	250	40
6 25	0 35,8	26	98,7	0,997	61	174	−41 12,0	− 90 24,5	4 54 4,6	249	41
6 30	0 35,3	26	98,7	0,997	61	167	−40 24,4	− 92 27,8	4 58 27,8	248	44
6 35	0 35,0	26	98,7	0,997	62	160	−39 35,1	− 94 27,6	5 2 59,0	248	47
6 40	0 34,9	26	98,7	0,997	61	153	−38 44,0	− 96 24,4	5 7 38,8	247	50
6 45	0 35,0	26	98,7	0,997	61	146	−37 51,3	− 98 19,0	5 12 27,3	247	54
6 50	0 35,2	26	98,7	0,997	60	140	−36 57,0	−100 11,9	5 17 24,9	246	59
6 55	0 35,6	27	98,7	0,997	59	134	−36 1,0	−102 3,7	5 22 31,9	246	64
7 0	0 36,1	28	98,6	0,997	58	128	−35 3,3	−103 55,0	5 27 48,7	246	71
7 5	0 36,8	29	98,6	0,997	56	123	−34 3,8	−105 46,6	5 33 15,5	245	78
7 10	0 37,7	30	98,6	0,996	55	118	−33 2,5	−107 39,3	5 38 52,7	245	85
7 15	0 38,8	31	98,5	0,996	53	113	−31 59,3	−109 33,8	5 44 40,6	245	93
7 20	0 40,0	33	98,4	0,996	50	109	−30 54,0	−111 31,2	5 50 39,6	245	101
7 25	0 41,4	35	98,3	0,996	48	105	−29 46,4	−113 32,6	5 56 50,1	244	108
7 30	0 43,0	37	98,2	0,996	46	102	−28 36,1	−115 39,5	6 3 12,6	244	114
7 35	0 44,8	40	98,1	0,995	43	98	−27 22,9	−117 53,9	6 9 47,7	244	120
7 40	0 46,8	43	98,0	0,995	40	95	−26 6,1	−120 18,1	6 16 36,3	245	125
7 45	0 49,0	46	97,9	0,995	36	92	−24 45,0	−122 55,8	6 23 39,9	245	130
7 50	0 51,5	50	97,7	0,994	32	90	−23 18,2	−125 52,4	6 31 0,6	245	134
7 55	0 54,3	55	97,5	0,994	28	87	−21 43,8	−129 17,0	6 38 42,5	245	137
8 0	0 57,7	61	97,2	0,993	23	85	−19 57,6	−133 27,4	6 46 53,5	246	141
8 5	1 1,9	69	96,9	0,992	16	82	−17 49,0	−139 10,1	6 55 55,7	247	144
8 9	1 7,2	79	96,3	0,991	7	79	−15 14,1	−147 30,1	7 5 2,8	248	147
Limites	1 10,8	87	96,0	0,990	···	77	−13 35,9	−154 6,7	7 9 20,9	250	149

CIRCONSTANCES LOCALES SUR LA LIGNE DE CENTRALITÉ

Instant maximum UT	Deuxième contact UT	P	Z	Troisième contact UT	P	Z	Quatrième contact UT	P	Z
h m	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
Limites	.. ..	...	...	4 58 2,1	81	213	5 57 15,4	80	211
4 58	4 57 23,4	260	33	4 58 36,5	80	213	6 0 39,1	80	211
5 0	4 59 25,0	260	33	5 0 34,9	80	213	6 5 55,4	79	212
5 5	5 4 27,3	259	33	5 5 32,6	78	213	6 15 41,5	78	214
5 10	5 9 29,1	258	34	5 10 30,8	78	214	6 24 6,7	76	217
5 15	5 14 30,7	257	34	5 15 29,2	77	214	6 31 53,4	76	220
5 20	5 19 32,1	256	35	5 20 27,9	76	215	6 39 14,0	75	223
5 25	5 24 33,3	255	36	5 25 26,6	75	217	6 46 14,1	74	227
5 30	5 29 34,5	254	38	5 30 25,4	74	218	6 52 56,7	73	231
5 35	5 34 35,6	254	39	5 35 24,4	74	219	6 59 23,9	72	235
5 40	5 39 36,6	253	41	5 40 23,4	73	221	7 5 37,1	71	239
5 45	5 44 37,5	252	43	5 45 22,5	72	223	7 11 37,4	71	244
5 50	5 49 38,3	252	46	5 50 21,6	72	226	7 17 25,7	70	249
5 55	5 54 39,1	251	48	5 55 20,8	71	229	7 23 2,9	69	254
6 0	5 59 39,8	250	52	6 0 20,2	70	232	7 28 29,6	69	259
6 5	6 4 40,4	250	55	6 5 19,5	70	235	7 33 46,5	68	263
6 10	6 9 41,0	249	59	6 10 19,0	69	239	7 38 54,2	68	268
6 15	6 14 41,4	249	63	6 15 18,5	69	243	7 43 53,3	67	272
6 20	6 19 41,8	248	68	6 20 18,2	68	248	7 48 44,4	67	276
6 25	6 24 42,1	248	72	6 25 17,9	68	253	7 53 27,8	67	280
6 30	6 29 42,3	247	77	6 30 17,6	67	258	7 58 4,1	66	283
6 35	6 34 42,5	247	82	6 35 17,5	67	263	8 2 33,6	66	286
6 40	6 39 42,5	246	88	6 40 17,5	66	268	8 6 56,8	66	289
6 45	6 44 42,5	246	93	6 45 17,5	66	273	8 11 13,9	66	292
6 50	6 49 42,4	246	98	6 50 17,6	66	278	8 15 25,3	66	295
6 55	6 54 42,2	245	102	6 55 17,8	65	282	8 19 31,3	66	297
7 0	6 59 41,9	245	107	7 0 18,1	65	287	8 23 31,9	66	299
7 5	7 4 41,6	245	111	7 5 18,4	65	291	8 27 27,4	66	301
7 10	7 9 41,2	245	114	7 10 18,9	65	295	8 31 18,0	66	303
7 15	7 14 40,6	245	118	7 15 19,4	65	298	8 35 3,6	66	305
7 20	7 19 40,0	245	121	7 20 20,0	65	301	8 38 44,2	66	307
7 25	7 24 39,3	245	124	7 25 20,7	65	304	8 42 19,7	66	309
7 30	7 29 38,5	245	127	7 30 21,5	65	307	8 45 50,0	66	310
7 35	7 34 37,6	245	129	7 35 22,4	65	310	8 49 14,5	66	312
7 40	7 39 36,6	245	132	7 40 23,4	65	312	8 52 32,7	67	313
7 45	7 44 35,5	246	134	7 45 24,5	66	314	8 55 43,4	67	315
7 50	7 49 34,3	246	136	7 50 25,8	66	317	8 58 45,1	67	317
7 55	7 54 32,9	247	139	7 55 27,2	67	319	9 1 34,7	68	318
8 0	7 59 31,2	247	141	8 0 28,9	67	321	9 4 6,1	69	320
8 5	8 4 29,1	248	143	8 5 31,0	68	323	9 6 3,0	70	322
8 9	8 8 26,4	250	146	8 9 33,7	70	326	.. ..	...	...
Limites	8 9 17,2	251	147	.. ..	...	...	.. ..	...	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
AFRIQUE DU SUD

n°	Position		Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse				
	Latitude	Longitude			UT	Obs.	g	h	a
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	−26 12	− 28 18	BENONI	·· ···	4 45 13,4	33,8	0,453	11	279
2	−29 7	− 26 14	BLOEMFONTEIN	·· ···	4 46 34,9	44,4	0,550	10	279
3	−26 13	− 28 15	BOKSBURG	·· ···	4 45 13,0	33,9	0,454	11	279
4	−26 15	− 28 22	BRAKPAN.............	·· ···	4 45 16,5	33,9	0,454	11	279
5	−26 22	− 27 25	CARLETONVILLE	·· ···	4 45 3,9	34,8	0,463	10	279
6	−29 53	− 31 0	DURBAN	·· ···	4 48 41,1	44,1	0,547	14	276
7	−33 0	− 27 54	EAST LONDON	·· ···	4 49 59,0	56,3	0,653	12	277
8	−26 15	− 28 10	GERMISTON	·· ···	4 45 12,7	34,0	0,455	11	279
9	−26 10	− 28 2	JOHANNESBURG	·· ···	4 45 7,2	33,8	0,453	11	279
10	−28 45	− 24 46	KIMBERLEY	·· ···	4 46 1,2	44,1	0,547	8	280
11	−27 40	− 27 15	KROONSTAD	·· ···	4 45 51,1	39,1	0,502	10	279
12	−26 6	− 27 45	KRUGERSDORP	·· ···	4 44 59,7	33,8	0,453	10	279
13	−33 56	− 18 28	LE CAP................	·· ···	4 49 24,0	65,5	0,729	5	282
14	−29 36	− 34 24	PIETERMARITZBURG	·· ···	4 50 9,3	41,4	0,523	18	275
15	−33 58	− 25 36	PORT ELISABETH	·· ···	4 50 11,2	61,0	0,692	11	278
16	−26 42	− 27 6	POTCHEFSTROOM ...	·· ···	4 45 11,2	36,1	0,474	10	279
17	−25 45	− 28 12	PRETORIA	·· ···	4 44 55,1	32,5	0,440	11	279
18	−26 10	− 27 53	ROODEPOORT	·· ···	4 45 4,5	33,9	0,454	10	279
19	−26 16	− 28 26	SPRINGS	·· ···	4 45 18,4	33,9	0,454	11	279
20	−33 46	− 25 25	UITENHAGE	·· ···	4 49 58,8	60,4	0,687	10	278
21	−26 41	− 27 50	VANDERBIJLPARK ...	·· ···	4 45 22,9	35,6	0,470	11	279
22	−26 41	− 27 56	VEREENIGING	·· ···	4 45 24,7	35,5	0,469	11	279
23	−27 59	− 26 44	WELKOM	·· ···	4 45 55,5	40,4	0,514	10	279

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
BOTSWANA

n°	Position		Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse				
	Latitude	Longitude			UT	Obs.	g	h	a
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	−21 58	− 28 26	BOBONONG ...	·· ···	4 42 56,7	21,1	0,326	10	280
2	−21 11	− 27 32	FRANCISTOWN	·· ···	4 42 18,5	19,4	0,308	9	280
3	−24 45	− 25 55	GABORONE....	·· ···	4 43 43,9	30,7	0,424	8	280
4	−24 59	− 25 19	KANYE.........	·· ···	4 43 44,4	31,8	0,434	8	280
5	−25 11	− 25 40	LOBATSI	·· ···	4 43 55,6	32,2	0,438	8	280
6	−23 5	− 26 51	MAHALAPYE ..	·· ···	4 43 2,8	25,2	0,369	9	280
7	−20 0	− 23 25	MAUN	·· ···	4 40 58,3	18,5	0,298	4	282
8	−24 28	− 26 5	MOCHUDI......	·· ···	4 43 36,5	29,8	0,414	8	280
9	−24 25	− 25 30	MOLEPOLOLE .	·· ···	4 43 27,3	30,0	0,416	8	280
10	−24 56	− 25 50	RAMOTSWA ...	·· ···	4 43 49,1	31,3	0,429	8	280
11	−22 1	− 27 50	SELEBI-PIKWE	·· ···	4 42 47,1	21,6	0,331	9	280
12	−22 25	− 26 44	SEROWE	·· ···	4 42 40,9	23,3	0,350	8	280
13	−20 26	− 27 2	TUTUME	·· ···	4 41 50,4	17,7	0,288	8	280

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
AFRIQUE DU SUD

	1^{er} contact			2^e contact			3^e contact			4^e contact		
n°	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 42 45,0	113	226
2	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 46 58,5	106	223
3	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 42 45,2	113	226
4	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 42 53,4	113	226
5	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 42 34,5	112	226
6	3 52 18,9	234	354	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 51 37,9	106	223
7	3 52 6,4	241	4	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 54 26,1	99	220
8	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 42 46,3	113	226
9	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 42 31,7	113	226
10	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 45 33,3	107	223
11	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 44 57,5	109	224
12	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 42 14,0	113	226
13	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 50 48,4	95	217
14	3 53 0,2	232	351	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 54 11,8	107	224
15	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 54 20,6	97	219
16	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 43 2,8	111	225
17	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 41 47,1	114	226
18	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 42 26,5	113	226
19	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 42 57,8	113	226
20	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 53 56,0	97	219
21	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 43 25,8	112	225
22	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 43 29,3	112	225
23	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 45 14,6	109	224

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
BOTSWANA

	1^{er} contact			2^e contact			3^e contact			4^e contact		
n°	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 33 29,9	122	231
2	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 31 12,9	124	232
3	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 38 36,2	115	227
4	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 38 49,3	114	227
5	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 39 22,2	114	226
6	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 35 26,3	119	229
7	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 27 21,3	125	233
8	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 38 5,5	116	227
9	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 37 44,9	116	227
10	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 38 56,4	115	227
11	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 33 22,1	122	231
12	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 33 52,8	121	230
13	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 29 9,3	126	233

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS LESOTHO

n°	Position: Latitude	Position: Longitude	Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse: UT	Obs.	g	h	a
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	−28 52	− 28 3	LERIBE..........	·· ···	4 46 53,7	42,5	0,532	11	278
2	−29 49	− 27 14	MAFETENG.....	·· ···	4 47 20,1	46,1	0,564	11	278
3	−29 19	− 27 29	MASERU.........	·· ···	4 47 2,8	44,3	0,549	11	278
4	−30 9	− 27 29	MOHALES HOEK	·· ···	4 47 38,9	47,0	0,573	11	278
5	−29 9	− 27 45	TEYATEYANENG	·· ···	4 47 0,3	43,6	0,542	11	278

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS MADAGASCAR

n°	Position: Latitude	Position: Longitude	Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse: UT	Obs.	g	h	a
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	−17 49	− 48 28	AMBATONDRAZAKA	·· ···	4 58 40,3	4,3	0,110	32	274
2	−18 52	− 47 30	ANTANANARIVO....	·· ···	4 57 26,0	6,5	0,146	31	274
3	−12 19	− 49 17	ANTSIRANAN.......	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
4	−12 19	− 49 17	DIEGO-SUARE.......	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
5	−21 27	− 47 5	FIANARANTSOA....	·· ···	4 57 33,2	12,5	0,227	30	272
6	−15 40	− 46 20	MAHAJANGA........	·· ···	4 55 12,6	1,3	0,049	29	276
7	−15 40	− 46 20	MAJUNGA...........	·· ···	4 55 12,6	1,3	0,049	29	276
8	−22 9	− 48 0	MANAKARA.........	·· ···	4 59 3,5	14,1	0,247	32	271
9	−20 19	− 47 17	MORONDAVA........	·· ···	4 57 29,3	9,7	0,191	30	273
10	−18 10	− 49 23	TAMATAVE..........	·· ···	5 0 10,3	4,8	0,119	33	273
11	−18 52	− 47 30	TANANARIVE.......	·· ···	4 57 26,0	6,5	0,146	31	274
12	−18 10	− 49 23	TOAMASINA.........	·· ···	5 0 10,3	4,8	0,119	33	273
13	−23 20	− 43 41	TOLIARA............	·· ···	4 54 4,9	18,4	0,296	26	273
14	−23 20	− 43 41	TULEAR.............	·· ···	4 54 4,9	18,4	0,296	26	273

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS MALAWI

n°	Position: Latitude	Position: Longitude	Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse: UT	Obs.	g	h	a
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	−15 46	− 35 0	BLANTYRE...	·· ···	4 43 47,5	3,8	0,101	15	279
2	− 9 54	− 33 55	KARONGA....	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
3	−13 58	− 33 49	LILONGWE...	·· ···	4 42 39,5	1,4	0,053	13	280
4	−11 31	− 34 0	MZUZU........	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
5	−12 55	− 34 19	NKHOTAKOTA	·· ···	4 42 47,4	0,3	0,018	14	280
6	−15 22	− 35 22	ZOMBA........	·· ···	4 43 56,4	3,0	0,087	15	279

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
LESOTHO

	1^er^ contact			2^e^ contact			3^e^ contact			4^e^ contact		
n°	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 47 38,6	107	223
2	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 48 47,2	105	222
3	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 48 4,6	106	223
4	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 49 31,0	105	222
5	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 47 57,2	107	223

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
MADAGASCAR

	1^er^ contact			2^e^ contact			3^e^ contact			4^e^ contact		
n°	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	4 22 48,7	196	300	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 37 15,0	140	242
2	4 17 26,4	200	306	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 40 56,0	136	240
3	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
4	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
5	4 9 40,9	209	317	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 50 35,2	127	235
6	4 31 0,7	187	289	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 20 24,2	150	250
7	4 31 0,7	187	289	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 20 24,2	150	250
8	4 9 5,9	210	319	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 54 37,6	125	234
9	4 12 44,0	205	312	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 46 43,7	131	237
10	4 22 39,9	197	301	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 40 40,6	138	241
11	4 17 26,4	200	306	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 40 56,0	136	240
12	4 22 39,9	197	301	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 40 40,6	138	241
13	4 2 56,6	215	326	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 51 7,9	122	232
14	4 2 56,6	215	326	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 51 7,9	122	232

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
MALAWI

	1^er^ contact			2^e^ contact			3^e^ contact			4^e^ contact		
n°	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	4 14 5,2	197	301	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 15 15,3	144	246
2	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
3	4 20 58,6	190	292	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 5 5,6	151	252
4	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
5	4 29 48,9	182	283	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	4 55 47,6	159	259
6	4 16 6,3	195	299	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 13 16,2	146	247

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
MOZAMBIQUE

n°	Position: Latitude	Position: Longitude	Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse: UT	Obs.	g	h	a
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	−19 49	− 34 52	BEIRA.......	.. ...	4 45 0,3	12,4	0,226	16	278
2	−24 40	− 33 33	CHIBUTO ...	.. ...	4 46 32,9	26,3	0,380	16	277
3	−23 51	− 35 29	INHAMBANE	.. ...	4 47 14,9	23,0	0,346	17	276
4	−16 30	− 33 31	MANDIE	.. ...	4 43 4,7	5,6	0,132	14	279
5	−25 58	− 32 35	MAPUTO....	.. ...	4 46 48,2	30,7	0,423	15	277
6	−13 20	− 34 59	MEPONDA ..	.. ...	4 43 17,2	0,5	0,027	15	280
7	−14 30	− 40 37	NACALA	.. ...	4 48 9,6	0,8	0,035	21	278
8	−15 9	− 39 14	NAMPULA ..	.. ...	4 46 57,0	1,8	0,061	20	278
9	−17 53	− 36 51	QUELIMANE	.. ...	4 45 40,8	7,2	0,157	18	278
10	−16 10	− 33 35	TETE........	.. ...	4 43 1,5	5,0	0,121	14	279
11	−25 4	− 33 38	XAI XAI.....	.. ...	4 46 49,2	27,4	0,391	16	277

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
NAMIBIE

n°	Position: Latitude	Position: Longitude	Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse: UT	Obs.	g	h	a
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	−26 36	− 18 8	KEETMANSHOOP	.. ...	4 44 10,6	41,6	0,525	2	283
2	−26 38	− 15 10	LUDERITZ........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
3	−20 29	− 16 36	OTJIWARONGO..	.. ...	.. ..	...	...	..	...
4	−22 40	− 14 34	SWAKOPMUND ..	.. ...	.. ..	...	...	..	...
5	−19 13	− 17 42	TSUMEB..........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
6	−22 59	− 14 31	WALVIS BAY	.. ...	.. ..	...	...	..	...
7	−22 34	− 17 6	WINDHOEK	.. ...	.. ..	...	...	..	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
SWAZILAND

n°	Position: Latitude	Position: Longitude	Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse: UT	Obs.	g	h	a
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	−26 48	− 31 56	BIG-BEND ...	.. ...	4 47 0,3	33,7	0,451	15	277
2	−27 6	− 31 12	GOEDGEGUN	.. ...	4 46 52,0	35,0	0,464	14	277
3	−26 30	− 31 22	MANZINI.....	.. ...	4 46 33,6	33,0	0,445	14	277
4	−26 20	− 31 8	MBABANE...	.. ...	4 46 21,4	32,6	0,442	14	277
5	−26 2	− 31 50	MHLUME	.. ...	4 46 29,1	31,3	0,429	14	277
6	−27 6	− 31 12	NHLANGANO	.. ...	4 46 52,0	35,0	0,464	14	277
7	−25 58	− 31 17	PIGG'S PEAK	.. ...	4 46 11,8	31,4	0,430	14	277

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
MOZAMBIQUE

	1^er^ contact			2^e^ contact			3^e^ contact			4^e^ contact		
n°	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	4 2 55,6	210	319	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 30 58,3	130	236
2	3 55 37,4	223	337	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 43 7,9	117	229
3	3 57 12,0	220	333	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 42 49,9	120	230
4	4 10 8,4	201	306	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 18 15,4	140	243
5	3 54 17,8	226	341	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 45 15,1	114	227
6	4 27 20,5	184	285	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	4 59 27,6	157	257
7	4 28 56,7	185	287	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 7 51,8	154	254
8	4 22 18,6	190	293	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 12 40,5	149	250
9	4 8 56,3	203	310	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 25 19,9	137	240
10	4 11 16,1	200	305	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 16 50,2	141	244
11	3 55 18,0	223	338	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 44 7,4	116	228

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
NAMIBIE

	1^er^ contact			2^e^ contact			3^e^ contact			4^e^ contact		
n°	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 39 41,1	109	223
2	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 39 21,8	108	223
3	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 28 23,7	121	230
4	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 32 42,8	115	227
5	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 25 35,1	124	232
6	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 33 16,7	115	226
7	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 32 27,1	117	227

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
SWAZILAND

	1^er^ contact			2^e^ contact			3^e^ contact			4^e^ contact		
n°	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	3 53 36,9	228	344	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 46 28,9	112	226
2	3 53 18,3	229	346	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 46 31,1	111	226
3	3 53 40,0	227	344	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 45 25,4	113	226
4	3 53 43,0	227	344	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 44 54,3	113	226
5	3 54 3,7	226	342	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 44 48,2	114	227
6	3 53 18,3	229	346	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 46 31,1	111	226
7	3 53 58,8	226	342	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	5 44 14,9	114	227

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
ZIMBABWE

	Position		Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse				
n°	Latitude	Longitude			UT	Obs.	g	h	a
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	−20 10	− 28 43	BULAWAYO.....	·· ···	4 42 13,6	16,1	0,270	10	280
2	−18 10	− 30 14	CHEGUTU.......	·· ···	4 42 0,8	10,4	0,201	11	280
3	−17 22	− 30 12	CHINHOYI......	·· ···	4 41 43,8	8,7	0,177	10	280
4	−18 0	− 31 6	CHITUNGWIZA .	·· ···	4 42 19,4	9,7	0,191	11	280
5	−20 10	− 30 49	FORT VICTORIA	·· ···	4 43 1,4	15,1	0,258	12	279
6	−18 16	− 29 55	GATOOMA......	·· ···	4 41 55,4	10,8	0,206	10	280
7	−19 25	− 29 50	GWELO.........	·· ···	4 42 19,2	13,6	0,241	10	280
8	−19 25	− 29 50	GWERU.........	·· ···	4 42 19,2	13,6	0,241	10	280
9	−17 43	− 31 5	HARARE........	·· ···	4 42 13,2	9,1	0,183	11	280
10	−18 10	− 30 14	HARTLEY.......	·· ···	4 42 0,8	10,4	0,201	11	280
11	−18 20	− 26 25	HWANGE........	·· ···	4 40 51,4	12,6	0,229	7	281
12	−18 16	− 29 55	KADOMA.......	·· ···	4 41 55,4	10,8	0,206	10	280
13	−20 20	− 28 30	KHAMI..........	·· ···	4 42 13,6	16,6	0,277	9	280
14	−20 10	− 30 49	MASVINGO.....	·· ···	4 43 1,4	15,1	0,258	12	279
15	−19 0	− 32 40	MUTARE........	·· ···	4 43 26,1	11,3	0,213	13	279
16	−18 55	− 29 51	QUE QUE.......	·· ···	4 42 8,1	12,4	0,226	10	280
17	−20 20	− 30 5	SHABANI........	·· ···	4 42 47,6	15,9	0,268	11	279
18	−18 20	− 26 25	WANKIE.........	·· ···	4 40 51,4	12,6	0,229	7	281
19	−20 16	− 30 54	ZIMBABWE.....	·· ···	4 43 6,0	15,3	0,261	12	279
20	−20 20	− 30 5	ZVISHAVANE....	·· ···	4 42 47,6	15,9	0,268	11	279

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
ZIMBABWE

n°	1er contact UT	P	Z	2e contact UT	P	Z	3e contact UT	P	Z	4e contact UT	P	Z
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 28 58,9	127	234
2	4 3 36,9	208	316	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 23 31,7	133	238
3	4 5 23,2	206	313	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 20 50,0	136	240
4	4 4 27,6	207	315	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 23 13,4	134	239
5	4 0 11,0	213	324	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 29 48,9	128	234
6	4 3 14,5	209	317	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 23 45,9	133	238
7	4 1 1,4	212	322	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 27 15,3	129	235
8	4 1 1,4	212	322	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 27 15,3	129	235
9	4 5 5,7	206	314	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 22 15,1	135	239
10	4 3 36,9	208	316	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 23 31,7	133	238
11	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 23 17,7	131	236
12	4 3 14,5	209	317	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 23 45,9	133	238
13	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 29 21,3	126	234
14	4 0 11,0	213	324	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 29 48,9	128	234
15	4 3 14,2	209	318	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 27 7,2	132	237
16	4 1 56,1	211	320	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 25 46,2	131	236
17	3 59 37,2	214	325	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 29 57,8	127	234
18	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 23 17,7	131	236
19	4 0 3,5	214	324	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 30 8,2	127	234
20	3 59 37,2	214	325	.. ..	...	...	.. ..	...	...	5 29 57,8	127	234

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
INDONÉSIE

n°	Position Latitude	Position Longitude	Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse UT	Obs.	*g*	*h*	*a*
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	− 6 57	−107 34	BANDUNG	·· ···	7 54 24,0	23,9	0,355	48	79
2	− 7 34	−112 47	BANGIL	·· ···	8 0 22,6	33,0	0,445	41	80
3	− 3 22	−114 33	BANJARMASIN	·· ···	8 7 34,1	24,0	0,356	37	77
4	− 8 12	−114 22	BANYUWANGI.	·· ···	8 1 20,1	37,1	0,483	40	81
5	− 5 30	−122 37	BAUBAU	·· ···	8 11 59,8	40,5	0,514	28	79
6	− 3 46	−102 16	BENGKULU	·· ···	7 50 33,0	9,6	0,189	53	74
7	− 0 18	−100 20	BUKITTINGGI .	·· ···	7 51 53,1	2,0	0,066	53	69
8	− 7 44	−109 0	CILACAP	·· ···	7 55 18,8	28,0	0,396	46	80
9	− 6 46	−108 33	CIREBON	·· ···	7 56 3,2	24,8	0,364	46	79
10	− 8 40	−115 14	DENPASER	·· ···	8 1 39,2	39,7	0,507	39	81
11	− 6 8	−106 45	DJAKARTA	·· ···	7 54 21,6	20,7	0,321	48	78
12	− 2 37	−140 39	DJAYAPURA ...	·· ···	8 20 44,6	51,0	0,607	8	78
13	− 7 48	−110 24	DJOKJAKARTA	·· ···	7 57 6,0	30,2	0,418	44	80
14	+ 1 39	−101 28	DUMAI	·· ···	7 56 15,5	0,6	0,030	51	68
15	− 2 55	−132 17	FAKFAK	·· ···	8 19 12,5	43,8	0,544	17	78
16	+ 0 33	−123 5	GORONTALO ..	·· ···	8 18 14,2	23,7	0,353	25	76
17	− 3 39	−133 44	KAIMANA	·· ···	8 18 57,7	47,7	0,578	15	78
18	− 3 57	−122 36	KENDARI	·· ···	8 13 39,0	35,9	0,472	28	78
19	− 1 43	−101 15	KERINCI	·· ···	7 51 37,0	4,8	0,118	53	71
20	−10 13	−123 38	KUPANG	·· ···	8 7 8,8	56,1	0,650	29	81
21	− 8 29	−116 40	LOMBOK	·· ···	8 3 23,1	41,2	0,520	37	81
22	− 7 37	−111 33	MADIUN	·· ···	7 58 49,1	31,4	0,429	43	80
23	− 3 33	−118 59	MAJENE	·· ···	8 11 24,3	30,2	0,418	32	78
24	− 7 59	−112 45	MALANG	·· ···	7 59 46,4	34,2	0,455	41	80
25	+ 1 32	−124 55	MANADO	·· ···	8 20 2,1	23,0	0,345	23	76
26	− 0 53	−134 5	MANOKWARI ..	·· ···	8 21 19,4	39,4	0,504	14	77
27	− 8 35	−122 13	MAUMERE	·· ···	8 8 7,4	49,2	0,591	30	81
28	+ 3 35	− 98 39	MEDAN	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
29	− 8 30	−140 22	MERAUKE	·· ···	8 15 39,3	70,0	0,765	11	79
30	− 7 25	−112 31	MOJOKERTO ..	·· ···	8 0 15,8	32,2	0,437	41	80
31	+ 2 34	−116 22	NAMEH	·· ···	8 15 16,5	11,6	0,216	32	74
32	+ 1 0	−113 15	NANGAOBAT ..	·· ···	8 10 57,7	11,9	0,219	36	74
33	− 1 0	−100 21	PADANG	·· ···	7 50 59,5	2,9	0,085	54	70
34	− 2 59	−104 45	PALEMBANG ..	·· ···	7 55 39,0	10,9	0,206	49	74
35	− 0 54	−119 52	PALU	·· ···	8 14 48,4	24,0	0,356	29	76
36	− 4 0	−119 40	PAREPARE	·· ···	8 11 27,7	32,3	0,438	31	78
37	− 7 38	−112 44	PASURUAN	·· ···	8 0 13,7	33,2	0,446	41	80
38	− 6 54	−109 37	PEKALONGAN	·· ···	7 57 19,1	26,7	0,383	45	79
39	− 0 5	−109 16	PONTIANAK ...	·· ···	8 5 24,2	9,9	0,194	42	73
40	− 1 23	−120 45	POSO	·· ···	8 14 58,3	26,3	0,380	29	77
41	− 7 45	−113 9	PROBOLINGGO	·· ···	8 0 33,5	34,1	0,455	41	80
42	− 8 27	−118 45	RABA	·· ···	8 5 24,9	44,1	0,546	34	81

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
INDONÉSIE

	1^er contact			2^e contact			3^e contact			4^e contact		
n°	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	6 45 4,3	202	122	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 55 24,6	104	14
2	6 48 29,9	209	125	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 3 8,7	98	6
3	7 3 47,5	203	124	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 3 59,1	105	17
4	6 48 20,4	212	126	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 4 55,3	96	3
5	7 4 1,7	215	130	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 11 38,4	96	3
6	6 55 30,4	188	117	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 40 23,8	117	33
7	7 18 43,3	173	105	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 23 13,6	131	54
8	6 43 44,7	205	123	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 58 0,2	101	10
9	6 46 44,2	203	123	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 56 59,9	103	13
10	6 47 59,0	214	127	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 5 44,8	95	1
11	6 47 27,0	199	121	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 53 30,4	106	17
12	7 20 31,3	225	137	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
13	6 45 4,8	207	124	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 0 4,4	100	8
14	7 34 11,0	166	98	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 17 38,1	138	64
15	7 16 32,1	219	134	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 14 54,3	95	3
16	7 20 42,5	205	126	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 9 44,1	107	20
17	7 15 47,3	222	135	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 15 5,1	93	0
18	7 8 0,7	213	129	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 11 29,3	98	7
19	7 7 28,2	180	112	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 32 25,5	124	44
20	6 53 45,4	224	133	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 10 59,7	87	350
21	6 50 10,1	215	128	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 7 5,9	94	360
22	6 46 58,3	208	124	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 1 36,3	99	7
23	7 6 26,3	208	127	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 8 42,7	101	12
24	6 47 9,0	210	125	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 3 7,3	98	5
25	7 24 10,5	204	126	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 10 13,8	108	22
26	7 21 33,7	217	133	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 14 46,6	98	8
27	6 56 1,8	220	131	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 10 57,0	91	355
28	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
29	7 10 46,0	234	141	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
30	6 48 41,0	209	125	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 2 48,5	99	7
31	7 25 59,7	192	118	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 0 6,4	117	35
32	7 19 28,3	192	118	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 57 36,4	116	33
33	7 13 13,5	175	108	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 26 21,4	128	50
34	7 0 1,8	189	117	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 45 50,8	116	31
35	7 14 56,4	204	125	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 8 7,8	106	19
36	7 5 39,3	210	128	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 9 25,3	100	10
37	6 48 13,9	209	125	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 3 5,3	98	6
38	6 47 20,3	204	123	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 58 43,9	102	11
39	7 14 27,1	189	116	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 51 39,5	118	35
40	7 13 56,9	206	126	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 9 12,4	105	17
41	6 48 19,8	210	125	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 3 35,2	98	5
42	6 52 36,7	217	129	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	9 8 47,2	93	358

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
INDONÉSIE

n°	Position: Latitude	Position: Longitude	Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse: UT	Obs.	g	h	a
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	− 8 35	−120 28	RUTENG..........	·· ···	8 6 44,2	46,9	0,570	32	81
2	− 6 58	−110 29	SEMARANG	·· ···	7 58 21,7	28,1	0,397	44	79
3	− 6 7	−106 9	SERANG	·· ···	7 53 29,2	19,8	0,311	49	78
4	+ 1 42	− 98 48	SIBOLGA	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
5	+ 0 40	−127 25	SOASIU	·· ···	8 20 28,9	28,0	0,396	20	76
6	− 0 50	−131 17	SORONG..........	·· ···	8 20 39,5	36,4	0,477	17	77
7	− 6 55	−106 50	SUKABUMI	·· ···	7 53 22,3	22,8	0,343	49	79
8	− 7 14	−112 45	SURABAYA	·· ···	8 0 47,1	32,1	0,436	41	80
9	− 7 32	−110 50	SURAKARTA	·· ···	7 58 1,8	30,1	0,417	44	80
10	+ 1 0	−118 53	TALOK............	·· ···	8 15 51,5	18,0	0,291	30	75
11	− 3 45	−103 46	TANJUNGENIM...	·· ···	7 53 4,0	11,3	0,212	51	75
12	+ 3 20	−117 38	TARAKAN	·· ···	8 16 56,1	11,2	0,211	30	74
13	− 1 36	−103 39	TELANAIPURA...	·· ···	7 55 44,8	7,0	0,152	50	72
14	− 5 28	−105 16	TELUKBETUNG..	·· ···	7 53 3,0	17,1	0,281	50	77
15	+ 0 48	−127 23	TERNATE.........	·· ···	8 20 34,5	27,6	0,392	20	76
16	+ 1 19	−124 56	TONDANO........	·· ···	8 19 52,2	23,6	0,352	23	76
17	− 5 9	−119 28	UJUNG PANDANG	·· ···	8 10 1,0	35,4	0,467	32	79
18	− 9 40	−120 16	WAINGAPU.......	·· ···	8 5 11,4	49,9	0,596	33	81

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
INDONÉSIE

	1^{er} contact			2^{e} contact			3^{e} contact			4^{e} contact		
n°	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	6 54 9,4	219	130	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 9 55,8	92	356
2	6 48 0,1	205	124	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 0 1,8	101	10
3	6 46 59,6	199	121	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 52 20,3	107	18
4	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
5	7 22 39,6	209	128	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 12 16,2	105	17
6	7 20 34,4	215	132	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 14 18,1	100	10
7	6 44 28,2	201	122	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 54 5,3	105	15
8	6 49 31,3	208	125	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 3 4,5	99	7
9	6 46 27,4	207	124	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 0 38,1	100	8
10	7 20 40,1	199	122	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 5 28,3	111	26
11	6 55 59,9	190	118	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 44 29,2	115	30
12	7 28 59,9	192	118	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 0 40,1	118	36
13	7 7 11,5	184	114	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 40 10,3	121	39
14	6 48 59,3	196	120	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 50 1,3	109	22
15	7 22 59,6	208	128	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 12 10,2	105	17
16	7 23 33,8	205	126	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 10 25,2	107	21
17	7 2 15,5	212	128	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 9 29,3	98	7
18	6 51 13,6	220	130	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 9 27,4	90	354

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
MALAISIE

n°	Position		Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse				
	Latitude	Longitude			UT	Obs.	g	h	a
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	+ 6 6	−100 23	ALOR SETAR	.. ...	.. ..	...	...	..	...
2	+ 5 30	−100 28	GEORGE TOWN	.. ...	.. ..	...	...	..	...
3	+ 5 23	−101 9	GERIK..................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
4	+ 4 36	−101 2	IPOH	.. ...	.. ..	...	...	..	...
5	+ 1 29	−103 44	JOHORE BHARU.......	.. ...	7 59 38,6	2,2	0,070	48	70
6	+ 1 50	−111 7	KABONG...............	.. ...	8 9 33,8	8,0	0,167	38	73
7	+ 6 7	−102 15	KOTA BHARU..........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
8	+ 5 59	−116 4	KOTA KINABALU	.. ...	.. ..	...	...	..	...
9	+ 3 35	−101 37	KUALA KUBU BHARU	.. ...	.. ..	...	...	..	...
10	+ 3 8	−101 42	KUALA LUMPUR	.. ...	.. ..	...	...	..	...
11	+ 5 20	−103 7	KUALA TERENGGANU	.. ...	.. ..	...	...	..	...
12	+ 3 50	−103 19	KUANTAN	.. ...	.. ..	...	...	..	...
13	+ 1 32	−110 20	KUCHING..............	.. ...	8 8 23,3	7,8	0,165	39	72
14	+ 6 54	−116 47	KUDAT.................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
15	+ 5 20	−100 35	KULIM	.. ...	.. ..	...	...	..	...
16	+ 3 16	−114 50	LONG AKAH...........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
17	+ 4 15	−114 19	MARUDI................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
18	+ 2 14	−102 14	MELAKA...............	.. ...	7 58 11,0	0,5	0,026	49	68
19	+ 4 28	−114 0	MIRI....................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
20	+ 2 1	−102 35	MUAR..................	.. ...	7 58 29,2	0,9	0,038	49	68
21	+ 3 14	−113 26	PANDAN	.. ...	.. ..	...	...	..	...
22	+ 2 10	−111 16	RAJANG	.. ...	.. ..	...	...	..	...
23	+ 5 52	−118 4	SANDAKAN...........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
24	+ 1 50	−109 44	SEMATAN..............	.. ...	8 8 0,4	6,7	0,148	40	72
25	+ 2 42	−101 54	SEREMBAN............	.. ...	7 58 11,0	0,1	0,008	49	67
26	+ 1 10	−110 35	SERIAN	.. ...	8 8 17,6	8,8	0,178	39	73
27	+ 2 18	−111 49	SIBU....................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
28	+ 1 10	−111 32	SIMANGGANG.........	.. ...	8 9 20,6	9,7	0,191	38	73
29	+ 4 54	−100 42	TAIPING...............	.. ...	.. ..	...	...	..	...
30	+ 4 16	−117 54	TAWAU	.. ...	.. ..	...	...	..	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
MALAISIE

	1^er^ contact			2^e^ contact			3^e^ contact			4^e^ contact		
n°	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
2	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
3	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
4	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
5	7 26 55,6	174	105	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 30 32,6	131	54
6	7 23 18,1	187	114	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 51 56,1	121	40
7	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
8	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
9	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
10	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
11	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
12	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
13	7 22 2,1	186	114	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 50 50,7	121	40
14	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
15	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
16	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
17	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
18	7 37 52,0	165	97	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 17 56,6	139	65
19	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
20	7 34 13,6	168	100	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 21 51,1	137	62
21	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
22	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
23	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
24	7 23 43,4	184	113	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 48 44,6	122	42
25	7 46 45,8	160	91	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 9 36,3	145	73
26	7 20 13,9	188	115	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 52 9,6	119	38
27	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
28	7 20 8,8	189	116	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 54 7,9	118	36
29	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
30	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS PHILIPPINES

n°	Position Latitude	Position Longitude	Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse UT	Obs.	g	h	a
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	+15 9	−120 33	ANGELES..........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
2	+10 38	−122 58	BACOLOD	.. ...	.. ..	...	...	..	...
3	+14 41	−120 33	BALANGA	.. ...	.. ..	...	...	..	...
4	+13 46	−121 1	BATANGAS	.. ...	.. ..	...	...	..	...
5	+16 27	−121 10	BAYOMBONG	.. ...	.. ..	...	...	..	...
6	+17 7	−120 58	BONTOC...........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
7	+ 8 29	−124 40	CAGAYAN DE ORO	.. ...	.. ..	...	...	..	...
8	+13 23	−121 10	CALAPAN..........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
9	+10 17	−123 56	CEBU	.. ...	.. ..	...	...	..	...
10	+14 7	−122 58	DAET	.. ...	.. ..	...	...	..	...
11	+16 2	−120 21	DAGUPAN	.. ...	.. ..	...	...	..	...
12	+ 7 2	−124 30	DATU PIANG	.. ...	.. ..	...	...	..	...
13	+ 7 5	−125 38	DAVAO.............	.. ...	8 24 7,5	10,0	0,195	20	74
14	+ 8 34	−123 23	DIPOLOG..........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
15	+ 6 5	−125 15	GENERAL SANTOS	.. ...	8 23 22,9	11,9	0,219	20	74
16	+17 7	−121 53	ILAGAN............	.. ...	.. ..	...	...	..	...
17	+10 41	−122 33	ILOILO.............	.. ...	.. ..	...	...	..	...
18	+12 41	−124 1	IROSIN.............	.. ...	.. ..	...	...	..	...
19	+18 14	−120 36	LAOAG.............	.. ...	.. ..	...	...	..	...
20	+12 35	−125 2	LAOANG...........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
21	+16 2	−120 14	LINGAYEN.........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
22	+14 37	−120 58	MANILLE	.. ...	.. ..	...	...	..	...
23	+12 21	−123 36	MASBATE..........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
24	+14 49	−120 17	OLONGAPO	.. ...	.. ..	...	...	..	...
25	+ 7 50	−123 30	PAGADIAN	.. ...	.. ..	...	...	..	...
26	+14 39	−121 2	QUEZON CITY	.. ...	.. ..	...	...	..	...
27	+15 2	−120 41	SAN FERNANDO ..	.. ...	.. ..	...	...	..	...
28	+16 39	−120 19	SAN FERNANDO ..	.. ...	.. ..	...	...	..	...
29	+15 47	−120 59	SAN JOSE..........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
30	+14 3	−121 19	SAN PABLO........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
31	+12 59	−124 1	SORSOGON........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
32	+ 9 47	−125 29	SURIGAO	.. ...	.. ..	...	...	..	...
33	+11 15	−125 1	TACLOBAN	.. ...	.. ..	...	...	..	...
34	+ 9 31	−123 10	TANJAY............	.. ...	.. ..	...	...	..	...
35	+15 29	−120 35	TARLAC	.. ...	.. ..	...	...	..	...
36	+17 36	−121 44	TUGUEGARAO	.. ...	.. ..	...	...	..	...
37	+17 35	−120 23	VIGAN	.. ...	.. ..	...	...	..	...
38	+ 6 55	−122 5	ZAMBOANGA......	.. ...	.. ..	...	...	..	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
PHILIPPINES

	1^er contact			2^e contact			3^e contact			4^e contact		
n°	UT	P	Z	UT	P	Z	UT	P	Z	UT	P	Z
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
2	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
3	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
4	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
5	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
6	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
7	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
8	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
9	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
10	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
11	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
12	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
13	7 41 46,8	192	118	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 3 16,0	121	40
14	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
15	7 38 20,8	194	119	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 4 46,2	118	37
16	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
17	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
18	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
19	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
20	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
21	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
22	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
23	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
24	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
25	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
26	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
27	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
28	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
29	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
30	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
31	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
32	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
33	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
34	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
35	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
36	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
37	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
38	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS SINGAPOUR

n°	Position		Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse				
	Latitude	Longitude			UT	Obs.	*g*	*h*	*a*
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	+ 1 22	−103 58	CHANGI	.. ...	7 59 51,6	2,5	0,077	48	70
2	+ 1 26	−103 45	KRANJI......	.. ...	7 59 36,7	2,3	0,071	48	70
3	+ 1 24	−103 49	NEE SOON ..	.. ...	7 59 40,4	2,4	0,073	48	70
4	+ 1 23	−103 55	SERANGOON	.. ...	7 59 48,2	2,4	0,075	48	70
5	+ 1 17	−103 51	SINGAPOUR	.. ...	7 59 35,3	2,5	0,077	48	70
6	+ 1 19	−103 40	TUAS........	.. ...	7 59 21,0	2,4	0,073	48	70

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS AUSTRALIE

n°	Position		Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse				
	Latitude	Longitude			UT	Obs.	*g*	*h*	*a*
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	−34 56	−138 36	ADELAIDE	.. ...	7 39 2,3	54,1	0,633	24	91
2	−23 42	−133 52	ALICE SPRINGS	.. ...	7 54 43,9	87,3	0,904	24	86
3	−36 48	−144 21	BENDIGO	.. ...	7 38 14,4	45,1	0,555	19	88
4	−27 30	−153 0	BRISBANE	.. ...	7 53 47,0	59,0	0,675	8	80
5	−31 57	−141 30	BROKEN HILL .	.. ...	7 45 12,9	58,0	0,666	20	87
6	−17 58	−122 15	BROOME	.. ...	7 55 13,5	78,0	0,829	34	87
7	−16 51	−145 43	CAIRNS.........	.. ...	8 7 9,9	94,6	0,964	9	80
8	−35 18	−149 8	CANBERRA	.. ...	7 41 54,7	44,4	0,549	14	85
9	−24 51	−113 45	CARNARVON ..	.. ...	7 34 6,4	85,4	0,887	47	98
10	−12 23	−130 44	DARWIN........	.. ...	8 8 42,0	72,0	0,781	22	81
11	−38 10	−144 26	GEELONG......	.. ...	7 35 57,9	42,4	0,531	19	89
12	−42 54	−147 18	HOBART	.. ...	7 28 44,6	32,0	0,436	19	90
13	−30 49	−121 29	KALGOORLIE ..	.. ...	7 33 1,0	84,4	0,879	39	100
14	−41 25	−147 7	LAUNCESTON .	.. ...	7 31 15,7	34,6	0,460	18	89
15	−37 45	−144 58	MELBOURNE ..	.. ...	7 36 50,8	42,7	0,535	19	89
16	−20 50	−139 29	MOUNT ISA	.. ...	8 1 7,0	89,1	0,919	17	83
17	−32 55	−151 46	NEWCASTLE...	.. ...	7 45 57,3	47,4	0,576	11	82
18	−31 58	−115 49	PERTH	.. ...	7 24 9,0	89,6	0,921	46	106
19	−33 55	−151 10	SYDNEY........	.. ...	7 44 22,3	45,7	0,561	12	83
20	−19 13	−146 48	TOWNSVILLE ..	.. ...	8 4 24,3	86,6	0,900	9	80
21	−33 4	−137 34	WHYALLA......	.. ...	7 41 40,4	59,3	0,677	24	90
22	−34 25	−150 52	WOLLONGONG	.. ...	7 43 33,8	44,9	0,554	13	83

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
SINGAPOUR

n°	1er contact UT	P	Z	2^{e} contact UT	P	Z	3^{e} contact UT	P	Z	4^{e} contact UT	P	Z
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	7 25 40,9	175	106	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 32 2,1	130	53
2	7 26 31,1	174	105	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 30 50,4	131	54
3	7 26 9,6	174	106	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 31 16,2	131	53
4	7 25 52,8	174	106	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 31 45,5	130	53
5	7 25 14,6	175	106	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 31 54,6	130	53
6	7 25 46,3	174	106	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 31 0,3	131	53

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
AUSTRALIE

n°	1er contact UT	P	Z	2^{e} contact UT	P	Z	3^{e} contact UT	P	Z	4^{e} contact UT	P	Z
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	6 32 31,2	269	145	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 38 57,8	48	285
2	6 41 39,1	251	141	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 59 0,8	64	311
3	6 36 53,5	275	149	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 34 7,5	44	278
4	6 54 1,8	268	153	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
5	6 39 33,4	267	147	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 44 16,1	51	290
6	6 35 19,4	235	131	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 4 18,8	76	331
7	7 2 2,2	250	147	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
8	6 43 1,4	276	152	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 35 45,0	44	279
9	6 6 10,9	238	114	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 50 24,7	72	320
10	6 56 51,1	233	138	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 11 31,5	80	339
11	6 35 25,9	276	149	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 31 15,8	43	275
12	6 33 7,6	283	151	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 20 14,0	37	265
13	6 11 8,1	252	124	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 44 57,2	60	302
14	6 34 33,2	282	151	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 23 35,1	38	268
15	6 36 27,2	276	150	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 32 0,5	43	276
16	6 51 56,3	251	145	.. ..	...	...	.. ..	...	...	9 2 21,5	65	315
17	6 47 34,6	274	154	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 39 19,1	46	283
18	5 58 8,9	249	112	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 39 55,3	62	302
19	6 46 5,7	275	153	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 37 40,9	45	281
20	6 59 43,9	254	148	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
21	6 33 31,8	266	144	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 42 45,2	51	289
22	6 45 20,5	276	153	.. ..	...	...	.. ..	...	...	8 36 50,6	45	280

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
AUSTRALIE (suite)

n°	Position Latitude	Longitude	Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse UT	Obs.	*g*	*h*	*a*
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	−28 49	−114 36	AUSTIN	.. ...	7 28 11,6	98,0	0,988	47	103
2	−16 30	−143 36	BELLEVUE	1 0,0	8 7 24,9	96,6	0,988	11	80
3	−17 43	−139 30	BURKETOWN	1 2,0	8 5 12,7	96,8	0,992	16	82
4	−15 29	−145 15	COOKTOWN......	.. ...	8 8 42,3	96,5	0,982	9	80
5	−27 27	−117 53	CUE...............	0 42,9	7 34 51,7	98,1	0,994	43	99
6	−16 30	−143 36	GAMBOOLA	1 0,0	8 7 24,9	96,6	0,988	11	80
7	−28 49	−114 36	GERALDTON	.. ...	7 28 11,6	98,0	0,988	47	103
8	−16 0	−144 15	MAYTOWN	0 57,4	8 8 3,4	96,5	0,987	10	80
9	−28 32	−115 30	MULLEWA	0 26,4	7 29 54,8	98,3	0,992	46	102
10	−17 2	−141 20	MYRA VALE......	1 2,6	8 6 27,2	96,7	0,990	14	81
11	−28 27	−115 48	PINDAR...........	0 40,0	7 30 27,5	98,2	0,994	45	101
12	−15 50	−144 59	SPRING VALE	1 2,1	8 8 17,8	96,5	0,988	9	80
13	−19 31	−134 15	TENNANT CREEK	0 52,9	8 0 59,6	97,2	0,990	22	84
14	−16 59	−141 54	VANROOK	1 1,9	8 6 36,7	96,7	0,990	13	81
15	−28 58	−114 45	WALKAWAY	0 30,1	7 28 7,7	98,3	0,993	47	103

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
NOUVELLE-ZÉLANDE

n°	Position Latitude	Longitude	Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse UT	Obs.	*g*	*h*	*a*
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	−36 55	−174 47	AUCKLAND...........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
2	−43 33	−172 40	CHRISTCHURCH......	.. ...	7 27 55,8	19,1	0,305	1	73
3	−45 52	−170 30	DUNEDIN..............	.. ...	7 24 52,4	17,0	0,281	3	76
4	−37 46	−175 18	HAMILTON............	.. ...	.. ..	...	...	..	...
5	−39 39	−176 52	HASTINGS.............	.. ...	.. ..	...	...	..	...
6	−50 35	−166 0	ILES AUCKLAND......	.. ...	7 17 43,1	13,6	0,241	8	81
7	−46 26	−168 21	INVERCARGILL.......	.. ...	7 24 19,2	17,0	0,281	5	77
8	−41 18	−173 17	NELSON	.. ...	.. ..	...	...	..	...
9	−39 3	−174 4	NEW PLYMOUTH.....	.. ...	.. ..	...	...	..	...
10	−40 20	−175 39	PALMERSTON NORTH	.. ...	.. ..	...	...	..	...
11	−41 17	−174 47	WELLINGTON	.. ...	.. ..	...	...	..	...
12	−35 43	−174 20	WHANGAREI..........	.. ...	.. ..	...	...	..	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
AUSTRALIE (Suite)

	1er contact			2^{e} contact			3^{e} contact			4^{e} contact		
n°	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	6 0 39,5	244	111	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 44 44,8	66	310
2	7 1 9,5	248	146	8 6 54,9	271	167	8 7 55,0	47	302	·· ·· ···	···	···
3	6 56 21,6	247	144	8 4 41,7	251	146	8 5 43,8	66	321	9 6 6,0	70	322
4	7 3 31,6	248	146	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
5	6 9 38,9	245	120	7 34 30,3	262	146	7 35 13,1	48	293	8 49 7,2	66	312
6	7 1 9,5	248	146	8 6 54,9	271	167	8 7 55,0	47	302	·· ·· ···	···	···
7	6 0 39,5	244	111	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	8 44 44,8	66	310
8	7 2 14,7	248	146	8 7 34,7	221	116	8 8 32,1	98	353	·· ·· ···	···	···
9	6 3 0,1	244	114	7 29 41,6	193	75	7 30 8,0	117	359	8 45 50,7	66	310
10	6 58 48,6	247	145	8 5 56,0	240	135	8 6 58,6	78	333	·· ·· ···	···	···
11	6 3 45,5	244	115	7 30 7,5	223	105	7 30 47,5	87	329	8 46 11,0	66	311
12	7 2 54,8	248	146	8 7 46,7	230	126	8 8 48,9	88	344	·· ·· ···	···	···
13	6 48 29,5	246	141	8 0 33,2	223	117	8 1 26,2	92	346	9 4 37,6	69	321
14	6 59 18,4	248	145	8 6 5,8	262	158	8 7 7,7	55	310	·· ·· ···	···	···
15	6 0 43,0	244	112	7 27 52,7	200	81	7 28 22,8	110	351	8 44 35,7	66	310

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
NOUVELLE-ZÉLANDE

	1er contact			2^{e} contact			3^{e} contact			4^{e} contact		
n°	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	6 51 30,1	289	162	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
2	6 46 20,1	296	163	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
3	6 43 59,7	298	163	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
4	6 50 53,3	290	162	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
5	6 49 31,5	293	163	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
6	6 38 9,9	301	162	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	7 55 34,2	24	242
7	6 42 54,2	298	162	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
8	6 48 10,5	294	163	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
9	6 49 55,9	291	163	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
10	6 49 2,3	293	163	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
11	6 48 18,3	294	163	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
12	6 52 22,1	287	162	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS PAPOUASIE ET NOUVELLE GUINÉE

n°	Position: Latitude	Position: Longitude	Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse: UT	Obs.	*g*	*h*	*a*
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	− 6 15	−155 35	ARAWA..........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
2	− 6 2	−145 22	GOROKA........	.. ...	8 17 55,3	66,4	0,736	5	78
3	− 6 45	−147 0	LAE..............	.. ...	8 17 11,0	70,1	0,767	4	78
4	− 5 14	−145 45	MADANG........	.. ...	8 18 32,3	64,0	0,717	4	78
5	− 5 54	−144 13	MOUNT HAGEN	.. ...	8 18 5,8	65,0	0,724	6	78
6	− 9 30	−147 7	PORT MORESBY	.. ...	8 14 46,3	79,3	0,841	5	78
7	− 4 13	−152 11	RABAUL.........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
8	− 3 35	−143 35	WEWAK.........	.. ...	8 19 58,3	56,8	0,656	6	78

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS ILES

n°	Position: Latitude	Position: Longitude	Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse: UT	Obs.	*g*	*h*	*a*
	° ′	° ′		m s	h m s	%		°	°
1	−46 27	− 52 0	CROZET	.. ...	5 19 43,2	95,5	0,968	35	249
2	−49 30	− 69 30	KERGUELEN ..	.. ...	5 44 22,2	88,2	0,909	46	222
3	−66 40	−140 1	TERRE ADELIE	.. ...	6 42 56,8	11,5	0,215	24	116

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
PAPOUASIE ET NOUVELLE GUINÉE

n°	1er contact			2^{e} contact			3^{e} contact			4^{e} contact		
	UT	P	Z	UT	P	Z	UT	P	Z	UT	P	Z
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	7 17 54,4	239	145	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
2	7 16 33,5	233	141	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
3	7 16 0,3	235	142	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
4	7 17 50,0	232	141	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
5	7 16 23,7	232	141	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
6	7 12 17,3	240	144	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
7	7 20 16,5	234	142	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
8	7 19 46,0	228	139	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
ILES

n°	1er contact			2^{e} contact			3^{e} contact			4^{e} contact		
	UT	P	Z	UT	P	Z	UT	P	Z	UT	P	Z
	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
1	4 7 6,7	256	31	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	6 39 35,6	76	224
2	4 25 7,1	259	42	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	7 8 5,2	66	239
3	6 1 12,6	303	143	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	7 23 30,6	21	224