BUREAU DES LONGITUDES

CALCUL DES CIRCONSTANCES DE L'ÉCLIPSE ANNULAIRE DU SOLEIL DU 29 AVRIL 1995

le : 27 janvier 1995

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 diffère 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 :

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

— 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 :

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

et :

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

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 :

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

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 29 AVRIL 1995

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	2 23 25,1457	+14 14 52,5097	1 51 8,1194	+11 58 22,0186	− 0 32 17,0263
1	2 23 34,6424	+14 15 39,5093	1 53 8,5125	+12 6 24,6655	− 0 30 26,1300
2	2 23 44,1401	+14 16 26,4845	1 55 8,9650	+12 14 23,8263	− 0 28 35,1750
3	2 23 53,6386	+14 17 13,4351	1 57 9,4779	+12 22 19,4673	− 0 26 44,1607
4	2 24 3,1381	+14 18 0,3613	1 59 10,0519	+12 30 11,5549	− 0 24 53,0862
5	2 24 12,6385	+14 18 47,2628	2 1 10,6876	+12 38 0,0559	− 0 23 1,9508
6	2 24 22,1398	+14 19 34,1398	2 3 11,3859	+12 45 44,9370	− 0 21 10,7538
7	2 24 31,6419	+14 20 20,9923	2 5 12,1474	+12 53 26,1654	− 0 19 19,4945
8	2 24 41,1450	+14 21 7,8201	2 7 12,9727	+13 1 3,7085	− 0 17 28,1723
9	2 24 50,6490	+14 21 54,6232	2 9 13,8625	+13 8 37,5338	− 0 15 36,7865
10	2 25 0,1539	+14 22 41,4017	2 11 14,8173	+13 16 7,6091	− 0 13 45,3367
11	2 25 9,6597	+14 23 28,1555	2 13 15,8376	+13 23 33,9024	− 0 11 53,8222
12	2 25 19,1664	+14 24 14,8846	2 15 16,9239	+13 30 56,3819	− 0 10 2,2425
13	2 25 28,6741	+14 25 1,5890	2 17 18,0768	+13 38 15,0162	− 0 8 10,5973
14	2 25 38,1826	+14 25 48,2686	2 19 19,2965	+13 45 29,7740	− 0 6 18,8861
15	2 25 47,6920	+14 26 34,9234	2 21 20,5836	+13 52 40,6242	− 0 4 27,1084
16	2 25 57,2024	+14 27 21,5535	2 23 21,9384	+13 59 47,5361	− 0 2 35,2639
17	2 26 6,7136	+14 28 8,1586	2 25 23,3613	+14 6 50,4791	− 0 0 43,3524
18	2 26 16,2258	+14 28 54,7390	2 27 24,8524	+14 13 49,4230	+ 0 1 8,6266
19	2 26 25,7389	+14 29 41,2944	2 29 26,4121	+14 20 44,3378	+ 0 3 0,6732
20	2 26 35,2529	+14 30 27,8250	2 31 28,0405	+14 27 35,1937	+ 0 4 52,7877
21	2 26 44,7678	+14 31 14,3306	2 33 29,7380	+14 34 21,9611	+ 0 6 44,9702
22	2 26 54,2836	+14 32 0,8113	2 35 31,5045	+14 41 4,6109	+ 0 8 37,2210
23	2 27 3,8003	+14 32 47,2670	2 37 33,3404	+14 47 43,1142	+ 0 10 29,5401

ÉPHÉMÉRIDES DE LA LUNE ET DU SOLEIL LE 30 AVRIL 1995

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	2 27 13,3179	+14 33 33,6977	2 39 35,2455	+14 54 17,4422	+ 0 12 21,9276
1	2 27 22,8365	+14 34 20,1034	2 41 37,2200	+15 0 47,5665	+ 0 14 14,3836
2	2 27 32,3559	+14 35 6,4841	2 43 39,2640	+15 7 13,4590	+ 0 16 6,9081
3	2 27 41,8763	+14 35 52,8396	2 45 41,3773	+15 13 35,0919	+ 0 17 59,5010
4	2 27 51,3976	+14 36 39,1701	2 47 43,5599	+15 19 52,4376	+ 0 19 52,1624
5	2 28 0,9198	+14 37 25,4755	2 49 45,8118	+15 26 5,4688	+ 0 21 44,8921
6	2 28 10,4429	+14 38 11,7557	2 51 48,1328	+15 32 14,1586	+ 0 23 37,6900
7	2 28 19,9669	+14 38 58,0108	2 53 50,5228	+15 38 18,4802	+ 0 25 30,5560
8	2 28 29,4918	+14 39 44,2407	2 55 52,9816	+15 44 18,4073	+ 0 27 23,4898
9	2 28 39,0177	+14 40 30,4454	2 57 55,5090	+15 50 13,9139	+ 0 29 16,4913
10	2 28 48,5444	+14 41 16,6248	2 59 58,1047	+15 56 4,9741	+ 0 31 9,5603
11	2 28 58,0721	+14 42 2,7790	3 2 0,7684	+16 1 51,5624	+ 0 33 2,6963
12	2 29 7,6007	+14 42 48,9080	3 4 3,4999	+16 7 33,6538	+ 0 34 55,8992
13	2 29 17,1302	+14 43 35,0116	3 6 6,2987	+16 13 11,2234	+ 0 36 49,1685
14	2 29 26,6606	+14 44 21,0898	3 8 9,1646	+16 18 44,2467	+ 0 38 42,5039
15	2 29 36,1920	+14 45 7,1428	3 10 12,0970	+16 24 12,6994	+ 0 40 35,9050
16	2 29 45,7242	+14 45 53,1703	3 12 15,0956	+16 29 36,5578	+ 0 42 29,3714
17	2 29 55,2574	+14 46 39,1725	3 14 18,1598	+16 34 55,7982	+ 0 44 22,9024
18	2 30 4,7915	+14 47 25,1492	3 16 21,2893	+16 40 10,3974	+ 0 46 16,4978
19	2 30 14,3265	+14 48 11,1005	3 18 24,4833	+16 45 20,3326	+ 0 48 10,1568
20	2 30 23,8624	+14 48 57,0263	3 20 27,7415	+16 50 25,5813	+ 0 50 3,8790
21	2 30 33,3993	+14 49 42,9267	3 22 31,0631	+16 55 26,1211	+ 0 51 57,6638
22	2 30 42,9370	+14 50 28,8015	3 24 34,4475	+17 0 21,9304	+ 0 53 51,5105
23	2 30 52,4757	+14 51 14,6507	3 26 37,8942	+17 5 12,9874	+ 0 55 45,4185
24	2 31 2,0153	+14 52 0,4744	3 28 41,4024	+17 9 59,2711	+ 0 57 39,3871

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) : $\Delta T_e = 61$ 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 29 AVRIL 1995

Instant de la conjonction géocentrique en ascension droite
le 29 avril 1995 à 17h 23m 13,989s UT.

Ascension droite du Soleil	: 2h 26m 10,397s.
Déclinaison du Soleil	: +14° 28′ 26,20″.
Ascension droite de la Lune	: 2h 26m 10,397s.
Déclinaison de la Lune	: +14° 9′ 33,18″.
Parallaxe équatoriale du Soleil	: 8,73″.
Parallaxe équatoriale de la Lune	: 54′ 34,01″.
Demi-diamètre vrai du Soleil	: 15′ 52,82″.
Demi-diamètre vrai de la Lune	: 14′ 52,10″.

CIRCONSTANCES DE L'ÉCLIPSE GÉNÉRALE

magnitude : 0,9752

	UT	Longitude	Latitude
Commencement de l'éclipse générale	: le 29 à 14h 33,2m	+122° 9,6′	−24° 40,5′
Commencement de l'éclipse annulaire	: le 29 à 15h 39,8m	+136° 34,1′	−31° 19,9′
Commencement de l'éclipse centrale	: le 29 à 15h 42,1m	+137° 0,8′	−31° 41,3′
Éclipse centrale à midi ou minuit vrai	: le 29 à 17h 23,2m	+ 81° 27,8′	− 5° 52,1′
Maximum de l'éclipse	: le 29 à 17h 32,3m	+ 79° 23,4′	− 4° 51,2′
Fin de l'éclipse centrale	: le 29 à 19h 22,7m	+ 23° 4,3′	− 6° 43,5′
Fin de l'éclipse annulaire	: le 29 à 19h 25,0m	+ 23° 33,4′	− 6° 21,5′
Fin de l'éclipse générale	: le 29 à 20h 31,5m	+ 38° 26,9′	+ 0° 22,0′

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 $t = (T - 14\text{h}) + \delta T/3600$, T est exprimé en heures et fraction d'heure. Ces équations ne sont valides que sur l'intervalle $14\text{h} < T < 21\text{h}$, 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.

$$
\begin{aligned}
x &= -1,689\,102\,08 + 0,498\,503\,84 \times t + 0,000\,068\,44 \times t^2 - 0,000\,005\,79 \times t^3\\
y &= -0,734\,261\,89 + 0,114\,546\,63 \times t - 0,000\,059\,85 \times t^2 - 0,000\,001\,26 \times t^3\\
\sin d &= 0,249\,228\,37 + 0,000\,214\,41 \times t - 0,000\,000\,06 \times t^2\\
\cos d &= 0,968\,444\,74 - 0,000\,055\,18 \times t - 0,000\,000\,01 \times t^2\\
H &= 30,645\,988\,70 + 15,002\,695\,68 \times t - 0,000\,001\,65 \times t^2 - 0,000\,000\,02 \times t^3 - 0,004\,178\,07\,\delta T\\
u_e &= 0,564\,705\,25 + 0,000\,135\,33 \times t - 0,000\,010\,00 \times t^2\\
u_i &= -0,018\,228\,41 - 0,000\,134\,66 \times t + 0,000\,009\,95 \times t^2
\end{aligned}
$$

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					°		
14 0	−1,689 102	−0,734 262	0,249 228	0,968 445	30,645 99	0,564 705	−0,018 228
14 10	−1,606 016	−0,715 172	0,249 264	0,968 436	33,146 44	0,564 728	−0,018 251
14 20	−1,522 927	−0,696 086	0,249 300	0,968 426	35,646 89	0,564 749	−0,018 272
14 30	−1,439 834	−0,677 004	0,249 336	0,968 417	38,147 34	0,564 770	−0,018 293
14 40	−1,356 737	−0,657 924	0,249 371	0,968 408	40,647 79	0,564 791	−0,018 314
14 50	−1,273 638	−0,638 849	0,249 407	0,968 399	43,148 23	0,564 811	−0,018 334
15 0	−1,190 536	−0,619 776	0,249 443	0,968 390	45,648 68	0,564 831	−0,018 353
15 10	−1,107 430	−0,600 708	0,249 478	0,968 380	48,149 13	0,564 850	−0,018 372
15 20	−1,024 322	−0,581 642	0,249 514	0,968 371	50,649 58	0,564 868	−0,018 390
15 30	−0,941 212	−0,562 581	0,249 550	0,968 362	53,150 03	0,564 886	−0,018 408
15 40	−0,858 099	−0,543 523	0,249 586	0,968 353	55,650 48	0,564 903	−0,018 425
15 50	−0,774 984	−0,524 469	0,249 621	0,968 344	58,150 93	0,564 920	−0,018 442
16 0	−0,691 867	−0,505 418	0,249 657	0,968 334	60,651 37	0,564 936	−0,018 458
16 10	−0,608 748	−0,486 371	0,249 693	0,968 325	63,151 82	0,564 952	−0,018 473
16 20	−0,525 627	−0,467 328	0,249 728	0,968 316	65,652 27	0,564 967	−0,018 488
16 30	−0,442 505	−0,448 289	0,249 764	0,968 307	68,152 72	0,564 981	−0,018 503
16 40	−0,359 382	−0,429 254	0,249 800	0,968 298	70,653 17	0,564 995	−0,018 517
16 50	−0,276 257	−0,410 222	0,249 835	0,968 288	73,153 61	0,565 008	−0,018 530
17 0	−0,193 131	−0,391 195	0,249 871	0,968 279	75,654 06	0,565 021	−0,018 543
17 10	−0,110 004	−0,372 171	0,249 907	0,968 270	78,154 51	0,565 034	−0,018 555
17 20	−0,026 876	−0,353 151	0,249 942	0,968 261	80,654 96	0,565 045	−0,018 567
17 30	0,056 252	−0,334 136	0,249 978	0,968 252	83,155 40	0,565 057	−0,018 578
17 40	0,139 380	−0,315 124	0,250 014	0,968 242	85,655 85	0,565 067	−0,018 589
17 50	0,222 509	−0,296 117	0,250 049	0,968 233	88,156 30	0,565 077	−0,018 599
18 0	0,305 638	−0,277 113	0,250 085	0,968 224	90,656 74	0,565 087	−0,018 608
18 10	0,388 767	−0,258 114	0,250 121	0,968 215	93,157 19	0,565 096	−0,018 617
18 20	0,471 895	−0,239 119	0,250 156	0,968 205	95,657 64	0,565 104	−0,018 625
18 30	0,555 024	−0,220 129	0,250 192	0,968 196	98,158 08	0,565 112	−0,018 633
18 40	0,638 151	−0,201 142	0,250 228	0,968 187	100,658 53	0,565 119	−0,018 640
18 50	0,721 278	−0,182 160	0,250 263	0,968 178	103,158 98	0,565 126	−0,018 647
19 0	0,804 405	−0,163 182	0,250 299	0,968 169	105,659 42	0,565 132	−0,018 653
19 10	0,887 530	−0,144 209	0,250 335	0,968 159	108,159 87	0,565 138	−0,018 659
19 20	0,970 654	−0,125 240	0,250 370	0,968 150	110,660 32	0,565 143	−0,018 664
19 30	1,053 776	−0,106 275	0,250 406	0,968 141	113,160 76	0,565 147	−0,018 668
19 40	1,136 898	−0,087 315	0,250 441	0,968 132	115,661 21	0,565 151	−0,018 672
19 50	1,220 017	−0,068 360	0,250 477	0,968 123	118,161 65	0,565 155	−0,018 676
20 0	1,303 135	−0,049 408	0,250 513	0,968 113	120,662 10	0,565 158	−0,018 679
20 10	1,386 250	−0,030 462	0,250 548	0,968 104	123,162 55	0,565 160	−0,018 681
20 20	1,469 364	−0,011 520	0,250 584	0,968 095	125,662 99	0,565 162	−0,018 683
20 30	1,552 475	0,007 417	0,250 619	0,968 086	128,163 44	0,565 163	−0,018 684
20 40	1,635 584	0,026 350	0,250 655	0,968 076	130,663 88	0,565 164	−0,018 685
20 50	1,718 690	0,045 277	0,250 691	0,968 067	133,164 33	0,565 164	−0,018 685
21 0	1,801 793	0,064 200	0,250 726	0,968 058	135,664 77	0,565 163	−0,018 684

$$\tan f_e = +0,004\,643$$
$$\tan f_i = -0,004\,620$$
$$H' = +0,261\,846 \text{ rd/h}$$
$$d' = +0,000\,221 \text{ rd/h}$$

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					°		
14 0	−1,689 102	−0,734 262	0,249 228	0,968 445	30,645 99	0,564 705	0,018 228
14 10	−1,606 016	−0,715 172	0,249 264	0,968 436	33,146 44	0,564 728	0,018 251
14 20	−1,522 927	−0,696 086	0,249 300	0,968 426	35,646 89	0,564 749	0,018 272
14 30	−1,439 834	−0,677 004	0,249 336	0,968 417	38,147 34	0,564 770	0,018 293
14 40	−1,356 737	−0,657 924	0,249 371	0,968 408	40,647 79	0,564 791	0,018 314
14 50	−1,273 638	−0,638 849	0,249 407	0,968 399	43,148 23	0,564 811	0,018 334
15 0	−1,190 536	−0,619 776	0,249 443	0,968 390	45,648 68	0,564 831	0,018 353
15 10	−1,107 430	−0,600 708	0,249 478	0,968 380	48,149 13	0,564 850	0,018 372
15 20	−1,024 322	−0,581 642	0,249 514	0,968 371	50,649 58	0,564 868	0,018 390
15 30	−0,941 212	−0,562 581	0,249 550	0,968 362	53,150 03	0,564 886	0,018 408
15 40	−0,858 099	−0,543 523	0,249 586	0,968 353	55,650 48	0,564 903	0,018 425
15 50	−0,774 984	−0,524 469	0,249 621	0,968 344	58,150 93	0,564 920	0,018 442
16 0	−0,691 867	−0,505 418	0,249 657	0,968 334	60,651 37	0,564 936	0,018 458
16 10	−0,608 748	−0,486 371	0,249 693	0,968 325	63,151 82	0,564 952	0,018 473
16 20	−0,525 627	−0,467 328	0,249 728	0,968 316	65,652 27	0,564 967	0,018 488
16 30	−0,442 505	−0,448 289	0,249 764	0,968 307	68,152 72	0,564 981	0,018 503
16 40	−0,359 382	−0,429 254	0,249 800	0,968 298	70,653 17	0,564 995	0,018 517
16 50	−0,276 257	−0,410 222	0,249 835	0,968 288	73,153 61	0,565 008	0,018 530
17 0	−0,193 131	−0,391 195	0,249 871	0,968 279	75,654 06	0,565 021	0,018 543
17 10	−0,110 004	−0,372 171	0,249 907	0,968 270	78,154 51	0,565 034	0,018 555
17 20	−0,026 876	−0,353 151	0,249 942	0,968 261	80,654 96	0,565 045	0,018 567
17 30	0,056 252	−0,334 136	0,249 978	0,968 252	83,155 40	0,565 057	0,018 578
17 40	0,139 380	−0,315 124	0,250 014	0,968 242	85,655 85	0,565 067	0,018 589
17 50	0,222 509	−0,296 117	0,250 049	0,968 233	88,156 30	0,565 077	0,018 599
18 0	0,305 638	−0,277 113	0,250 085	0,968 224	90,656 74	0,565 087	0,018 608
18 10	0,388 767	−0,258 114	0,250 121	0,968 215	93,157 19	0,565 096	0,018 617
18 20	0,471 895	−0,239 119	0,250 156	0,968 205	95,657 64	0,565 104	0,018 625
18 30	0,555 024	−0,220 129	0,250 192	0,968 196	98,158 08	0,565 112	0,018 633
18 40	0,638 151	−0,201 142	0,250 228	0,968 187	100,658 53	0,565 119	0,018 640
18 50	0,721 278	−0,182 160	0,250 263	0,968 178	103,158 98	0,565 126	0,018 647
19 0	0,804 405	−0,163 182	0,250 299	0,968 169	105,659 42	0,565 132	0,018 653
19 10	0,887 530	−0,144 209	0,250 335	0,968 159	108,159 87	0,565 138	0,018 659
19 20	0,970 654	−0,125 240	0,250 370	0,968 150	110,660 32	0,565 143	0,018 664
19 30	1,053 776	−0,106 275	0,250 406	0,968 141	113,160 76	0,565 147	0,018 668
19 40	1,136 898	−0,087 315	0,250 441	0,968 132	115,661 21	0,565 151	0,018 672
19 50	1,220 017	−0,068 360	0,250 477	0,968 123	118,161 65	0,565 155	0,018 676
20 0	1,303 135	−0,049 408	0,250 513	0,968 113	120,662 10	0,565 158	0,018 679
20 10	1,386 250	−0,030 462	0,250 548	0,968 104	123,162 55	0,565 160	0,018 681
20 20	1,469 364	−0,011 520	0,250 584	0,968 095	125,662 99	0,565 162	0,018 683
20 30	1,552 475	0,007 417	0,250 619	0,968 086	128,163 44	0,565 163	0,018 684
20 40	1,635 584	0,026 350	0,250 655	0,968 076	130,663 88	0,565 164	0,018 685
20 50	1,718 690	0,045 277	0,250 691	0,968 067	133,164 33	0,565 164	0,018 685
21 0	1,801 793	0,064 200	0,250 726	0,968 058	135,664 77	0,565 163	0,018 684

$$\tan f_1 = +0,004\,643$$
$$\tan f_2 = +0,004\,620$$
$$\mu' = +0,261\,846 \text{ rd/h}$$
$$d' = +0,000\,221 \text{ rd/h}$$

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	−30 37,4	+137 16,3	−31 41,3	+137 0,8	−32 45,7	+136 45,3	4 29,0	...
15 43	−28 5,2	+128 23,9	−29 32,8	+129 31,5	−31 16,0	+131 28,9	4 37,0	7
15 45	−26 32,5	+123 45,3	−27 46,3	+124 8,8	−29 4,4	+124 42,8	4 44,0	12
15 50	−23 57,1	+116 54,1	−25 0,9	+116 52,6	−26 6,5	+116 54,2	4 55,3	20
15 55	−22 0,1	+112 20,7	−22 59,4	+112 10,7	−23 59,9	+112 2,6	5 4,1	26
16 0	−20 21,4	+108 48,7	−21 17,7	+108 34,4	−22 15,0	+108 21,4	5 11,9	31
16 5	−18 54,1	+105 53,1	−19 48,3	+105 36,3	−20 43,3	+105 20,3	5 19,0	35
16 10	−17 34,9	+103 22,1	−18 27,5	+103 3,5	−19 20,8	+102 45,6	5 25,6	39
16 15	−16 22,1	+101 8,8	−17 13,3	+100 49,0	−18 5,2	+100 29,8	5 31,8	42
16 20	−15 14,3	+ 99 8,9	−16 4,4	+ 98 48,3	−16 55,2	+ 98 28,1	5 37,8	45
16 25	−14 10,7	+ 97 19,4	−14 60,0	+ 96 58,2	−15 49,8	+ 96 37,4	5 43,4	48
16 30	−13 10,7	+ 95 38,3	−13 59,3	+ 95 16,7	−14 48,5	+ 94 55,4	5 48,8	51
16 35	−12 14,0	+ 94 3,9	−13 2,0	+ 93 42,0	−13 50,5	+ 93 20,4	5 53,9	53
16 40	−11 20,1	+ 92 35,0	−12 7,6	+ 92 13,0	−12 55,7	+ 91 51,2	5 58,8	56
16 45	−10 28,7	+ 91 10,7	−11 15,9	+ 90 48,6	−12 3,7	+ 90 26,6	6 3,4	58
16 50	− 9 39,8	+ 89 50,2	−10 26,7	+ 89 28,0	−11 14,2	+ 89 6,0	6 7,7	60
16 55	− 8 53,0	+ 88 32,7	− 9 39,8	+ 88 10,5	−10 27,1	+ 87 48,5	6 11,7	62
17 0	− 8 8,3	+ 87 17,7	− 8 55,0	+ 86 55,6	− 9 42,2	+ 86 33,6	6 15,4	64
17 5	− 7 25,5	+ 86 4,7	− 8 12,2	+ 85 42,7	− 8 59,4	+ 85 20,9	6 18,8	66
17 10	− 6 44,7	+ 84 53,3	− 7 31,4	+ 84 31,5	− 8 18,6	+ 84 9,7	6 21,8	67
17 15	− 6 5,6	+ 83 43,1	− 6 52,4	+ 83 21,4	− 7 39,8	+ 82 59,9	6 24,5	68
17 20	− 5 28,3	+ 82 33,7	− 6 15,2	+ 82 12,3	− 7 2,8	+ 81 50,9	6 26,7	69
17 25	− 4 52,6	+ 81 24,8	− 5 39,8	+ 81 3,6	− 6 27,6	+ 80 42,4	6 28,6	70
17 30	− 4 18,7	+ 80 16,1	− 5 6,1	+ 79 55,1	− 5 54,1	+ 79 34,2	6 30,0	70
17 35	− 3 46,4	+ 79 7,2	− 4 34,2	+ 78 46,5	− 5 22,5	+ 78 25,8	6 31,0	70
17 40	− 3 15,8	+ 77 57,8	− 4 3,9	+ 77 37,4	− 4 52,6	+ 77 17,1	6 31,5	70
17 45	− 2 46,8	+ 76 47,7	− 3 35,4	+ 76 27,6	− 4 24,4	+ 76 7,6	6 31,5	69
17 50	− 2 19,6	+ 75 36,5	− 3 8,5	+ 75 16,8	− 3 58,0	+ 74 57,1	6 31,1	68
17 55	− 1 54,0	+ 74 24,0	− 2 43,5	+ 74 4,6	− 3 33,5	+ 73 45,2	6 30,1	67
18 0	− 1 30,3	+ 73 9,7	− 2 20,2	+ 72 50,7	− 3 10,7	+ 72 31,7	6 28,6	66
18 5	− 1 8,3	+ 71 53,3	− 1 58,8	+ 71 34,7	− 2 49,8	+ 71 16,0	6 26,6	64
18 10	− 0 48,3	+ 70 34,4	− 1 39,3	+ 70 16,2	− 2 30,9	+ 69 57,8	6 24,0	62
18 15	− 0 30,2	+ 69 12,5	− 1 21,9	+ 68 54,7	− 2 14,1	+ 68 36,7	6 20,9	60
18 20	− 0 14,2	+ 67 47,2	− 1 6,6	+ 67 29,7	− 1 59,4	+ 67 12,0	6 17,4	58
18 25	− 0 0,5	+ 66 17,7	− 0 53,6	+ 66 0,6	− 1 47,1	+ 65 43,2	6 13,3	56
18 30	+ 0 10,7	+ 64 43,4	− 0 43,0	+ 64 26,6	− 1 37,3	+ 64 9,5	6 8,7	53
18 35	+ 0 19,3	+ 63 3,3	− 0 35,2	+ 62 46,8	− 1 30,3	+ 62 30,0	6 3,6	51
18 40	+ 0 25,0	+ 61 16,4	− 0 30,4	+ 61 0,2	− 1 26,3	+ 60 43,5	5 58,0	48
18 45	+ 0 27,3	+ 59 21,3	− 0 29,0	+ 59 5,1	− 1 25,9	+ 58 48,5	5 52,0	45
18 50	+ 0 25,7	+ 57 15,9	− 0 31,6	+ 56 59,8	− 1 29,5	+ 56 43,0	5 45,4	42
18 55	+ 0 19,6	+ 54 57,8	− 0 38,8	+ 54 41,4	− 1 38,0	+ 54 24,2	5 38,3	39
19 0	+ 0 7,9	+ 52 22,9	− 0 51,9	+ 52 5,9	− 1 52,5	+ 51 47,9	5 30,7	35
19 5	− 0 11,2	+ 49 25,2	− 1 12,6	+ 49 6,8	− 2 15,0	+ 48 47,2	5 22,4	31
19 10	− 0 40,4	+ 45 53,7	− 1 44,1	+ 45 32,7	− 2 48,8	+ 45 9,9	5 13,2	26
19 15	− 1 26,0	+ 41 25,4	− 2 33,0	+ 40 58,4	− 3 41,5	+ 40 28,4	5 2,7	20
19 20	− 2 46,8	+ 34 47,8	− 4 2,0	+ 33 59,6	− 5 20,7	+ 33 1,1	4 49,0	12
19 22	− 3 49,4	+ 30 14,1	− 5 18,7	+ 28 38,0	− 7 10,8	+ 25 41,4	4 40,2	6
Limites	− 5 37,8	+ 22 54,4	− 6 43,5	+ 23 4,3	− 7 49,6	+ 23 13,7	4 32,5	...

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	4 29,0	241	87,8	0,968	···	253	−31 41,3	+137 0,8	·· ·· ···	···	···
15 43	4 37,0	233	88,1	0,969	7	249	−29 32,8	+129 31,5	·· ·· ···	···	···
15 45	4 44,0	226	88,4	0,970	12	246	−27 46,3	+124 8,8	·· ·· ···	···	···
15 50	4 55,3	218	88,7	0,971	20	242	−25 0,9	+116 52,6	14 33 49,2	248	5
15 55	5 4,1	212	89,0	0,972	26	239	−22 59,4	+112 10,7	14 35 5,2	247	3
16 0	5 11,9	208	89,2	0,972	31	237	−21 17,7	+108 34,4	14 36 49,3	246	2
16 5	5 19,0	204	89,4	0,973	35	235	−19 48,3	+105 36,3	14 38 50,1	245	2
16 10	5 25,6	202	89,5	0,973	39	233	−18 27,5	+103 3,5	14 41 2,4	245	1
16 15	5 31,8	199	89,6	0,973	42	231	−17 13,3	+100 49,0	14 43 23,4	244	1
16 20	5 37,8	197	89,7	0,974	45	229	−16 4,4	+ 98 48,3	14 45 51,4	244	0
16 25	5 43,4	195	89,8	0,974	48	227	−14 60,0	+ 96 58,2	14 48 25,2	243	360
16 30	5 48,8	194	89,9	0,974	51	224	−13 59,3	+ 95 16,7	14 51 4,2	243	360
16 35	5 53,9	193	90,0	0,974	53	222	−13 2,0	+ 93 42,0	14 53 47,9	243	360
16 40	5 58,8	192	90,1	0,974	56	219	−12 7,6	+ 92 13,0	14 56 36,0	243	360
16 45	6 3,4	191	90,1	0,975	58	217	−11 15,9	+ 90 48,6	14 59 28,4	242	360
16 50	6 7,7	190	90,2	0,975	60	213	−10 26,7	+ 89 28,0	15 2 24,9	242	360
16 55	6 11,7	190	90,2	0,975	62	210	− 9 39,8	+ 88 10,5	15 5 25,7	242	0
17 0	6 15,4	190	90,2	0,975	64	206	− 8 55,0	+ 86 55,6	15 8 30,7	242	1
17 5	6 18,8	190	90,3	0,975	66	201	− 8 12,2	+ 85 42,7	15 11 40,2	242	1
17 10	6 21,8	190	90,3	0,975	67	196	− 7 31,4	+ 84 31,5	15 14 54,5	242	2
17 15	6 24,5	190	90,3	0,975	68	190	− 6 52,4	+ 83 21,4	15 18 13,7	242	3
17 20	6 26,7	191	90,3	0,975	69	184	− 6 15,2	+ 82 12,3	15 21 38,4	242	4
17 25	6 28,6	191	90,3	0,975	70	178	− 5 39,8	+ 81 3,6	15 25 8,8	242	5
17 30	6 30,0	192	90,3	0,975	70	171	− 5 6,1	+ 79 55,1	15 28 45,6	243	7
17 35	6 31,0	193	90,3	0,975	70	164	− 4 34,2	+ 78 46,5	15 32 29,2	243	9
17 40	6 31,5	194	90,3	0,975	70	157	− 4 3,9	+ 77 37,4	15 36 20,3	243	11
17 45	6 31,5	195	90,3	0,975	69	150	− 3 35,4	+ 76 27,6	15 40 19,8	244	13
17 50	6 31,1	195	90,3	0,975	68	144	− 3 8,5	+ 75 16,8	15 44 28,4	244	16
17 55	6 30,1	196	90,3	0,975	67	139	− 2 43,5	+ 74 4,6	15 48 47,1	244	20
18 0	6 28,6	197	90,2	0,975	66	134	− 2 20,2	+ 72 50,7	15 53 17,0	245	25
18 5	6 26,6	198	90,2	0,975	64	130	− 1 58,8	+ 71 34,7	15 57 59,2	246	30
18 10	6 24,0	200	90,2	0,975	62	126	− 1 39,3	+ 70 16,2	16 2 55,0	246	37
18 15	6 20,9	201	90,1	0,975	60	123	− 1 21,9	+ 68 54,7	16 8 6,0	247	45
18 20	6 17,4	202	90,0	0,974	58	120	− 1 6,6	+ 67 29,7	16 13 33,6	248	55
18 25	6 13,3	203	90,0	0,974	56	118	− 0 53,6	+ 66 0,6	16 19 19,5	249	67
18 30	6 8,7	204	89,9	0,974	53	116	− 0 43,0	+ 64 26,6	16 25 25,5	250	79
18 35	6 3,6	205	89,8	0,974	51	114	− 0 35,2	+ 62 46,8	16 31 53,4	251	92
18 40	5 58,0	207	89,7	0,974	48	113	− 0 30,4	+ 61 0,2	16 38 45,3	252	104
18 45	5 52,0	208	89,6	0,973	45	111	− 0 29,0	+ 59 5,1	16 46 3,0	253	115
18 50	5 45,4	210	89,5	0,973	42	110	− 0 31,6	+ 56 59,8	16 53 48,7	254	124
18 55	5 38,3	212	89,4	0,973	39	109	− 0 38,8	+ 54 41,4	17 2 4,6	255	132
19 0	5 30,7	214	89,2	0,972	35	108	− 0 51,9	+ 52 5,9	17 10 53,4	256	138
19 5	5 22,4	217	89,1	0,972	31	108	− 1 12,6	+ 49 6,8	17 20 19,4	258	144
19 10	5 13,2	221	88,9	0,971	26	107	− 1 44,1	+ 45 32,7	17 30 29,7	259	149
19 15	5 2,7	225	88,6	0,971	20	106	− 2 33,0	+ 40 58,4	17 41 41,8	260	153
19 20	4 49,0	232	88,2	0,970	12	106	− 4 2,0	+ 33 59,6	17 54 59,0	262	158
19 22	4 40,2	238	87,9	0,969	6	105	− 5 18,7	+ 28 38,0	18 2 21,6	263	160
Limites	4 32,5	244	87,6	0,968	···	105	− 6 43,5	+ 23 4,3	18 7 46,7	264	161

CIRCONSTANCES LOCALES SUR LA LIGNE DE CENTRALITÉ

Instant maximum UT	Deuxième contact			Troisième contact			Quatrième contact		
	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*	UT	*P*	*Z*
h m	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
Limites	.. ..	...	...	15 44 19,1	70	193	16 55 35,7	69	197
15 43	15 40 41,5	249	11	15 45 18,6	69	192	17 1 39,3	67	198
15 45	15 42 38,1	248	11	15 47 22,1	68	191	17 8 3,5	66	200
15 50	15 47 32,4	246	10	15 52 27,7	66	191	17 20 10,6	65	203
15 55	15 52 28,0	245	10	15 57 32,2	65	191	17 30 35,3	64	207
16 0	15 57 24,2	245	10	16 2 36,1	64	191	17 40 11,2	64	211
16 5	16 2 20,7	244	11	16 7 39,6	64	192	17 49 14,0	63	216
16 10	16 7 17,4	243	12	16 12 42,9	63	193	17 57 50,4	63	221
16 15	16 12 14,3	243	13	16 17 46,1	63	194	18 6 3,9	63	228
16 20	16 17 11,3	243	14	16 22 49,1	63	195	18 13 56,4	63	234
16 25	16 22 8,5	242	15	16 27 51,9	62	197	18 21 29,0	63	241
16 30	16 27 5,8	242	17	16 32 54,6	62	198	18 28 42,5	63	248
16 35	16 32 3,3	242	19	16 37 57,2	62	201	18 35 37,6	64	256
16 40	16 37 0,9	242	21	16 42 59,6	62	203	18 42 14,7	64	263
16 45	16 41 58,6	242	24	16 48 1,9	62	206	18 48 34,4	64	270
16 50	16 46 56,5	242	27	16 53 4,0	62	210	18 54 37,2	65	276
16 55	16 51 54,4	242	31	16 58 6,0	62	214	19 0 23,8	65	282
17 0	16 56 52,6	243	35	17 3 7,9	63	218	19 5 54,6	66	288
17 5	17 1 50,9	243	39	17 8 9,6	63	223	19 11 10,5	66	293
17 10	17 6 49,4	243	45	17 13 11,1	63	229	19 16 12,0	67	297
17 15	17 11 48,0	244	51	17 18 12,4	64	235	19 20 59,9	68	302
17 20	17 16 46,9	244	57	17 23 13,5	64	242	19 25 34,9	68	306
17 25	17 21 45,9	244	65	17 28 14,4	65	249	19 29 57,8	69	309
17 30	17 26 45,2	245	72	17 33 15,1	65	257	19 34 9,2	70	312
17 35	17 31 44,7	246	80	17 38 15,6	66	265	19 38 9,8	71	315
17 40	17 36 44,4	246	88	17 43 15,8	66	272	19 42 0,4	71	318
17 45	17 41 44,4	247	96	17 48 15,8	67	280	19 45 41,5	72	321
17 50	17 46 44,6	248	103	17 53 15,6	68	287	19 49 13,8	73	323
17 55	17 51 45,1	248	109	17 58 15,1	69	293	19 52 37,8	73	326
18 0	17 56 45,8	249	116	18 3 14,3	69	299	19 55 54,1	74	328
18 5	18 1 46,8	250	121	18 8 13,2	70	304	19 59 3,1	75	330
18 10	18 6 48,0	251	126	18 13 12,0	71	309	20 2 5,3	76	332
18 15	18 11 49,5	252	131	18 18 10,4	72	313	20 5 0,9	76	334
18 20	18 16 51,3	253	135	18 23 8,6	73	317	20 7 50,5	77	336
18 25	18 21 53,3	254	139	18 28 6,5	74	320	20 10 34,0	78	337
18 30	18 26 55,6	254	142	18 33 4,2	75	324	20 13 11,7	78	339
18 35	18 31 58,1	255	145	18 38 1,7	76	327	20 15 43,7	79	341
18 40	18 37 0,9	256	148	18 42 58,9	76	329	20 18 9,7	80	342
18 45	18 42 3,9	257	151	18 47 55,9	77	332	20 20 29,6	80	343
18 50	18 47 7,2	258	154	18 52 52,6	78	334	20 22 42,7	81	345
18 55	18 52 10,7	259	156	18 57 49,0	79	337	20 24 48,0	81	346
19 0	18 57 14,5	260	158	19 2 45,2	80	339	20 26 44,0	82	347
19 5	19 2 18,7	261	160	19 7 41,1	81	341	20 28 27,8	82	348
19 10	19 7 23,3	262	162	19 12 36,5	82	343	20 29 53,9	83	349
19 15	19 12 28,6	262	164	19 17 31,3	83	344	20 30 50,4	84	350
19 20	19 17 35,5	263	166	19 22 24,4	83	346	.. ..	...	...
19 22	19 19 39,8	264	167	19 24 20,1	84	347	.. ..	...	...
Limites	19 20 22,9	264	167	.. ..	...	...	.. ..	...	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
BRÉSIL

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	−12 9	+ 38 21	ALAGOINHAS	·· ···	19 11 39,8	63,4	0,720	16	109
2	− 3 13	+ 52 15	ALTAMIRA	·· ···	18 58 18,8	85,6	0,906	35	110
3	−16 19	+ 48 58	ANAPOLIS	·· ···	18 52 47,1	45,6	0,566	28	117
4	−10 54	+ 37 7	ARACAJU	·· ···	19 13 45,3	68,2	0,760	14	108
5	−21 12	+ 50 24	ARACATUBA	·· ···	18 43 44,3	32,5	0,444	28	121
6	−21 46	+ 48 8	ARARAQUARA	·· ···	18 47 28,9	31,7	0,436	26	119
7	−31 22	+ 54 6	BAGE	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
8	−22 19	+ 49 7	BAURU	·· ···	18 44 48,8	30,1	0,421	27	121
9	− 1 27	+ 48 29	BELEM	5 16,9	19 5 53,0	89,0	0,967	30	108
10	−19 54	+ 43 54	BELO HORIZONTE	·· ···	18 57 1,8	37,8	0,495	21	115
11	−26 55	+ 49 7	BLUMENAU	·· ···	18 38 0,3	20,2	0,319	25	124
12	− 2 51	+ 60 43	BOA VISTA	·· ···	18 38 48,8	86,0	0,908	47	115
13	−10 59	+ 68 45	BRASILEIA	·· ···	18 3 3,9	63,7	0,720	56	138
14	−15 45	+ 47 57	BRASILIA	·· ···	18 55 17,4	47,6	0,583	26	116
15	−20 51	+ 41 7	CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM	·· ···	18 59 42,3	36,6	0,484	18	114
16	− 7 15	+ 35 50	CAMPINA GRANDE	·· ···	19 17 10,4	81,0	0,868	13	107
17	−22 54	+ 47 6	CAMPINAS	·· ···	18 47 49,6	29,3	0,413	24	119
18	− 8 44	+ 59 14	CAMPO GRANDE	·· ···	18 37 10,9	66,8	0,747	43	120
19	−21 46	+ 41 21	CAMPOS	·· ···	18 58 15,4	34,2	0,461	18	114
20	− 7 20	+ 47 25	CAROLINA	·· ···	19 3 57,8	73,9	0,807	27	111
21	− 8 15	+ 35 55	CARUARU	·· ···	19 16 31,2	77,7	0,840	13	107
22	− 4 53	+ 43 20	CAXIAS	·· ···	19 11 13,5	84,0	0,893	23	108
23	− 8 15	+ 49 15	CONCEICAO DO ARAGUAIA	·· ···	19 0 11,8	70,1	0,776	30	112
24	− 7 30	+ 38 28	CONCEICAO PARAIBA	·· ···	19 14 51,1	78,4	0,846	16	108
25	−19 0	+ 57 35	CORUMBA	·· ···	18 29 6,5	37,3	0,489	38	127
26	−15 32	+ 56 5	CUIABA	·· ···	18 37 48,0	46,5	0,573	37	122
27	−25 25	+ 49 25	CURITIBA	·· ···	18 39 41,6	23,2	0,351	26	123
28	−20 8	+ 44 55	DIVINOPOLIS	·· ···	18 55 11,1	36,8	0,485	22	116
29	−22 9	+ 54 52	DOURADOS	·· ···	18 31 57,5	29,7	0,417	34	126
30	−18 10	+ 57 28	DOURADOS	·· ···	18 30 35,4	39,4	0,509	38	126
31	−12 17	+ 38 53	FEIRA DE SANTANA	·· ···	19 11 1,9	62,6	0,713	16	109
32	−27 35	+ 48 31	FLORIANOPOLIS	·· ···	18 38 10,2	19,1	0,306	25	123
33	− 3 45	+ 38 35	FORTALEZA	3 37,8	19 16 44,0	88,4	0,950	17	106
34	−20 33	+ 47 27	FRANCA	·· ···	18 50 22,2	34,9	0,467	25	118
35	−16 43	+ 49 18	GOIANIA	·· ···	18 51 41,1	44,4	0,555	28	117
36	−15 57	+ 50 7	GOIAS	·· ···	18 50 59,0	46,3	0,572	29	117
37	−18 51	+ 41 57	GOVERNADOR VALADERES	·· ···	19 1 0,5	41,5	0,529	19	113
38	− 7 6	+ 34 53	JOAO PESSOA	·· ···	19 17 56,2	82,2	0,878	12	107
39	−26 20	+ 48 55	JOINVILLE	·· ···	18 39 18,8	21,4	0,332	25	123
40	− 9 25	+ 40 30	JUAZEIRO	·· ···	19 11 34,2	70,8	0,782	18	109
41	− 7 10	+ 39 18	JUAZEIRO DO NORTE	·· ···	19 14 16,5	79,0	0,850	17	108
42	−21 47	+ 50 20	JUIZ DE FORA	·· ···	18 43 4,2	31,1	0,431	28	121

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
BRÉSIL

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	17 43 37,9	276	159	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
2	17 8 29,8	260	137	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 25 28,7	78	341
3	17 16 6,6	282	148	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 11 33,4	57	307
4	17 46 23,7	274	159	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
5	17 13 3,3	289	148	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 59 14,6	48	292
6	17 20 14,2	291	153	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 0 21,6	48	292
7	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
8	17 17 34,7	292	152	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 57 52,7	47	290
9	17 22 5,5	258	145	19 3 14,4	270	169	19 8 31,3	72	332	20 28 42,7	82	348
10	17 31 1,7	288	158	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 8 33,5	53	301
11	17 20 28,0	299	156	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 44 44,5	38	276
12	16 37 15,3	255	104	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 17 4,1	76	336
13	15 59 38,4	262	64	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 52 39,8	60	306
14	17 19 10,6	281	149	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 13 31,3	58	310
15	17 37 39,7	290	162	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 8 31,2	53	300
16	17 50 6,8	268	158	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
17	17 23 40,6	293	156	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 58 34,6	46	290
18	16 39 0,2	266	112	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 12 42,0	66	320
19	17 37 21,3	291	162	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 6 21,0	51	298
20	17 22 0,3	268	147	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 25 29,9	73	333
21	17 49 33,3	269	159	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
22	17 34 33,7	264	152	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 29 12,0	79	343
23	17 15 56,6	269	144	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 23 24,0	71	329
24	17 44 48,0	268	157	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
25	16 46 1,2	283	126	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 55 4,9	49	292
26	16 50 49,4	278	128	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 5 8,1	56	304
27	17 18 30,7	297	154	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 48 55,0	41	280
28	17 28 30,7	289	157	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 7 14,3	52	300
29	16 58 12,7	289	138	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 50 50,7	45	286
30	16 46 7,7	282	126	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 57 18,0	51	295
31	17 42 30,0	276	159	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
32	17 22 39,8	300	158	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 43 25,4	37	275
33	17 46 20,2	262	155	19 14 55,3	306	207	19 18 33,1	40	301	.. ..	...	...
34	17 21 44,1	289	153	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 3 59,8	50	296
35	17 15 7,4	282	147	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 10 27,9	56	306
36	17 12 22,1	281	145	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 11 10,1	57	307
37	17 35 29,5	287	160	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 12 4,6	56	305
38	17 51 54,4	267	159	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
39	17 20 36,3	298	156	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 46 48,0	40	278
40	17 39 40,2	272	156	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 26 29,8	72	332
41	17 43 8,9	268	156	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
42	17 13 32,9	290	149	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 57 50,3	47	290

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
BRÉSIL

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	−27 48	+ 50 20	LAJES......................	·· ···	18 34 3,9	18,4	0,298	27	125
2	−23 18	+ 51 13	LONDRINA	·· ···	18 39 0,1	27,4	0,395	29	123
3	+ 0 4	+ 51 4	MACAPA..................	·· ···	19 2 20,3	89,1	0,942	34	107
4	− 9 40	+ 35 44	MACEIO	·· ···	19 15 45,0	73,2	0,802	13	107
5	+ 3 6	+ 60 0	MANAUS..................	·· ···	18 45 6,7	81,8	0,871	47	108
6	− 5 23	+ 49 10	MARABA	·· ···	19 2 28,2	79,6	0,854	30	110
7	−22 13	+ 49 58	MARILIA	·· ···	18 43 13,7	30,2	0,421	28	121
8	−23 26	+ 52 2	MARINGA	·· ···	18 36 58,2	27,0	0,390	30	124
9	−15 5	+ 59 57	MATO GROSSO............	·· ···	18 27 28,9	47,9	0,586	43	127
10	−16 45	+ 43 52	MONTES CLAROS.........	·· ···	19 0 44,0	46,4	0,573	21	113
11	− 5 10	+ 37 18	MOSSORO	·· ···	19 17 8,7	86,6	0,917	15	107
12	− 5 35	+ 42 37	NATAL.....................	·· ···	19 11 40,9	82,2	0,877	22	108
13	− 2 58	+ 41 46	PARNAIBA	4 14,8	19 13 59,2	88,6	0,955	21	107
14	−28 16	+ 52 20	PASSO FUNDO	·· ···	18 28 48,9	17,3	0,287	29	128
15	−31 45	+ 52 20	PELOTAS..................	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
16	−25 7	+ 50 9	PONTA GROSSA	·· ···	18 38 37,0	23,7	0,356	27	123
17	− 8 58	+ 67 48	PORTO ALEGRE..........	·· ···	18 9 18,7	69,1	0,766	56	133
18	−13 48	+ 40 46	PORTO VELHO............	·· ···	19 7 41,6	56,8	0,663	18	111
19	−22 9	+ 51 24	PRESIDENTE PRUDENTE	·· ···	18 40 15,2	30,0	0,420	29	123
20	− 8 6	+ 34 53	RECIFE....................	·· ···	19 17 21,7	78,9	0,850	12	107
21	−24 39	+ 49 0	RIBEIRA..................	·· ···	18 41 41,1	24,9	0,369	26	122
22	−21 9	+ 47 48	RIBEIRAO PRETO	·· ···	18 48 56,2	33,3	0,452	25	119
23	− 9 59	+ 67 49	RIO BRANCO.............	·· ···	18 7 52,4	66,0	0,740	55	134
24	−22 19	+ 47 35	RIO CLARO................	·· ···	18 47 45,2	30,5	0,425	25	119
25	−22 53	+ 43 17	RIO DE JANEIRO	·· ···	18 54 6,4	30,6	0,426	20	116
26	−32 3	+ 52 8	RIO GRANDE..............	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
27	−12 58	+ 38 29	SALVADOR	·· ···	19 10 51,4	60,8	0,697	16	109
28	−23 8	+ 45 52	SAN JOSE DOS CAMPOS .	·· ···	18 49 39,9	29,1	0,411	23	118
29	−29 40	+ 53 52	SANTA MARIA	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
30	− 2 26	+ 54 41	SANTAREM................	·· ···	18 53 52,7	87,5	0,922	38	111
31	−23 56	+ 46 22	SANTOS	·· ···	18 47 40,5	27,1	0,392	23	119
32	−20 50	+ 49 20	SAO JOSE DO RIO PRETO	·· ···	18 46 25,1	33,6	0,455	27	120
33	− 4 22	+ 56 2	SAO LUIS	·· ···	18 49 26,5	81,1	0,866	40	113
34	−23 33	+ 46 39	SAO PAULO	·· ···	18 47 43,2	27,9	0,399	23	119
35	− 3 45	+ 40 20	SOBRAL	·· ···	19 15 6,3	88,5	0,940	19	107
36	−23 0	+ 45 36	TAUBATE..................	·· ···	18 50 18,0	29,5	0,415	22	118
37	−17 52	+ 41 31	TEOFILO OTONI..........	·· ···	19 2 40,7	44,5	0,555	18	113
38	− 5 9	+ 42 46	TERESINA.................	·· ···	19 11 45,2	83,5	0,888	22	108
39	−19 47	+ 47 57	UBERABA	·· ···	18 50 27,0	36,6	0,484	26	118
40	−18 57	+ 48 17	UBERLANDIA	·· ···	18 50 53,5	38,7	0,503	26	118
41	− 2 52	+ 52 0	VITORIA...................	·· ···	18 59 0,9	86,8	0,916	34	110

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
BRÉSIL

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	17 17 38,9	300	155	...	...	...	...	...	...	19 40 15,8	36	272
2	17 11 34,0	293	148	...	...	...	...	...	...	19 52 40,9	44	285
3	17 15 9,6	255	140	...	...	...	...	...	...	20 27 41,8	84	350
4	17 49 23,0	272	160	...	...	...	...	...	...	...	...	...
5	16 47 24,5	246	115	...	...	...	...	...	...	20 20 21,1	86	353
6	17 17 26,2	264	144	...	...	...	...	...	...	20 26 6,4	75	337
7	17 14 55,3	291	150	...	...	...	...	...	...	19 57 9,0	46	290
8	17 8 58,5	293	147	...	...	...	...	...	...	19 51 13,9	44	284
9	16 35 11,2	275	113	...	...	...	...	...	...	20 0 28,9	55	302
10	17 30 38,7	283	156	...	...	...	...	...	...	20 14 47,1	58	310
11	17 48 14,3	264	157	...	...	...	...	...	...	...	...	...
12	17 36 2,9	265	153	...	...	...	...	...	...	20 28 59,2	78	341
13	17 39 33,1	261	153	19 11 51,9	296	197	19 16 6,7	49	310	20 30 32,7	83	349
14	17 11 55,9	300	151	...	...	...	...	...	...	19 35 46,7	35	269
15	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
16	17 16 6,5	296	152	...	...	...	...	...	...	19 48 51,7	41	281
17	16 4 21,6	260	65	...	...	...	...	...	...	19 58 8,5	64	313
18	17 38 9,5	279	158	...	...	...	...	...	...	20 21 11,1	65	320
19	17 10 17,7	291	147	...	...	...	...	...	...	19 55 34,3	46	288
20	17 51 29,3	269	159	...	...	...	...	...	...	...	...	...
21	17 19 13,9	295	154	...	...	...	...	...	...	19 51 39,8	43	283
22	17 20 57,0	290	153	...	...	...	...	...	...	20 2 13,3	49	294
23	16 3 43,8	261	66	...	...	...	...	...	...	19 56 23,6	62	310
24	17 22 3,6	292	154	...	...	...	...	...	...	19 59 33,6	47	291
25	17 33 21,2	293	161	...	...	...	...	...	...	20 2 14,1	48	293
26	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27	17 43 11,9	277	160	...	...	...	...	...	...	...	...	...
28	17 27 5,3	293	158	...	...	...	...	...	...	19 59 14,1	47	290
29	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
30	17 0 29,1	258	131	...	...	...	...	...	...	20 23 56,6	78	341
31	17 26 9,0	295	158	...	...	...	...	...	...	19 56 37,8	45	287
32	17 16 14,5	289	150	...	...	...	...	...	...	20 1 21,6	49	294
33	16 53 59,8	260	126	...	...	...	...	...	...	20 21 17,9	75	335
34	17 25 12,5	294	157	...	...	...	...	...	...	19 57 21,1	45	288
35	17 42 28,7	262	154	...	...	...	...	...	...	20 30 29,8	82	348
36	17 27 43,3	293	158	...	...	...	...	...	...	19 59 50,3	47	291
37	17 36 22,8	285	159	...	...	...	...	...	...	20 14 12,5	58	309
38	17 35 52,8	265	153	...	...	...	...	...	...	20 29 12,9	78	342
39	17 20 1,5	288	152	...	...	...	...	...	...	20 5 16,1	52	298
40	17 18 46,8	286	151	...	...	...	...	...	...	20 6 47,8	53	300
41	17 9 36,6	260	138	...	...	...	...	...	...	20 25 52,3	79	342

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
BOLIVIE

	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	−17 26	+ 66 10	COCHABAMBA	.. ...	18 3 22,0	43,9	0,549	49	140
2	−16 15	+ 62 8	CONCEPCION.............	.. ...	18 19 1,4	45,3	0,562	45	131
3	−16 30	+ 68 10	LA PAZ....................	.. ...	17 57 19,9	47,6	0,582	52	144
4	−13 22	+ 64 7	MAGDALENA	.. ...	18 16 20,2	54,0	0,638	49	131
5	−17 59	+ 67 8	ORURO....................	.. ...	17 59 1,5	43,0	0,541	50	143
6	−19 34	+ 65 45	POTOSI....................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
7	−20 25	+ 66 41	PULACAYO	.. ...	.. ..	...	...	..	...
8	−10 59	+ 66 6	RIBERALTA	.. ...	18 12 39,7	62,0	0,706	53	132
9	−16 23	+ 60 59	SAN IGNACIO.............	.. ...	18 22 32,3	44,6	0,556	43	130
10	−17 53	+ 60 45	SAN JOSE DE CHIQUITOS	.. ...	18 21 11,4	40,6	0,520	43	131
11	−17 45	+ 63 14	SANTA CRUZ..............	.. ...	18 13 14,3	41,7	0,529	46	135
12	−19 5	+ 65 15	SUCRE.....................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
13	−21 33	+ 64 45	TARIJA....................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
14	−14 46	+ 64 50	TRINIDAD.................	.. ...	18 11 55,9	50,3	0,607	49	134
15	−21 27	+ 65 45	TUPIZA....................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
16	−22 0	+ 63 43	YACUIBA..................	.. ...	.. ..	...	...	..	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
BOLIVIE

	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	16 9 44,4	274	88	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 43 44,7	50	289
2	16 26 18,3	275	105	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 54 16,0	53	297
3	16 1 19,3	271	78	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 41 53,3	51	290
4	16 17 45,5	269	91	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 57 2,0	57	303
5	16 5 56,2	274	85	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 40 19,4	49	287
6	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
7	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
8	16 10 7,4	264	77	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 57 57,9	61	308
9	16 31 9,0	276	110	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 55 55,5	53	297
10	16 32 36,4	279	113	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 52 44,6	51	293
11	16 22 8,2	277	102	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 48 39,6	50	291
12	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
13	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
14	16 14 46,6	271	90	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 52 43,1	55	298
15	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
16	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
COLOMBIE

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	+ 5 36	+ 75 30	AGUADAS	.. ...	18 1 12,0	65,5	0,735	72	121
2	+ 7 4	+ 70 41	ARAUCA	.. ...	18 18 10,4	64,6	0,728	65	109
3	+11 10	+ 74 50	BARRANQUILLA...	.. ...	.. ..	...	...	..	...
4	+ 6 20	+ 75 41	BELLO.............	.. ...	18 1 30,2	62,8	0,713	73	120
5	+ 4 31	+ 69 40	BISINACA	.. ...	18 18 52,3	74,0	0,806	63	113
6	+ 4 38	+ 74 5	BOGOTA	.. ...	18 4 42,2	70,1	0,774	70	121
7	+ 7 8	+ 73 10	BUCARAMANGA...	.. ...	18 10 30,9	62,5	0,710	69	112
8	+ 3 54	+ 77 2	BUENAVENTURA ..	.. ...	17 53 50,2	69,4	0,768	74	132
9	+ 3 53	+ 76 17	BUGA...............	.. ...	17 56 21,7	70,3	0,775	73	129
10	+10 16	+ 74 55	CALAMAR..........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
11	+ 3 24	+ 76 30	CALI................	.. ...	17 54 58,3	71,7	0,787	73	132
12	+ 9 46	+ 75 6	CARMEN	.. ...	.. ..	...	...	..	...
13	+10 24	+ 75 33	CARTAGENA	.. ...	.. ..	...	...	..	...
14	+11 1	+ 74 15	CIENAGA...........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
15	+11 1	+ 74 15	CIENAGA...........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
16	+ 6 18	+ 73 27	CONTRATACION...	.. ...	18 8 42,3	65,1	0,731	69	115
17	+ 7 55	+ 72 31	CUCUTA............	.. ...	18 13 21,4	60,3	0,692	68	109
18	+ 2 14	+ 75 37	GARZON............	.. ...	17 56 25,4	76,6	0,827	71	132
19	+ 4 25	+ 75 20	IBAGUE	.. ...	18 0 15,9	69,6	0,769	72	125
20	+ 6 7	+ 68 49	LA VENTUROSA ...	.. ...	18 22 58,5	69,0	0,764	62	109
21	− 4 9	+ 69 57	LETICIA............	.. ...	18 7 57,8	85,9	0,905	61	130
22	+ 9 14	+ 75 50	LORICA	.. ...	18 4 26,2	53,0	0,629	74	110
23	+ 5 3	+ 75 32	MANIZALES........	.. ...	18 0 24,0	67,3	0,750	72	123
24	+ 6 15	+ 75 36	MEDELLIN	.. ...	18 1 40,5	63,2	0,716	73	120
25	+ 8 45	+ 75 54	MONTERIA.........	.. ...	18 3 40,7	54,5	0,642	74	112
26	+ 8 45	+ 75 54	MONTERIA.........	.. ...	18 3 40,7	54,5	0,642	74	112
27	+ 2 58	+ 75 15	NEIVA	.. ...	17 58 39,9	74,5	0,810	71	129
28	+ 3 33	+ 76 17	PALMIRA...........	.. ...	17 55 54,9	71,5	0,785	73	131
29	+ 7 24	+ 72 38	PAMPLONA	.. ...	18 12 28,2	62,0	0,706	68	111
30	+ 1 12	+ 77 17	PASTO..............	.. ...	17 49 9,4	78,0	0,839	73	142
31	+ 4 47	+ 75 46	PEREIRA	.. ...	17 59 16,9	67,9	0,755	73	125
32	+ 2 27	+ 76 32	POPAYAN	.. ...	17 53 33,0	74,8	0,812	73	135
33	− 2 9	+ 71 1	PUERTO ALFONSO	6 3,1	18 6 45,8	90,2	0,966	63	129
34	+ 6 8	+ 69 27	PUERTO CARRENO	.. ...	18 21 4,4	68,6	0,761	63	110
35	+ 0 8	+ 75 53	PUERTO OSPINA ..	.. ...	17 52 33,9	83,2	0,882	71	139
36	+ 5 40	+ 76 38	QUIBDO	.. ...	17 57 32,2	64,0	0,723	74	125
37	+11 34	+ 72 58	RIOHACHA.........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
38	− 2 18	+ 73 2	SAN CRISTOBAL...	6 26,7	17 59 22,3	90,2	0,972	66	135
39	+ 0 8	+ 75 53	SAN MIGUEL.......	.. ...	17 52 33,9	83,2	0,882	71	139
40	+11 18	+ 74 10	SANTA MARTA.....	.. ...	.. ..	...	...	..	...
41	+ 3 0	+ 76 25	SANTANDER.......	.. ...	17 54 42,6	73,1	0,799	73	133
42	+ 4 16	+ 75 58	SEVILLA............	.. ...	17 57 56,4	69,4	0,768	73	127

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
COLOMBIE

	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	16 1 5,5	230	351	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 53 3,3	87	350
2	16 18 35,5	232	16	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 3 26,2	90	358
3	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
4	16 2 26,6	229	348	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 52 30,2	89	352
5	16 16 1,3	237	31	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 5 48,4	86	351
6	16 2 43,9	233	0	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 56 28,1	86	348
7	16 11 25,0	230	357	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 58 12,7	90	356
8	15 52 56,6	232	351	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 49 4,6	85	344
9	15 54 53,3	232	353	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 51 1,3	85	344
10	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
11	15 53 12,4	233	354	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 50 22,2	84	343
12	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
13	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
14	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
15	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
16	16 8 31,3	231	358	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 57 47,4	89	354
17	16 15 17,5	230	359	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 59 20,3	92	359
18	15 53 5,7	236	1	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 52 15,8	82	340
19	15 58 42,6	232	355	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 53 27,9	85	347
20	16 22 15,1	235	38	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 7 13,5	89	356
21	16 0 41,9	250	44	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 0 22,2	71	325
22	16 9 57,7	224	336	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 50 59,1	94	2
23	15 59 39,7	231	352	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 52 59,8	87	348
24	16 2 27,2	229	348	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 52 43,4	89	352
25	16 8 24,3	225	338	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 51 5,8	93	360
26	16 8 24,3	225	338	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 51 5,8	93	360
27	15 55 41,2	235	360	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 53 24,8	83	342
28	15 54 7,7	233	354	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 50 57,6	84	343
29	16 13 37,6	230	360	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 59 17,4	91	357
30	15 46 23,9	236	358	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 47 28,8	80	335
31	15 58 23,4	231	352	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 52 24,8	86	347
32	15 51 1,6	234	357	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 50 0,5	82	340
33	15 59 37,9	246	34	18 3 44,3	270	143	18 9 47,4	51	285	20 0 6,7	75	330
34	16 20 15,3	235	31	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 6 3,3	89	355
35	15 48 11,0	238	5	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 50 30,5	78	333
36	15 58 15,8	229	346	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 50 11,3	88	350
37	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
38	15 52 43,8	245	24	17 56 9,0	243	109	18 2 35,7	75	304	19 55 30,1	74	328
39	15 48 11,0	238	5	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 50 30,5	78	333
40	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
41	15 52 32,3	234	355	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 50 29,0	83	341
42	15 56 37,8	232	353	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 51 52,5	85	346

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
COLOMBIE

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	+ 9 17	+ 75 23	SINCELEJO	.. ...	18 5 53,7	53,3	0,632	73	109
2	+ 6 30	+ 73 16	SOCORRO	.. ...	18 9 30,8	64,5	0,727	69	114
3	+ 0 45	+ 69 26	TERESITA	.. ...	18 15 39,8	86,8	0,913	62	120
4	+ 4 5	+ 76 12	TULUA	.. ...	17 56 54,6	69,8	0,771	73	129
5	+ 1 51	+ 78 46	TUMACO	.. ...	17 44 55,9	74,0	0,806	75	148
6	+ 5 33	+ 73 23	TUNJA	.. ...	18 8 4,5	67,7	0,753	69	117
7	+ 1 6	+ 77 37	TUQUERRES ...	.. ...	17 47 50,4	77,9	0,838	73	144
8	+10 31	+ 73 16	VALLEDUPAR ..	.. ...	.. ..	...	...	..	...
9	+ 4 9	+ 73 38	VILLAVICENCIO	.. ...	18 5 36,9	72,2	0,791	69	121
10	+ 6 59	+ 75 25	YARUMAL	.. ...	18 3 9,3	60,9	0,697	73	117

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
COLOMBIE

	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	16 11 14,9	225	338	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	19 52 3,7	94	2
2	16 9 32,5	231	359	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	19 58 9,5	89	354
3	16 9 37,4	243	38	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	20 5 18,6	80	340
4	15 55 34,5	232	353	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	19 51 15,8	85	345
5	15 43 55,6	233	351	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	19 43 43,1	81	336
6	16 6 53,9	232	1	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	19 58 2,8	87	351
7	15 45 18,7	235	357	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	19 46 31,7	80	335
8	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
9	16 2 56,4	234	4	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	19 57 28,4	85	347
10	16 4 50,1	228	346	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	19 53 0,5	90	355

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS ÉQUATEUR

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 18	+ 78 39	AMBATO..........	·· ···	17 40 33,2	84,3	0,891	73	156
2	+ 0 2	+ 78 8	CAYAMBE.........	·· ···	17 44 25,7	80,7	0,861	73	150
3	− 2 54	+ 79 0	CUENCA..........	·· ···	17 36 48,1	88,6	0,929	72	162
4	+ 0 56	+ 79 40	ESMERALDAS....	·· ···	17 40 24,2	75,7	0,820	75	156
5	− 2 13	+ 79 54	GUAYAQUIL......	·· ···	17 34 38,9	85,4	0,901	73	165
6	+ 0 23	+ 78 5	IBARRA...........	·· ···	17 45 7,9	79,7	0,853	73	149
7	+ 0 50	+ 76 54	LAGO AGRIO.....	·· ···	17 49 58,4	79,7	0,853	72	141
8	− 3 59	+ 79 16	LOJA..............	3 25,5	17 34 7,9	90,4	0,954	71	165
9	− 3 20	+ 79 57	MACHALA........	·· ···	17 32 41,8	88,6	0,929	72	168
10	− 0 59	+ 80 44	MANTA............	·· ···	17 33 39,3	80,3	0,858	74	168
11	− 1 7	+ 80 28	PORTOVIEJO.....	·· ···	17 34 22,9	81,2	0,865	74	167
12	− 3 19	+ 79 59	PUERTO BOLIVAR	·· ···	17 32 36,2	88,5	0,928	72	168
13	− 0 14	+ 78 30	QUITO.............	·· ···	17 42 43,4	81,1	0,864	73	153
14	− 1 44	+ 78 40	RIOBAMBA.......	·· ···	17 39 49,3	85,6	0,902	72	157
15	− 1 44	+ 78 40	RIO BAMBA.......	·· ···	17 39 49,3	85,6	0,902	72	157
16	+ 1 15	+ 78 51	SAN LORENZO....	·· ···	17 43 44,5	75,8	0,821	75	150

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS GUYANA

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	+ 4 0	+ 58 35	APOTERI..........	·· ···	18 48 59,7	78,6	0,845	45	107
2	+ 5 53	+ 57 10	CORRIVERTON....	·· ···	18 52 59,5	71,8	0,788	43	104
3	+ 6 46	+ 58 10	GEORGETOWN....	·· ···	18 51 11,3	68,8	0,764	45	104
4	+ 5 16	+ 58 4	KWAKWANI........	·· ···	18 50 46,7	74,1	0,807	45	105
5	+ 5 59	+ 58 19	LINDEN............	·· ···	18 50 32,3	71,6	0,787	45	105
6	+ 6 34	+ 57 50	MAHAICONY......	·· ···	18 51 49,9	69,5	0,769	44	104
7	+ 7 31	+ 58 38	MARLBOROUGH..	·· ···	18 50 27,4	66,2	0,742	46	103
8	+ 8 14	+ 59 45	MORAWHANNA...	·· ···	18 48 14,9	63,8	0,721	47	102
9	+ 6 18	+ 57 30	NEW AMSTERDAM	·· ···	18 52 26,7	70,4	0,777	44	104
10	+ 2 45	+ 57 30	ORONOQUE.......	·· ···	18 50 48,4	82,8	0,880	43	107
11	+ 6 13	+ 57 19	R0SEHALL.........	·· ···	18 52 48,2	70,6	0,779	44	104

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
ÉQUATEUR

n°	1er contact			2e contact			3e contact			4e 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	15 38 2,0	238	0	... ...	...	...	... ...	...	...	19 41 59,0	76	326
2	15 41 50,9	237	358	... ...	...	...	... ...	...	...	19 44 27,5	78	331
3	15 34 24,7	240	3	... ...	...	...	... ...	...	...	19 39 27,2	73	321
4	15 39 46,7	234	351	... ...	...	...	... ...	...	...	19 40 39,9	80	332
5	15 33 15,4	238	359	... ...	...	...	... ...	...	...	19 37 31,8	75	322
6	15 42 39,4	236	357	... ...	...	...	... ...	...	...	19 44 49,6	79	332
7	15 46 41,8	236	360	... ...	...	...	... ...	...	...	19 48 17,9	79	334
8	15 32 2,4	242	6	17 32 25,3	187	21	17 35 50,8	124	320	19 37 28,0	72	317
9	15 31 17,7	240	2	... ...	...	...	... ...	...	...	19 36 12,9	73	318
10	15 33 26,8	236	354	... ...	...	...	... ...	...	...	19 36 9,0	77	325
11	15 33 49,9	236	355	... ...	...	...	... ...	...	...	19 36 50,6	76	325
12	15 31 14,2	240	2	... ...	...	...	... ...	...	...	19 36 8,1	73	318
13	15 40 23,1	237	358	... ...	...	...	... ...	...	...	19 43 14,9	78	330
14	15 37 13,6	239	1	... ...	...	...	... ...	...	...	19 41 33,1	75	325
15	15 37 13,6	239	1	... ...	...	...	... ...	...	...	19 41 33,1	75	325
16	15 42 26,9	234	353	... ...	...	...	... ...	...	...	19 43 11,3	80	334

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
GUYANA

n°	1er contact			2e contact			3e contact			4e 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	16 53 51,9	246	123	... ...	...	...	... ...	...	...	20 21 52,7	88	356
2	17 1 45,3	243	130	... ...	...	...	... ...	...	...	20 22 52,4	92	2
3	16 59 48,7	241	129	... ...	...	...	... ...	...	...	20 21 36,7	93	4
4	16 57 39,4	244	127	... ...	...	...	... ...	...	...	20 22 11,8	90	360
5	16 57 57,7	243	127	... ...	...	...	... ...	...	...	20 21 45,2	91	2
6	17 0 36,3	242	130	... ...	...	...	... ...	...	...	20 22 0,7	93	4
7	16 59 33,5	240	129	... ...	...	...	... ...	...	...	20 20 48,6	94	6
8	16 57 8,6	238	127	... ...	...	...	... ...	...	...	20 19 16,7	95	7
9	17 1 17,7	243	130	... ...	...	...	... ...	...	...	20 22 25,5	92	3
10	16 55 56,5	248	125	... ...	...	...	... ...	...	...	20 22 58,9	86	353
11	17 1 47,0	243	130	... ...	...	...	... ...	...	...	20 22 37,4	92	3

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
GUYANE FRANÇAISE

	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	+ 3 12	+ 52 19	CAMOPI	·· ···	19 1 27,6	79,9	0,856	36	106
2	+ 4 55	+ 52 18	CAYENNE	·· ···	19 2 4,1	73,9	0,806	36	104
3	+ 4 19	+ 54 24	GRAND-SANTI	·· ···	18 58 0,1	76,7	0,829	39	105
4	+ 5 28	+ 53 15	IRACOUBO	·· ···	19 0 32,7	72,3	0,793	38	104
5	+ 5 8	+ 52 37	KOUROU	·· ···	19 1 34,6	73,2	0,801	37	104
6	+ 5 40	+ 53 49	MANA	·· ···	18 59 34,2	71,8	0,788	38	104
7	+ 3 43	+ 54 4	MARIPASOULA	·· ···	18 58 24,8	78,7	0,846	38	106
8	+ 4 54	+ 52 36	MONTSINERY .	·· ···	19 1 32,1	74,0	0,808	37	104
9	+ 4 11	+ 51 40	OUANARY	·· ···	19 2 56,1	76,2	0,826	35	105
10	+ 4 20	+ 52 7	REGINA	·· ···	19 2 12,4	75,9	0,823	36	105
11	+ 4 52	+ 52 16	REMIRE	·· ···	19 2 6,7	74,0	0,808	36	104
12	+ 4 44	+ 52 16	ROURA	·· ···	19 2 4,2	74,5	0,811	36	105
13	+ 3 32	+ 53 15	SAUL...........	·· ···	18 59 53,1	79,0	0,849	37	106
14	+ 5 28	+ 53 0	SINNAMARY...	·· ···	19 0 59,7	72,2	0,792	37	104
15	+ 4 50	+ 52 21	ST-ELIE........	·· ···	19 1 57,3	74,2	0,809	36	104
16	+ 3 55	+ 51 49	ST-GEORGES ..	·· ···	19 2 35,4	77,2	0,834	35	105
17	+ 5 29	+ 54 3	ST-LAURENT ..	·· ···	18 59 4,6	72,5	0,794	39	104

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS GUYANE FRANÇAISE

n°	1er contact			2e contact			3e contact			4e 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	17 14 21,3	250	139	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 27 9,4	89	358
2	17 16 33,0	247	140	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 26 51,9	92	3
3	17 8 51,0	247	136	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 25 33,5	90	360
4	17 14 13,8	246	139	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 26 5,4	92	4
5	17 15 49,3	246	140	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 26 36,3	92	3
6	17 12 39,9	245	138	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 25 38,1	92	4
7	17 9 10,8	248	136	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 25 53,7	89	358
8	17 15 33,8	247	140	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 26 40,8	92	3
9	17 17 38,5	248	141	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 27 25,3	91	1
10	17 16 23,3	248	140	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 27 7,1	91	1
11	17 16 35,5	247	140	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 26 53,9	92	3
12	17 16 25,1	247	140	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 26 56,0	91	2
13	17 11 40,9	249	138	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 26 30,1	89	358
14	17 15 2,3	246	139	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 26 15,3	92	4
15	17 16 16,9	247	140	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 26 51,4	92	3
16	17 16 50,1	249	140	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 27 22,8	90	0
17	17 11 38,2	245	137	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 25 31,8	92	3

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
PÉROU

	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	−16 25	+ 71 32	AREQUIPA........	.. ...	17 44 37,4	50,6	0,608	56	153
2	− 4 28	+ 77 35	BORJA............	5 52,0	17 39 31,7	90,3	0,964	69	158
3	− 3 55	+ 70 30	CABALLOCHA....	.. ...	18 6 18,4	87,0	0,915	62	131
4	−12 5	+ 77 8	CALLAO...........	.. ...	17 29 31,1	69,3	0,767	63	167
5	−10 43	+ 76 15	CERRO DE PASCO	.. ...	17 34 55,2	72,2	0,791	64	162
6	− 6 47	+ 79 47	CHICLAYO........	.. ...	17 27 49,7	88,7	0,931	69	173
7	− 9 4	+ 78 34	CHIMBOTE.......	.. ...	17 28 44,4	80,3	0,858	66	170
8	−13 32	+ 71 57	CUZCO............	.. ...	17 47 14,0	59,0	0,681	58	151
9	−12 5	+ 75 12	HUANCAYO.......	.. ...	17 36 52,3	66,8	0,746	62	160
10	−14 2	+ 75 48	ICA................	.. ...	17 31 41,3	61,9	0,705	60	165
11	− 3 51	+ 73 13	IQUITOS..........	.. ...	17 56 33,0	89,4	0,938	65	138
12	−16 15	+ 69 30	JULI...............	.. ...	17 52 39,5	49,3	0,597	54	147
13	− 6 36	+ 79 45	LAMBAYEQUE....	.. ...	17 28 14,4	89,2	0,935	69	172
14	−12 6	+ 77 3	LIMA..............	.. ...	17 29 48,4	69,1	0,766	63	167
15	− 3 10	+ 71 46	PEBAS............	.. ...	18 2 45,5	89,9	0,944	64	133
16	− 5 15	+ 80 38	PIURA.............	6 20,4	17 27 11,2	90,3	0,970	70	175
17	− 8 21	+ 74 33	PUCALLPA........	.. ...	17 44 58,1	77,3	0,833	64	152
18	− 2 18	+ 71 53	PUCA URCO......	6 14,5	18 3 29,7	90,2	0,968	64	131
19	−15 53	+ 70 3	PUNO.............	.. ...	17 51 5,6	50,7	0,609	55	148
20	− 4 52	+ 80 39	SULLANA.........	5 6,6	17 27 44,3	90,4	0,960	71	174
21	−18 0	+ 70 15	TACNA............	.. ...	17 47 15,4	45,3	0,562	53	151
22	− 6 31	+ 76 23	TARAPOTO.......	.. ...	17 40 49,8	85,1	0,898	67	156
23	− 8 6	+ 79 0	TRUJILLO.........	.. ...	17 28 38,2	83,9	0,888	67	170
24	− 1 10	+ 73 55	YABUYANOS......	.. ...	17 57 45,4	89,1	0,935	68	135
25	− 5 54	+ 76 7	YURIMAGUAS....	.. ...	17 42 46,1	86,6	0,911	67	154

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
SURINAM

	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	+ 5 29	+ 54 8	ALBINA...........	.. ...	18 58 55,2	72,5	0,795	39	104
2	+ 4 15	+ 55 27	BOTO-PASI.......	.. ...	18 55 53,8	77,2	0,833	41	105
3	+ 5 36	+ 54 25	MOENGO.........	.. ...	18 58 25,4	72,2	0,792	39	104
4	+ 5 52	+ 57 0	NIEUW NICKERIE	.. ...	18 53 20,2	71,8	0,789	43	104
5	+ 5 52	+ 55 14	PARAMARIBO....	.. ...	18 56 56,0	71,4	0,786	40	104
6	+ 5 25	+ 55 55	SABANA..........	.. ...	18 55 24,5	73,2	0,800	41	105

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS PÉROU

	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	15 48 11,8	268	63	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 34 28,3	51	287
2	15 35 53,0	244	12	17 36 35,8	272	114	17 42 27,8	40	246	19 41 37,8	71	317
3	15 59 2,2	249	40	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 59 28,5	72	325
4	15 29 58,4	256	33	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 30 8,1	59	294
5	15 33 28,1	254	32	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 35 16,3	61	299
6	15 26 57,5	245	11	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 32 9,9	67	307
7	15 27 53,4	250	21	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 31 56,4	63	301
8	15 46 47,7	263	55	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 40 16,1	56	295
9	15 36 3,5	258	39	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 35 17,6	58	296
10	15 33 25,3	260	42	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 29 28,4	55	289
11	15 49 56,2	247	27	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 53 29,4	72	323
12	15 55 58,7	269	71	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 39 34,5	52	290
13	15 27 15,8	245	11	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 32 32,3	67	308
14	15 30 13,1	256	33	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 30 19,7	58	294
15	15 55 39,5	247	32	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 57 31,5	73	326
16	15 26 45,4	242	5	17 24 1,2	233	56	17 30 21,6	77	265	19 31 49,2	70	311
17	15 40 38,7	252	32	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 43 57,6	64	308
18	15 56 29,7	246	29	18 0 22,5	265	134	18 6 37,0	55	287	19 58 6,0	74	329
19	15 53 47,6	268	68	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 39 13,9	52	290
20	15 27 15,1	242	4	17 25 11,2	207	31	17 30 17,8	103	291	19 32 16,5	70	312
21	15 53 26,7	271	72	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 33 23,8	49	283
22	15 36 46,3	248	21	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 42 5,5	67	312
23	15 27 36,5	248	17	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 32 21,3	65	304
24	15 51 44,1	242	17	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 54 24,5	76	331
25	15 38 16,9	247	20	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 43 40,9	68	314

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS SURINAM

	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	17 11 21,7	245	137	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 25 28,2	92	3
2	17 5 11,6	247	133	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 24 44,6	89	359
3	17 10 35,6	245	137	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 25 13,6	92	3
4	17 2 17,9	243	131	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 23 1,8	92	2
5	17 8 16,4	244	135	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 24 31,0	92	3
6	17 5 17,5	245	133	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 24 6,2	91	2

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS VÉNÉSUÉLA

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	+ 9 35	+ 69 12	ACARIGUA	.. ...	.. ..	...	...	..	...
2	+10 8	+ 64 43	BARCELONA	.. ...	.. ..	...	...	..	...
3	+10 3	+ 69 18	BARQUISIMETO	.. ...	.. ..	...	...	..	...
4	+10 26	+ 71 27	CABIMAS	.. ...	.. ..	...	...	..	...
5	+10 35	+ 66 56	CARACAS	.. ...	.. ..	...	...	..	...
6	+ 8 6	+ 63 36	CIUDAD BOLIVAR	.. ...	18 38 55,3	63,9	0,723	53	103
7	+ 8 22	+ 62 37	CIUDAD GUAYANA	.. ...	18 41 31,9	63,2	0,716	52	103
8	+10 12	+ 71 17	CIUDAD OJEDA	.. ...	.. ..	...	...	..	...
9	+11 27	+ 69 41	CORO	.. ...	.. ..	...	...	..	...
10	+10 29	+ 64 12	CUMANA	.. ...	.. ..	...	...	..	...
11	+ 8 44	+ 64 18	EL TIGRE	.. ...	18 37 28,3	61,6	0,703	55	103
12	+10 7	+ 71 16	LAGUNILLAS	.. ...	.. ..	...	...	..	...
13	+ 6 53	+ 63 22	LA PARAGUA	.. ...	18 38 49,9	68,3	0,759	53	105
14	+10 25	+ 67 1	LOS TEQUES	.. ...	.. ..	...	...	..	...
15	+10 38	+ 66 59	MAIQUETIA	.. ...	.. ..	...	...	..	...
16	+10 44	+ 71 37	MARACAIBO	.. ...	.. ..	...	...	..	...
17	+10 20	+ 67 28	MARACAY	.. ...	.. ..	...	...	..	...
18	+ 9 45	+ 63 10	MATURIN	.. ...	18 40 50,3	58,3	0,675	53	101
19	+ 8 24	+ 71 8	MERIDA	.. ...	18 18 2,4	59,7	0,687	66	107
20	+10 29	+ 68 2	PUERTO CABELLO	.. ...	.. ..	...	...	..	...
21	+10 14	+ 64 40	PUERTO LA CRUZ	.. ...	.. ..	...	...	..	...
22	+ 6 14	+ 67 26	PUERTO PAEZ	.. ...	18 27 10,1	69,3	0,767	59	108
23	+11 50	+ 70 16	PUNTO FIJO	.. ...	.. ..	...	...	..	...
24	+ 7 48	+ 72 28	SAN ANTONIO	.. ...	18 13 23,7	60,8	0,696	68	109
25	+ 7 46	+ 72 15	SAN CRISTOBAL	.. ...	18 14 1,9	61,1	0,698	67	109
26	+ 4 3	+ 67 45	SAN FERNANDO DE ATABAPO	.. ...	18 24 21,4	76,7	0,828	60	112
27	+ 4 37	+ 61 7	SANTA ELENA DE UAIREN	.. ...	18 43 14,5	76,5	0,827	49	107
28	+ 9 2	+ 62 4	TUCUPITA	.. ...	18 43 11,1	60,9	0,697	51	102
29	+10 14	+ 67 59	VALENCIA	.. ...	.. ..	...	...	..	...
30	+ 9 21	+ 70 38	VALERA	.. ...	18 20 21,4	56,8	0,662	65	104

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
VÉNÉSUÉLA

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	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
2	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
3	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
4	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
5	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
6	16 43 53,9	236	108	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 14 43,1	94	5
7	16 47 46,1	236	115	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 15 51,7	94	6
8	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
9	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
10	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
11	16 42 57,9	235	106	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 13 23,8	95	6
12	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
13	16 42 8,8	238	104	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 15 34,8	92	1
14	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
15	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
16	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
17	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
18	16 48 59,8	234	118	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 14 14,5	97	10
19	16 20 34,7	230	9	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 1 59,3	93	1
20	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
21	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
22	16 27 2,1	236	56	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 9 37,2	89	357
23	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
24	16 15 8,0	230	359	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 59 29,7	92	359
25	16 15 40,4	230	1	.. ..	...	...	.. ..	...	...	19 59 58,3	91	359
26	16 21 26,6	240	50	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 9 17,4	86	350
27	16 45 48,7	243	112	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 18 59,5	88	356
28	16 51 1,8	236	120	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 16 8,2	96	8
29	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
30	16 24 32,9	229	12	.. ..	...	...	.. ..	...	...	20 2 25,9	95	4

BUREAU DES LONGITUDES

CALCUL DES CIRCONSTANCES DE L'ÉCLIPSE ANNULAIRE DU SOLEIL

DU 29 AVRIL 1995

le : 27 janvier 1995

P. ROCHER

Tél : 40 51 22 72

Fax : 46 33 28 34

Email : rocher@bdl.fr