BUREAU DES LONGITUDES

CALCUL DES CIRCONSTANCES DE L'ÉCLIPSE TOTALE DU SOLEIL

DES 8 et 9 MARS 1997

le : 1 février 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 :

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

— 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 :

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

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 8 MARS 1997

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	23 13 51,4112	− 4 57 16,6859	22 14 43,1324	− 8 22 48,5388	− 0 59 8,2787
1	23 14 0,6606	− 4 56 18,1950	22 17 10,7431	− 8 12 11,7546	− 0 56 49,9176
2	23 14 9,9095	− 4 55 19,6975	22 19 38,2493	− 8 1 31,5043	− 0 54 31,6602
3	23 14 19,1576	− 4 54 21,1932	22 22 5,6504	− 7 50 47,8752	− 0 52 13,5073
4	23 14 28,4052	− 4 53 22,6822	22 24 32,9458	− 7 40 0,9554	− 0 49 55,4594
5	23 14 37,6520	− 4 52 24,1646	22 27 0,1349	− 7 29 10,8334	− 0 47 37,5171
6	23 14 46,8983	− 4 51 25,6404	22 29 27,2174	− 7 18 17,5982	− 0 45 19,6809
7	23 14 56,1439	− 4 50 27,1095	22 31 54,1927	− 7 7 21,3393	− 0 43 1,9511
8	23 15 5,3888	− 4 49 28,5722	22 34 21,0605	− 6 56 22,1464	− 0 40 44,3283
9	23 15 14,6331	− 4 48 30,0283	22 36 47,8204	− 6 45 20,1098	− 0 38 26,8127
10	23 15 23,8768	− 4 47 31,4779	22 39 14,4721	− 6 34 15,3202	− 0 36 9,4047
11	23 15 33,1198	− 4 46 32,9210	22 41 41,0154	− 6 23 7,8685	− 0 33 52,1044
12	23 15 42,3622	− 4 45 34,3577	22 44 7,4501	− 6 11 57,8459	− 0 31 34,9121
13	23 15 51,6039	− 4 44 35,7879	22 46 33,7760	− 6 0 45,3441	− 0 29 17,8279
14	23 16 0,8450	− 4 43 37,2118	22 48 59,9931	− 5 49 30,4548	− 0 27 0,8520
15	23 16 10,0855	− 4 42 38,6293	22 51 26,1011	− 5 38 13,2702	− 0 24 43,9843
16	23 16 19,3253	− 4 41 40,0405	22 53 52,1003	− 5 26 53,8824	− 0 22 27,2250
17	23 16 28,5645	− 4 40 41,4454	22 56 17,9905	− 5 15 32,3841	− 0 20 10,5740
18	23 16 37,8031	− 4 39 42,8440	22 58 43,7718	− 5 4 8,8678	− 0 17 54,0313
19	23 16 47,0410	− 4 38 44,2364	23 1 9,4443	− 4 52 43,4263	− 0 15 37,5967
20	23 16 56,2783	− 4 37 45,6226	23 3 35,0082	− 4 41 16,1527	− 0 13 21,2701
21	23 17 5,5150	− 4 36 47,0025	23 6 0,4637	− 4 29 47,1400	− 0 11 5,0513
22	23 17 14,7510	− 4 35 48,3764	23 8 25,8109	− 4 18 16,4812	− 0 8 48,9402
23	23 17 23,9865	− 4 34 49,7440	23 10 51,0501	− 4 6 44,2695	− 0 6 32,9364

ÉPHÉMÉRIDES DE LA LUNE ET DU SOLEIL LE 9 MARS 1997

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	23 17 33,2213	− 4 33 51,1056	23 13 16,1815	− 3 55 10,5982	− 0 4 17,0397
1	23 17 42,4554	− 4 32 52,4612	23 15 41,2056	− 3 43 35,5605	− 0 2 1,2498
2	23 17 51,6890	− 4 31 53,8107	23 18 6,1227	− 3 31 59,2495	+ 0 0 14,4337
3	23 18 0,9219	− 4 30 55,1541	23 20 30,9331	− 3 20 21,7584	+ 0 2 30,0112
4	23 18 10,1542	− 4 29 56,4916	23 22 55,6372	− 3 8 43,1803	+ 0 4 45,4830
5	23 18 19,3859	− 4 28 57,8231	23 25 20,2356	− 2 57 3,6083	+ 0 7 0,8497
6	23 18 28,6169	− 4 27 59,1487	23 27 44,7286	− 2 45 23,1351	+ 0 9 16,1116
7	23 18 37,8474	− 4 27 0,4684	23 30 9,1167	− 2 33 41,8537	+ 0 11 31,2694
8	23 18 47,0772	− 4 26 1,7823	23 32 33,4006	− 2 21 59,8565	+ 0 13 46,3234
9	23 18 56,3064	− 4 25 3,0903	23 34 57,5807	− 2 10 17,2361	+ 0 16 1,2743
10	23 19 5,5350	− 4 24 4,3925	23 37 21,6576	− 1 58 34,0847	+ 0 18 16,1226
11	23 19 14,7630	− 4 23 5,6889	23 39 45,6320	− 1 46 50,4943	+ 0 20 30,8690
12	23 19 23,9904	− 4 22 6,9795	23 42 9,5043	− 1 35 6,5568	+ 0 22 45,5140
13	23 19 33,2171	− 4 21 8,2644	23 44 33,2754	− 1 23 22,3637	+ 0 25 0,0583
14	23 19 42,4433	− 4 20 9,5436	23 46 56,9458	− 1 11 38,0063	+ 0 27 14,5025
15	23 19 51,6688	− 4 19 10,8172	23 49 20,5162	− 0 59 53,5756	+ 0 29 28,8473
16	23 20 0,8938	− 4 18 12,0851	23 51 43,9873	− 0 48 9,1623	+ 0 31 43,0935
17	23 20 10,1181	− 4 17 13,3474	23 54 7,3598	− 0 36 24,8566	+ 0 33 57,2417
18	23 20 19,3418	− 4 16 14,6041	23 56 30,6345	− 0 24 40,7487	+ 0 36 11,2926
19	23 20 28,5650	− 4 15 15,8552	23 58 53,8120	− 0 12 56,9281	+ 0 38 25,2471
20	23 20 37,7875	− 4 14 17,1008	0 1 16,8932	− 0 1 13,4841	+ 0 40 39,1057
21	23 20 47,0094	− 4 13 18,3410	0 3 39,8788	+ 0 10 29,4946	+ 0 42 52,8694
22	23 20 56,2307	− 4 12 19,5756	0 6 2,7697	+ 0 22 11,9195	+ 0 45 6,5389
23	23 21 5,4514	− 4 11 20,8048	0 8 25,5665	+ 0 33 53,7029	+ 0 47 20,1150
24	23 21 14,6716	− 4 10 22,0286	0 10 48,2701	+ 0 45 34,7574	+ 0 49 33,5986

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) : $\Delta T_e = 62$ 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 TOTALE DU 8 MARS 1997

Instant de la conjonction géocentrique en ascension droite
le 9 mars 1997 à 1h 53m 36,906s UT.

Ascension droite du Soleil	: 23h 17m 50,706s.
Déclinaison du Soleil	: – 4° 32′ 0,05″.
Ascension droite de la Lune	: 23h 17m 50,706s.
Déclinaison de la Lune	: – 3° 33′ 13,41″.
Parallaxe équatoriale du Soleil	: 8,86″.
Parallaxe équatoriale de la Lune	: 1′ 12,57″.
Demi-diamètre vrai du Soleil	: 16′ 6,49″.
Demi-diamètre vrai de la Lune	: 16′ 40,69″.

CIRCONSTANCES DE L'ÉCLIPSE GÉNÉRALE

magnitude : 1,0215

	UT	Longitude	Latitude
Commencement de l'éclipse générale	: le 8 à 23h 16,6m	−105° 7,9′	+19° 17,6′
Commencement de l'éclipse totale	: le 9 à 0h 41,0m	− 87° 32,4′	+48° 13,0′
Commencement de l'éclipse centrale	: le 9 à 0h 43,4m	− 87° 9,3′	+49° 26,7′
Maximum de l'éclipse	: le 9 à 1h 23,8m	−130° 41,6′	+57° 46,5′
Commencement centrale à midi ou minuit vrai	: le 9 à 1h 53,6m	−154° 15,4′	+70° 29,1′
Fin de l'éclipse centrale	: le 9 à 2h 3,8m	+158° 14,6′	+82° 57,7′
Fin de l'éclipse totale	: le 9 à 2h 6,3m	+153° 9,2′	+81° 59,0′
Fin de l'éclipse générale	: le 9 à 3h 30,8m	+146° 18,5′	+54° 8,2′

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 $t = (T - 23\text{h}) + \delta T/3600$, T est exprimé en heures et fraction d'heure. Ces équations ne sont valides que sur l'intervalle $23\text{h} < T < 28\text{h}$, 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.

$$
\begin{aligned}
x &= -1,603\,814\,27 + 0,554\,144\,28 \times t + 0,000\,068\,92 \times t^2 - 0,000\,009\,34 \times t^3 \\
y &= 0,458\,031\,94 + 0,174\,405\,89 \times t - 0,000\,003\,47 \times t^2 - 0,000\,002\,84 \times t^3 \\
\sin d &= -0,079\,879\,01 + 0,000\,275\,90 \times t + 0,000\,000\,02 \times t^2 \\
\cos d &= 0,996\,804\,56 + 0,000\,022\,11 \times t - 0,000\,000\,04 \times t^2 \\
H &= 162,327\,493\,44 + 15,003\,955\,46 \times t + 0,000\,001\,42 \times t^2 - 0,000\,000\,02 \times t^3 - 0,004\,178\,07\,\delta T \\
u_e &= 0,536\,762\,85 + 0,000\,100\,00 \times t - 0,000\,012\,97 \times t^2 \\
u_i &= 0,009\,574\,93 - 0,000\,099\,50 \times t + 0,000\,012\,90 \times t^2
\end{aligned}
$$

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					°		
23 0	−1,603 814	0,458 032	−0,079 879	0,996 805	162,327 49	0,536 763	0,009 575
23 10	−1,511 455	0,487 099	−0,079 833	0,996 808	164,828 15	0,536 779	0,009 559
23 20	−1,419 092	0,516 167	−0,079 787	0,996 812	167,328 81	0,536 795	0,009 543
23 30	−1,326 726	0,545 234	−0,079 741	0,996 816	169,829 47	0,536 810	0,009 528
23 40	−1,234 357	0,574 300	−0,079 695	0,996 819	172,330 13	0,536 824	0,009 514
23 50	−1,141 985	0,603 366	−0,079 649	0,996 823	174,830 79	0,536 837	0,009 501
0 0	−1,049 610	0,632 432	−0,079 603	0,996 827	177,331 45	0,536 850	0,009 488
0 10	−0,957 234	0,661 496	−0,079 557	0,996 830	179,832 11	0,536 862	0,009 476
0 20	−0,864 855	0,690 560	−0,079 511	0,996 834	182,332 77	0,536 873	0,009 465
0 30	−0,772 474	0,719 623	−0,079 465	0,996 838	184,833 43	0,536 884	0,009 455
0 40	−0,680 092	0,748 686	−0,079 419	0,996 841	187,334 09	0,536 894	0,009 445
0 50	−0,587 709	0,777 747	−0,079 373	0,996 845	189,834 75	0,536 903	0,009 436
1 0	−0,495 325	0,806 807	−0,079 327	0,996 849	192,335 41	0,536 911	0,009 428
1 10	−0,402 940	0,835 866	−0,079 281	0,996 852	194,836 07	0,536 919	0,009 420
1 20	−0,310 554	0,864 924	−0,079 235	0,996 856	197,336 73	0,536 926	0,009 413
1 30	−0,218 169	0,893 981	−0,079 189	0,996 860	199,837 39	0,536 932	0,009 407
1 40	−0,125 783	0,923 036	−0,079 143	0,996 863	202,338 05	0,536 937	0,009 401
1 50	−0,033 398	0,952 089	−0,079 097	0,996 867	204,838 71	0,536 942	0,009 397
2 0	0,058 987	0,981 142	−0,079 051	0,996 871	207,339 37	0,536 946	0,009 393
2 10	0,151 370	1,010 192	−0,079 005	0,996 874	209,840 03	0,536 950	0,009 389
2 20	0,243 753	1,039 241	−0,078 959	0,996 878	212,340 69	0,536 952	0,009 387
2 30	0,336 135	1,068 288	−0,078 913	0,996 881	214,841 35	0,536 954	0,009 385
2 40	0,428 514	1,097 333	−0,078 867	0,996 885	217,342 01	0,536 955	0,009 383
2 50	0,520 892	1,126 377	−0,078 821	0,996 889	219,842 68	0,536 956	0,009 383
3 0	0,613 268	1,155 418	−0,078 775	0,996 892	222,343 34	0,536 955	0,009 383
3 10	0,705 641	1,184 457	−0,078 729	0,996 896	224,844 00	0,536 955	0,009 384
3 20	0,798 012	1,213 494	−0,078 683	0,996 900	227,344 66	0,536 953	0,009 386
3 30	0,890 379	1,242 529	−0,078 637	0,996 903	229,845 32	0,536 950	0,009 388
3 40	0,982 744	1,271 561	−0,078 591	0,996 907	232,345 98	0,536 947	0,009 391
3 50	1,075 105	1,300 591	−0,078 545	0,996 911	234,846 64	0,536 943	0,009 395
4 0	1,167 463	1,329 619	−0,078 499	0,996 914	237,347 30	0,536 939	0,009 400

$$\tan f_e = +0,004\,709$$
$$\tan f_i = -0,004\,685$$
$$H' = +0,261\,869 \text{ rd/h}$$
$$d' = +0,000\,277 \text{ rd/h}$$

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					°		
23 0	−1,603 814	0,458 032	−0,079 879	0,996 805	162,327 49	0,536 763	−0,009 575
23 10	−1,511 455	0,487 099	−0,079 833	0,996 808	164,828 15	0,536 779	−0,009 559
23 20	−1,419 092	0,516 167	−0,079 787	0,996 812	167,328 81	0,536 795	−0,009 543
23 30	−1,326 726	0,545 234	−0,079 741	0,996 816	169,829 47	0,536 810	−0,009 528
23 40	−1,234 357	0,574 300	−0,079 695	0,996 819	172,330 13	0,536 824	−0,009 514
23 50	−1,141 985	0,603 366	−0,079 649	0,996 823	174,830 79	0,536 837	−0,009 501
0 0	−1,049 610	0,632 432	−0,079 603	0,996 827	177,331 45	0,536 850	−0,009 488
0 10	−0,957 234	0,661 496	−0,079 557	0,996 830	179,832 11	0,536 862	−0,009 476
0 20	−0,864 855	0,690 560	−0,079 511	0,996 834	182,332 77	0,536 873	−0,009 465
0 30	−0,772 474	0,719 623	−0,079 465	0,996 838	184,833 43	0,536 884	−0,009 455
0 40	−0,680 092	0,748 686	−0,079 419	0,996 841	187,334 09	0,536 894	−0,009 445
0 50	−0,587 709	0,777 747	−0,079 373	0,996 845	189,834 75	0,536 903	−0,009 436
1 0	−0,495 325	0,806 807	−0,079 327	0,996 849	192,335 41	0,536 911	−0,009 428
1 10	−0,402 940	0,835 866	−0,079 281	0,996 852	194,836 07	0,536 919	−0,009 420
1 20	−0,310 554	0,864 924	−0,079 235	0,996 856	197,336 73	0,536 926	−0,009 413
1 30	−0,218 169	0,893 981	−0,079 189	0,996 860	199,837 39	0,536 932	−0,009 407
1 40	−0,125 783	0,923 036	−0,079 143	0,996 863	202,338 05	0,536 937	−0,009 401
1 50	−0,033 398	0,952 089	−0,079 097	0,996 867	204,838 71	0,536 942	−0,009 397
2 0	0,058 987	0,981 142	−0,079 051	0,996 871	207,339 37	0,536 946	−0,009 393
2 10	0,151 370	1,010 192	−0,079 005	0,996 874	209,840 03	0,536 950	−0,009 389
2 20	0,243 753	1,039 241	−0,078 959	0,996 878	212,340 69	0,536 952	−0,009 387
2 30	0,336 135	1,068 288	−0,078 913	0,996 881	214,841 35	0,536 954	−0,009 385
2 40	0,428 514	1,097 333	−0,078 867	0,996 885	217,342 01	0,536 955	−0,009 383
2 50	0,520 892	1,126 377	−0,078 821	0,996 889	219,842 68	0,536 956	−0,009 383
3 0	0,613 268	1,155 418	−0,078 775	0,996 892	222,343 34	0,536 955	−0,009 383
3 10	0,705 641	1,184 457	−0,078 729	0,996 896	224,844 00	0,536 955	−0,009 384
3 20	0,798 012	1,213 494	−0,078 683	0,996 900	227,344 66	0,536 953	−0,009 386
3 30	0,890 379	1,242 529	−0,078 637	0,996 903	229,845 32	0,536 950	−0,009 388
3 40	0,982 744	1,271 561	−0,078 591	0,996 907	232,345 98	0,536 947	−0,009 391
3 50	1,075 105	1,300 591	−0,078 545	0,996 911	234,846 64	0,536 943	−0,009 395
4 0	1,167 463	1,329 619	−0,078 499	0,996 914	237,347 30	0,536 939	−0,009 400

$$\tan f_1 = +0,004\,709$$
$$\tan f_2 = +0,004\,685$$
$$\mu' = +0,261\,869 \,\mathrm{rd/h}$$
$$d' = +0,000\,277 \,\mathrm{rd/h}$$

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	+50 52,2	− 86 50,2	+49 26,7	− 87 9,3	+48 6,0	− 87 27,8	2 1,0	...
0 44	+49 57,5	− 87 6,3	+49 7,9	− 92 50,7	+47 42,7	− 99 57,5	2 8,8	4
0 45	+50 28,0	− 86 57,2	+49 5,6	− 96 21,3	+47 47,7	−101 50,3	2 13,9	6
0 48	+50 38,4	− 97 11,1	+49 21,2	−102 24,9	+48 9,7	−106 14,0	2 23,3	10
0 51	+51 0,2	−102 36,9	+49 47,5	−106 29,6	+48 37,8	−109 39,1	2 29,7	13
0 54	+51 30,3	−106 29,2	+50 19,0	−109 45,6	+49 9,6	−112 32,4	2 34,7	15
0 57	+52 5,0	−109 38,9	+50 53,8	−112 33,6	+49 44,4	−115 5,4	2 38,8	17
1 0	+52 43,0	−112 23,5	+51 31,4	−115 3,6	+50 21,5	−117 24,5	2 42,3	18
1 3	+53 23,6	−114 51,4	+52 11,4	−117 20,8	+51 0,8	−119 33,4	2 45,2	19
1 6	+54 6,6	−117 7,7	+52 53,5	−119 28,9	+51 42,1	−121 34,8	2 47,6	20
1 9	+54 51,9	−119 15,6	+53 37,7	−121 30,2	+52 25,2	−123 30,6	2 49,6	21
1 12	+55 39,4	−121 17,4	+54 23,9	−123 26,6	+53 10,3	−125 22,3	2 51,1	22
1 15	+56 29,1	−123 14,9	+55 12,2	−125 19,5	+53 57,3	−127 11,1	2 52,3	22
1 18	+57 21,1	−125 9,5	+56 2,6	−127 10,1	+54 46,3	−128 58,2	2 53,1	23
1 21	+58 15,6	−127 2,5	+56 55,3	−128 59,6	+55 37,3	−130 44,4	2 53,6	23
1 24	+59 12,6	−128 55,0	+57 50,3	−130 48,9	+56 30,5	−132 30,6	2 53,6	23
1 27	+60 12,5	−130 48,3	+58 47,9	−132 39,2	+57 26,1	−134 17,8	2 53,4	23
1 30	+61 15,5	−132 43,4	+59 48,3	−134 31,4	+58 24,3	−136 7,0	2 52,8	23
1 33	+62 22,1	−134 41,9	+60 51,8	−136 26,9	+59 25,2	−137 59,3	2 51,8	22
1 36	+63 32,7	−136 45,2	+61 58,9	−138 26,9	+60 29,3	−139 55,8	2 50,4	22
1 39	+64 47,9	−138 55,3	+63 10,0	−140 33,3	+61 37,0	−141 58,2	2 48,7	21
1 42	+66 8,8	−141 15,0	+64 25,9	−142 48,3	+62 48,9	−144 8,4	2 46,5	20
1 45	+67 36,5	−143 48,0	+65 47,5	−145 15,1	+64 5,5	−146 28,9	2 43,9	19
1 48	+69 13,1	−146 40,1	+67 16,2	−147 58,1	+65 28,1	−149 3,4	2 40,9	18
1 51	+71 1,5	−150 1,0	+68 53,9	−151 4,5	+66 57,9	−151 57,2	2 37,2	17
1 54	+73 7,2	−154 9,6	+70 44,0	−154 46,6	+68 37,3	−155 19,1	2 32,8	15
1 57	+75 42,1	−159 51,9	+72 52,5	−159 29,3	+70 29,8	−159 24,6	2 27,5	12
2 0	+79 26,8	−170 19,8	+75 33,3	−166 17,7	+72 42,4	−164 46,5	2 20,5	10
2 3	+83 25,7	+161 35,0	+79 43,2	+179 7,5	+75 32,3	−172 59,5	2 9,5	4
Limites	+83 58,7	+166 26,4	+82 57,7	+158 14,6	+81 53,3	+152 38,3	2 0,4	...

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	2 1,0	298	100,0	1,018	···	277	+49 26,7	− 87 9,3	·· ·· ···	···	···
0 44	2 8,8	314	100,0	1,019	4	281	+49 7,9	− 92 50,7	·· ·· ···	···	···
0 45	2 13,9	326	100,0	1,019	6	284	+49 5,6	− 96 21,3	·· ·· ···	···	···
0 48	2 23,3	345	100,0	1,020	10	290	+49 21,2	−102 24,9	23 48 2,3	253	293
0 51	2 29,7	358	100,0	1,020	13	294	+49 47,5	−106 29,6	23 49 41,4	252	292
0 54	2 34,7	367	100,0	1,020	15	297	+50 19,0	−109 45,6	23 51 36,1	252	290
0 57	2 38,8	373	100,0	1,021	17	300	+50 53,8	−112 33,6	23 53 41,0	251	289
1 0	2 42,3	376	100,0	1,021	18	303	+51 31,4	−115 3,6	23 55 53,5	251	287
1 3	2 45,2	378	100,0	1,021	19	306	+52 11,4	−117 20,8	23 58 12,3	251	286
1 6	2 47,6	379	100,0	1,021	20	309	+52 53,5	−119 28,9	0 0 36,6	250	284
1 9	2 49,6	378	100,0	1,021	21	312	+53 37,7	−121 30,2	0 3 5,8	250	282
1 12	2 51,1	377	100,0	1,021	22	315	+54 23,9	−123 26,6	0 5 39,6	250	281
1 15	2 52,3	374	100,0	1,021	22	318	+55 12,2	−125 19,5	0 8 17,7	250	279
1 18	2 53,1	371	100,0	1,021	23	321	+56 2,6	−127 10,1	0 11 0,1	250	277
1 21	2 53,6	367	100,0	1,021	23	323	+56 55,3	−128 59,6	0 13 46,7	250	276
1 24	2 53,6	363	100,0	1,021	23	326	+57 50,3	−130 48,9	0 16 37,5	249	274
1 27	2 53,4	359	100,0	1,021	23	329	+58 47,9	−132 39,2	0 19 32,5	249	272
1 30	2 52,8	354	100,0	1,021	23	332	+59 48,3	−134 31,4	0 22 31,9	249	270
1 33	2 51,8	350	100,0	1,021	22	335	+60 51,8	−136 26,9	0 25 35,7	249	268
1 36	2 50,4	345	100,0	1,021	22	338	+61 58,9	−138 26,9	0 28 44,2	249	267
1 39	2 48,7	340	100,0	1,021	21	341	+63 10,0	−140 33,3	0 31 57,7	249	265
1 42	2 46,5	336	100,0	1,021	20	345	+64 25,9	−142 48,3	0 35 16,5	249	263
1 45	2 43,9	331	100,0	1,021	19	348	+65 47,5	−145 15,1	0 38 41,2	249	261
1 48	2 40,9	326	100,0	1,021	18	352	+67 16,2	−147 58,1	0 42 12,5	249	259
1 51	2 37,2	322	100,0	1,020	17	356	+68 53,9	−151 4,5	0 45 51,7	249	257
1 54	2 32,8	318	100,0	1,020	15	1	+70 44,0	−154 46,6	0 49 40,6	250	255
1 57	2 27,5	313	100,0	1,020	12	6	+72 52,5	−159 29,3	0 53 42,7	250	253
2 0	2 20,5	309	100,0	1,019	10	14	+75 33,3	−166 17,7	0 58 6,0	250	251
2 3	2 9,5	303	100,0	1,019	4	29	+79 43,2	+179 7,5	1 3 24,8	251	249
Limites	2 0,4	299	100,0	1,018	···	50	+82 57,7	+158 14,6	1 6 13,2	252	248

CIRCONSTANCES LOCALES SUR LA LIGNE DE CENTRALITÉ

Instant maximum	Deuxième contact			Troisième contact			Quatrième contact		
UT	UT	P	Z	UT	P	Z	UT	P	Z
h m	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
Limites	.. ..	...	...	0 44 25,1	287	327	1 42 50,6	73	111
0 44	0 42 55,7	107	147	0 45 4,5	287	327	1 45 17,7	72	109
0 45	0 43 53,2	108	147	0 46 7,1	288	327	1 47 30,1	72	108
0 48	0 46 48,5	108	146	0 49 11,8	288	326	1 52 38,0	71	104
0 51	0 49 45,3	109	145	0 52 15,0	289	325	1 57 2,6	70	101
0 54	0 52 42,8	109	144	0 55 17,5	289	324	2 1 6,7	70	98
0 57	0 55 40,7	110	143	0 58 19,6	290	323	2 4 57,3	70	96
1 0	0 58 39,0	110	141	1 1 21,3	290	321	2 8 37,7	69	93
1 3	1 1 37,6	110	140	1 4 22,7	290	320	2 12 9,6	69	91
1 6	1 4 36,3	110	139	1 7 23,9	290	318	2 15 34,3	69	88
1 9	1 7 35,4	111	137	1 10 24,9	291	317	2 18 52,5	69	86
1 12	1 10 34,6	111	135	1 13 25,7	291	315	2 22 4,9	68	84
1 15	1 13 34,0	111	134	1 16 26,3	291	314	2 25 11,8	68	82
1 18	1 16 33,6	111	132	1 19 26,7	291	312	2 28 13,5	68	80
1 21	1 19 33,3	111	130	1 22 26,9	291	310	2 31 10,4	68	78
1 24	1 22 33,3	111	129	1 25 26,9	291	308	2 34 2,5	68	76
1 27	1 25 33,4	111	127	1 28 26,8	291	307	2 36 50,0	68	74
1 30	1 28 33,7	111	125	1 31 26,4	291	305	2 39 33,0	68	73
1 33	1 31 34,2	111	123	1 34 25,9	291	303	2 42 11,4	68	71
1 36	1 34 34,8	111	122	1 37 25,3	291	301	2 44 45,2	68	70
1 39	1 37 35,7	111	120	1 40 24,4	291	299	2 47 14,3	68	69
1 42	1 40 36,8	111	118	1 43 23,3	291	298	2 49 38,4	69	67
1 45	1 43 38,1	111	116	1 46 22,0	291	296	2 51 57,2	69	66
1 48	1 46 39,6	111	114	1 49 20,4	291	294	2 54 10,0	69	65
1 51	1 49 41,4	111	112	1 52 18,6	291	292	2 56 15,9	69	65
1 54	1 52 43,6	110	110	1 55 16,4	290	290	2 58 13,2	69	64
1 57	1 55 46,3	110	108	1 58 13,7	290	288	2 59 58,7	70	63
2 0	1 58 49,7	110	106	2 1 10,2	290	286	3 1 24,9	70	63
2 3	2 1 55,2	109	104	2 4 4,7	289	284	3 1 59,2	71	64
Limites	2 2 48,8	108	103	.. ..	...	...	.. ..	...	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
CHINE

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	+46 37	−124 59	ANDA........	.. ...	1 1 21,0	91,0	0,920	27	311
2	+41 5	−122 58	ANSHAN.....	.. ...	0 50 5,4	81,6	0,847	27	305
3	+36 4	−114 20	ANYANG.....	.. ...	0 33 22,4	74,5	0,791	21	293
4	+45 37	−122 48	BAICHENG..	.. ...	0 57 21,5	90,5	0,917	26	308
5	+34 23	−107 16	BAOJI........	.. ...	0 25 41,3	72,1	0,772	14	286
6	+40 38	−109 59	BAOTOU.....	.. ...	0 37 33,8	86,0	0,882	17	292
7	+21 29	−109 10	BEIHAI.......	.. ...	0 8 31,4	37,1	0,478	15	281
8	+39 55	−116 26	BEIJING.....	.. ...	0 41 32,9	82,4	0,853	22	297
9	+38 19	−116 54	CANGZHOU .	.. ...	0 39 19,1	78,7	0,824	23	296
10	+23 8	−113 20	CANTON.....	.. ...	0 13 14,1	41,0	0,513	20	284
11	+43 50	−125 20	CHANGCHUN	.. ...	0 57 16,1	85,6	0,878	28	310
12	+28 10	−113 0	CHANGSHA..	.. ...	0 20 4,3	54,8	0,631	20	287
13	+36 5	−113 12	CHANGZHI..	.. ...	0 32 28,7	74,9	0,794	20	292
14	+30 37	−104 6	CHENGDU...	.. ...	0 18 23,7	62,6	0,696	11	282
15	+42 17	−118 56	CHIFENG....	.. ...	0 47 52,0	86,2	0,883	24	301
16	+29 30	−106 35	CHONGQING	.. ...	0 17 59,0	59,5	0,670	14	283
17	+40 12	−113 12	DATONG.....	.. ...	0 39 15,4	84,2	0,868	19	294
18	+26 9	−119 17	FUZHOU.....	.. ...	0 22 26,3	47,3	0,568	26	290
19	+25 52	−114 51	GANZHOU...	.. ...	0 18 9,3	48,1	0,575	22	287
20	+23 25	−103 5	GEJIU........	.. ...	0 8 17,6	42,6	0,528	10	279
21	+26 35	−106 40	GUIYANG....	.. ...	0 13 55,7	51,5	0,604	13	282
22	+20 5	−110 25	HAIKOU.....	.. ...	0 7 28,2	33,1	0,441	17	281
23	+36 37	−114 25	HANDAN.....	.. ...	0 34 20,2	75,8	0,801	21	293
24	+30 18	−120 7	HANGZHOU .	.. ...	0 29 33,5	57,9	0,656	27	294
25	+45 45	−126 41	HARBIN......	.. ...	1 1 54,2	88,3	0,899	28	313
26	+31 55	−117 18	HEFEI........	.. ...	0 29 21,0	63,2	0,700	24	292
27	+47 36	−130 30	HEGANG.....	.. ...	1 9 19,2	88,9	0,904	30	319
28	+26 58	−112 31	HENGYANG .	.. ...	0 17 59,0	51,7	0,605	19	286
29	+34 0	−116 48	HUAIBEI.....	.. ...	0 32 11,7	68,6	0,744	23	293
30	+40 49	−111 37	HUHEHUOTE	.. ...	0 39 3,5	86,0	0,882	18	293
31	+23 8	−114 28	HUIZHOU....	.. ...	0 14 3,4	40,7	0,510	21	285
32	+46 59	−130 29	JIAMUSI.....	.. ...	1 8 22,6	87,8	0,895	30	319
33	+22 40	−113 5	JIANGMEN..	.. ...	0 12 26,3	39,8	0,502	20	284
34	+35 14	−113 13	JIAOZUO....	.. ...	0 31 7,2	72,9	0,778	20	291
35	+36 41	−117 0	JINAN........	.. ...	0 36 43,5	75,0	0,794	23	295
36	+34 47	−114 20	KAIFENG....	.. ...	0 31 18,2	71,4	0,767	21	292
37	+39 29	− 76 2	KASHI.......	.. ...	.. ..	...	...	..	...
38	+25 4	−102 41	KUNMING...	.. ...	0 10 14,5	47,3	0,568	9	280
39	+36 1	−103 45	LANZHOU...	.. ...	0 26 22,1	76,4	0,807	11	284
40	+29 41	− 91 10	LHASSA......	.. ...	.. ..	...	...	..	...
41	+41 16	−123 12	LIAOYANG..	.. ...	0 50 39,1	81,8	0,848	27	305
42	+24 17	−109 15	LIUZHOU....	.. ...	0 12 11,4	44,9	0,547	16	283

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS CHINE

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	23 53 28,9	255	294	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 14 10,1	62	82
2	23 43 10,5	260	305	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 2 53,0	58	85
3	23 31 0,6	264	317	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 42 3,9	56	97
4	23 50 14,3	256	296	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 9 42,6	62	85
5	23 26 44,1	267	322	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 30 37,5	56	104
6	23 35 48,1	260	308	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 45 10,5	62	101
7	23 17 14,0	285	353	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 4 53,4	39	101
8	23 37 22,7	260	309	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 51 48,8	59	94
9	23 35 18,0	262	312	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 49 35,1	57	94
10	23 18 51,1	282	348	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 13 15,8	40	99
11	23 49 15,1	258	299	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 10 39,1	59	81
12	23 21 56,2	274	335	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 24 24,0	47	99
13	23 30 34,0	264	317	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 40 40,3	56	98
14	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 20 6,0	53	106
15	23 42 22,1	258	303	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 59 11,6	61	91
16	23 21 34,3	273	333	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 20 12,0	51	105
17	23 36 19,0	260	309	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 48 11,9	61	98
18	23 23 19,9	277	339	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 27 51,5	42	92
19	23 20 54,7	278	341	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 21 29,6	43	97
20	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 4 0,5	43	105
21	23 19 18,4	277	340	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 14 8,0	47	104
22	23 17 12,9	287	357	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 2 37,3	36	100
23	23 31 46,3	264	316	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 43 12,4	57	97
24	23 27 21,8	272	329	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 38 19,9	47	91
25	23 53 24,7	256	295	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 15 21,9	60	79
26	23 27 25,4	269	326	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 37 48,7	50	94
27	23 59 42,9	256	290	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 23 14,6	60	74
28	23 20 50,0	276	338	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 21 11,8	46	100
29	23 29 33,8	267	321	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 41 19,1	53	95
30	23 36 37,7	260	308	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 47 23,0	62	99
31	23 19 15,8	282	348	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 14 33,7	39	98
32	23 58 43,0	256	292	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 22 27,4	60	74
33	23 18 34,9	283	349	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 11 50,9	39	99
34	23 29 29,0	265	319	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 39 4,5	56	98
35	23 33 5,7	264	315	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 46 43,3	56	94
36	23 29 22,4	266	320	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 39 36,7	55	97
37	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 22 18,5	64	114
38	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 7 19,2	45	106
39	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 30 14,8	59	106
40	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 9 15,9	53	111
41	23 43 37,5	260	304	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 3 31,5	58	85
42	23 18 19,3	280	346	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 11 34,9	43	102

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
CHINE

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	+38 53	−121 37	LUDA...........	·· ···	0 44 59,0	77,7	0,816	27	301
2	+33 33	−114 0	LUOHE.........	·· ···	0 29 3,9	68,5	0,743	21	291
3	+34 47	−112 26	LUOYANG......	·· ···	0 29 47,5	72,0	0,771	19	290
4	+28 55	−105 25	LUZHOU........	·· ···	0 16 34,2	58,0	0,658	12	282
5	+49 36	−117 28	MANZHOULI...	·· ···	0 58 46,7	99,4	0,991	21	305
6	+28 42	−115 55	NANCHANG....	·· ···	0 23 10,8	55,4	0,636	23	289
7	+30 54	−106 6	NANCHONG....	·· ···	0 19 46,3	63,2	0,701	13	284
8	+32 3	−118 47	NANKIN........	·· ···	0 30 58,2	62,9	0,698	25	294
9	+22 50	−108 19	NANNING......	·· ···	0 9 47,5	40,9	0,512	15	282
10	+33 6	−112 31	NANYANG......	·· ···	0 27 11,7	67,8	0,738	19	289
11	+22 6	−106 44	PINGXIANG....	·· ···	0 8 6,0	38,9	0,495	13	281
12	+27 35	−113 46	PINGXIANG....	·· ···	0 19 47,6	53,1	0,617	21	287
13	+33 35	−119 2	QINGJIANG....	·· ···	0 33 39,3	66,6	0,728	25	295
14	+39 55	−119 37	QINHUANGDAO	·· ···	0 44 36,1	81,0	0,842	25	300
15	+24 53	−118 36	QUANZHOU....	·· ···	0 19 57,0	44,2	0,541	26	289
16	+31 13	−121 25	SHANGHAI.....	·· ···	0 32 21,3	59,6	0,670	28	295
17	+34 27	−115 7	SHANGQUI.....	·· ···	0 31 25,7	70,4	0,758	22	292
18	+23 23	−116 39	SHANTOU......	·· ···	0 16 7,3	40,8	0,511	23	286
19	+24 54	−113 33	SHAOGUAN....	·· ···	0 15 48,4	45,8	0,555	20	285
20	+27 10	−111 25	SHAOYANG....	·· ···	0 17 30,6	52,5	0,612	18	285
21	+30 16	−112 20	SHASHI.........	·· ···	0 22 42,3	60,6	0,679	19	287
22	+41 50	−123 26	SHENYANG....	·· ···	0 51 50,6	82,9	0,856	27	306
23	+38 4	−114 28	SHIJIAZHUANG	·· ···	0 36 45,4	79,1	0,827	21	294
24	+43 15	−124 25	SIPING.........	·· ···	0 55 16,3	85,1	0,874	28	308
25	+44 25	−131 6	SUIFENHE......	·· ···	1 5 16,2	82,5	0,854	32	317
26	+31 21	−120 40	SUZHOU........	·· ···	0 31 46,2	60,3	0,676	27	295
27	+37 50	−112 30	TAIYUAN.......	·· ···	0 34 46,9	79,2	0,828	19	292
28	+32 27	−119 56	TAIZHOU.......	·· ···	0 32 45,2	63,4	0,702	26	295
29	+39 8	−117 12	TIANJIN........	·· ···	0 40 57,1	80,4	0,837	23	297
30	+43 37	−122 15	TONGLIAO.....	·· ···	0 53 29,0	87,1	0,890	26	306
31	+43 43	− 87 38	URUMQI........	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
32	+30 48	−108 17	WAN XIAN.....	·· ···	0 20 49,9	62,7	0,697	15	285
33	+36 44	−119 10	WEIFANG......	·· ···	0 38 53,7	74,1	0,787	25	297
34	+37 30	−122 4	WEIHAI........	·· ···	0 43 11,9	74,3	0,789	28	301
35	+39 40	−106 40	WUDA..........	·· ···	0 33 48,6	84,6	0,871	14	288
36	+30 35	−114 19	WUHAN........	·· ···	0 24 42,4	60,9	0,681	21	289
37	+31 23	−118 25	WUHU..........	·· ···	0 29 33,9	61,4	0,686	25	293
38	+31 35	−120 19	WUXI...........	·· ···	0 31 46,5	61,0	0,682	27	295
39	+23 30	−111 21	WUZHOU.......	·· ···	0 12 24,1	42,4	0,525	18	283
40	+24 28	−118 5	XIAMEN........	·· ···	0 18 53,0	43,3	0,533	25	288
41	+34 16	−108 54	XI'AN...........	·· ···	0 26 30,2	71,5	0,767	16	287
42	+32 5	−112 3	XIANGFAN.....	·· ···	0 25 16,1	65,4	0,718	19	288

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
CHINE

n°	1^{er} 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	23 38 57,7	262	310	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 57 10,9	56	87
2	23 27 44,7	267	323	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 36 46,8	53	98
3	23 28 37,8	266	320	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 37 14,8	55	99
4	23 20 56,7	274	335	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 17 52,0	50	105
5	23 53 42,8	252	290	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 8 37,6	67	91
6	23 23 33,9	274	334	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 29 10,7	47	96
7	23 22 48,2	271	330	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 22 34,4	53	105
8	23 28 23,3	269	325	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 40 7,4	50	92
9	23 17 31,5	283	350	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 7 17,7	41	102
10	23 26 39,6	268	324	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 34 3,2	53	99
11	23 17 5,8	284	352	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 4 5,6	40	103
12	23 21 44,3	275	337	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 24 2,6	46	99
13	23 30 17,5	267	322	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 43 34,0	51	92
14	23 39 10,2	261	308	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 56 8,1	58	90
15	23 22 7,4	279	342	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 23 55,8	40	93
16	23 29 9,7	270	327	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 42 8,9	48	89
17	23 29 18,2	266	320	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 39 58,4	54	97
18	23 20 19,2	281	347	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 17 47,3	39	95
19	23 19 48,9	279	343	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 17 42,3	42	99
20	23 20 39,0	276	338	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 20 22,6	46	101
21	23 23 36,1	272	330	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 28 4,2	50	100
22	23 44 39,9	259	303	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 4 47,0	58	84
23	23 33 46,6	262	313	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 45 57,0	58	97
24	23 47 36,8	258	300	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 8 26,3	59	83
25	23 55 17,2	258	296	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 20 0,9	57	72
26	23 28 47,8	270	326	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 41 20,5	48	90
27	23 32 38,9	263	314	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 43 4,4	59	99
28	23 29 31,7	269	324	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 42 33,8	50	91
29	23 36 37,8	261	310	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 51 27,0	58	93
30	23 46 36,7	257	300	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 5 54,9	60	86
31	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 33 3,3	68	113
32	23 23 3,5	271	330	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 24 36,4	52	103
33	23 34 22,8	264	315	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 49 48,0	55	91
34	23 37 19,4	263	312	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 55 22,6	54	87
35	23 33 31,2	261	311	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 39 51,2	62	104
36	23 24 38,6	271	329	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 31 9,5	50	98
37	23 27 27,4	270	327	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 38 14,2	49	93
38	23 28 49,1	270	326	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 41 19,6	48	90
39	23 18 25,0	281	347	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 11 57,4	41	100
40	23 21 36,0	280	344	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 22 14,9	40	94
41	23 26 56,9	267	322	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 32 9,2	56	103
42	23 25 22,3	269	326	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 31 27,4	52	100

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS CHINE

	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	+44 35	−127 30	XIANGYANG	·· ···	1 1 1,4	85,6	0,878	29	313
2	+37 8	−114 29	XINGTAI....	·· ···	0 35 14,2	77,0	0,810	21	293
3	+36 35	−101 55	XINING......	·· ···	0 26 25,3	77,9	0,818	10	283
4	+32 10	−114 5	XINYANG...	·· ···	0 26 57,7	65,0	0,715	21	290
5	+34 17	−117 18	XUZHOU....	·· ···	0 33 6,6	69,1	0,748	24	294
6	+32 22	−119 22	YANGZHOU.	·· ···	0 32 2,9	63,5	0,702	26	294
7	+42 52	−129 32	YANJI.......	·· ···	1 0 50,9	80,7	0,839	31	314
8	+38 30	−106 19	YINCHUAN..	·· ···	0 31 41,7	82,0	0,851	14	287
9	+40 40	−122 17	YINGKOU...	·· ···	0 48 39,0	81,1	0,843	27	304
10	+43 50	− 81 28	YINING......	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
11	+28 39	−112 10	YIYANG.....	·· ···	0 20 10,7	56,3	0,644	19	286
12	+39 54	− 97 43	YUMEN......	·· ···	0 30 4,7	85,5	0,879	7	282
13	+24 31	−117 40	ZHANGZHOU	·· ···	0 18 35,0	43,6	0,535	25	288
14	+21 10	−110 20	ZHANJIANG.	·· ···	0 8 46,1	36,1	0,468	17	282
15	+34 45	−113 38	ZHENGZHOU	·· ···	0 30 40,7	71,6	0,768	20	291

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
CHINE

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	23 52 13,9	257	297	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 14 54,4	59	78
2	23 32 29,8	263	315	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 44 15,2	57	97
3	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 29 38,9	60	107
4	23 26 12,5	269	326	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 34 7,1	52	98
5	23 30 10,0	267	320	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 42 32,9	53	94
6	23 29 5,1	269	324	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 41 35,3	50	92
7	23 51 24,2	259	300	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 15 27,6	56	75
8	23 31 49,0	262	313	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 37 22,3	61	104
9	23 42 3,3	260	306	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 1 12,1	58	86
10	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 30 56,7	68	114
11	23 22 4,1	274	334	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 24 27,5	48	100
12	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 32 18,8	64	109
13	23 21 24,2	280	344	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 21 50,0	40	94
14	23 17 22,9	285	354	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 5 15,6	38	100
15	23 29 2,7	266	320	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 38 39,8	55	98

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
CORÉE DU NORD

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	+39 36	−125 42	ANJU	·· ···	0 50 49,8	76,7	0,808	30	307
2	+38 51	−125 10	CHINNAMP'O	·· ···	0 48 58,1	75,4	0,798	30	305
3	+41 50	−129 55	CH'ONGJIN ..	·· ···	0 59 43,3	78,3	0,820	32	314
4	+38 4	−125 40	HAEJU	·· ···	0 48 17,7	73,3	0,781	30	305
5	+39 54	−127 35	HAMHUNG ..	·· ···	0 53 38,5	76,0	0,802	31	309
6	+39 49	−127 40	HUNGNAM ..	·· ···	0 53 36,8	75,8	0,800	31	309
7	+37 59	−126 30	KAESONG ...	·· ···	0 49 11,1	72,6	0,775	31	306
8	+40 55	−129 21	KILCHU	·· ···	0 57 32,1	76,8	0,809	32	312
9	+42 10	−130 20	NAJIN	·· ···	1 0 47,4	78,6	0,823	32	315
10	+41 44	−129 40	NANAM	·· ···	0 59 14,3	78,3	0,820	32	313
11	+39 0	−125 47	PYONGYANG	·· ···	0 49 57,3	75,3	0,797	30	306
12	+38 30	−125 45	SARIWON	·· ···	0 49 6,1	74,3	0,788	30	306
13	+40 0	−128 13	SINP'O	·· ···	0 54 36,5	75,7	0,800	32	310
14	+40 4	−124 25	SINUIJU	·· ···	0 50 4,2	78,6	0,822	29	305
15	+40 50	−129 5	SONGJIN	·· ···	0 57 3,3	76,9	0,809	32	312
16	+42 19	−130 24	UNGGI	·· ···	1 1 6,7	78,9	0,825	32	315
17	+39 7	−127 26	WONSAN	·· ···	0 52 11,4	74,4	0,790	32	308
18	+39 31	−127 18	YONGHUNG .	·· ···	0 52 40,0	75,4	0,797	31	308

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
CORÉE DU NORD

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	23 43 6,5	262	307	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 4 28,8	55	81
2	23 41 35,3	262	309	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 2 23,6	54	82
3	23 50 13,1	260	302	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 14 30,3	55	74
4	23 40 54,0	263	310	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 1 47,6	53	81
5	23 45 11,0	262	306	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 7 51,5	54	78
6	23 45 8,3	262	306	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 7 51,0	54	78
7	23 41 30,1	263	310	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 2 55,8	53	80
8	23 48 19,0	261	304	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 12 13,2	54	75
9	23 51 7,4	260	301	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 15 38,8	55	73
10	23 49 49,6	260	302	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 13 58,2	55	74
11	23 42 18,9	262	308	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 3 35,4	54	81
12	23 41 34,6	263	309	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 2 40,7	54	81
13	23 45 54,5	262	306	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 8 60,0	54	77
14	23 42 45,1	261	307	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 3 19,9	56	83
15	23 47 56,3	261	304	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 11 40,6	54	75
16	23 51 24,8	260	300	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 15 58,3	55	73
17	23 43 55,4	262	308	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 6 19,3	53	78
18	23 44 22,5	262	307	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 6 47,2	54	78

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
CORÉE DU SUD

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	+36 37	−128 44	ANDONG....	·· ···	0 49 50,8	67,8	0,737	34	308
2	+35 10	−128 6	CHINJU......	·· ···	0 46 40,7	64,9	0,713	33	306
3	+35 50	−127 5	CHONJU.....	·· ···	0 46 26,3	67,2	0,732	32	305
4	+37 56	−127 40	CH'UNCH'ON	·· ···	0 50 34,6	71,6	0,767	32	307
5	+36 59	−127 53	CH'UNGJU ..	·· ···	0 49 19,4	69,3	0,749	33	307
6	+37 30	−126 38	INCH'ON	·· ···	0 48 34,0	71,4	0,766	31	306
7	+35 57	−126 42	KUNSAN	·· ···	0 46 8,5	67,8	0,737	32	305
8	+35 7	−126 52	KWANGJU ..	·· ···	0 45 0,4	65,7	0,720	32	304
9	+32 10	−128 35	MASAN......	·· ···	0 42 30,7	57,3	0,651	35	303
10	+34 50	−126 25	MOKPO	·· ···	0 43 58,8	65,3	0,717	32	303
11	+35 5	−129 2	PUSAN	·· ···	0 47 47,1	64,0	0,706	34	307
12	+36 25	−128 8	SANGJU	·· ···	0 48 44,1	67,8	0,737	33	307
13	+37 32	−127 0	SEOUL.......	·· ···	0 49 4,9	71,2	0,764	32	306
14	+37 16	−126 59	SUWON......	·· ···	0 48 37,8	70,6	0,759	32	306
15	+35 52	−128 36	TAEGU	·· ···	0 48 27,9	66,2	0,724	34	307
16	+36 20	−127 26	TAEJON.....	·· ···	0 47 41,7	68,1	0,740	32	306
17	+35 32	−129 21	ULSAN	·· ···	0 48 56,0	64,8	0,713	34	307

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
CORÉE DU SUD

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	23 41 43,9	265	313	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 3 59,5	50	76
2	23 39 15,9	267	316	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 0 18,0	49	77
3	23 39 9,2	266	315	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 59 57,1	50	79
4	23 42 29,0	264	310	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 4 39,3	52	78
5	23 41 24,0	265	312	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 3 18,7	51	77
6	23 40 57,3	264	311	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 2 17,0	52	79
7	23 38 57,3	266	315	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 59 34,1	50	79
8	23 38 2,8	266	317	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 58 15,7	49	79
9	23 36 15,0	270	323	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 55 6,1	45	76
10	23 37 17,2	267	317	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 57 1,0	49	80
11	23 40 4,9	267	316	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 1 37,4	48	75
12	23 40 53,4	265	313	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 2 40,7	50	77
13	23 41 19,7	264	311	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 2 54,7	52	79
14	23 40 57,1	264	312	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 2 24,7	52	79
15	23 40 38,0	266	314	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 2 24,3	49	76
16	23 40 7,4	265	314	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 1 25,5	50	78
17	23 40 57,6	266	315	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 2 58,6	48	75

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS JAPON

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	+39 44	−140 5	AKITA	·· ···	1 11 21,6	64,1	0,707	40	327
2	+43 46	−142 23	ASAHIKAWA ..	·· ···	1 20 28,4	70,4	0,758	38	334
3	+35 23	−138 42	FUJI SAN	·· ···	1 2 42,3	55,6	0,637	42	320
4	+36 4	−136 12	FUKUI	·· ···	0 59 45,5	59,8	0,672	40	317
5	+40 16	−141 20	FUKUOKA	·· ···	1 14 7,0	63,9	0,705	41	329
6	+37 44	−140 28	FUKUSHIMA ..	·· ···	1 9 5,8	59,1	0,666	42	326
7	+35 27	−136 46	GIFU	·· ···	0 59 41,9	57,8	0,655	41	318
8	+40 30	−141 30	HACHINOHE ..	·· ···	1 14 42,5	64,3	0,708	40	330
9	+41 46	−140 44	HAKODATE ...	·· ···	1 15 14,4	67,9	0,738	39	330
10	+34 42	−137 42	HAMAMATSU	·· ···	1 0 2,2	55,0	0,632	42	318
11	+34 50	−134 40	HIMEJI	·· ···	0 55 28,7	58,4	0,661	39	314
12	+40 34	−140 28	HIROSAKI	·· ···	1 13 9,1	65,6	0,719	40	328
13	+34 23	−132 27	HIROSHIMA ..	·· ···	0 51 27,5	59,4	0,669	38	310
14	+31 37	−130 32	KAGOSHIMA .	·· ···	0 44 18,7	54,4	0,627	37	305
15	+39 18	−141 52	KAMAISHI	·· ···	1 13 38,0	61,2	0,683	42	330
16	+36 35	−136 38	KANAZAWA ..	·· ···	1 1 13,7	60,6	0,678	40	318
17	+31 22	−130 50	KANOYA	·· ···	0 44 20,4	53,5	0,620	37	305
18	+35 32	−139 41	KAWASAKI ...	·· ···	1 4 33,0	54,9	0,631	43	322
19	+36 26	−139 18	KIRYU	·· ···	1 5 16,0	57,4	0,652	42	323
20	+33 52	−130 49	KITA KYUSHU	·· ···	0 48 17,6	59,6	0,670	36	308
21	+34 40	−135 12	KOBE	·· ···	0 56 2,1	57,5	0,653	40	314
22	+33 33	−133 32	KOCHI	·· ···	0 51 44,7	56,4	0,644	39	311
23	+37 23	−140 22	KORIYAMA ...	·· ···	1 8 25,3	58,4	0,661	42	325
24	+32 50	−130 42	KUMAMOTO .	·· ···	0 46 29,0	57,2	0,651	37	307
25	+33 20	−130 29	KURUME	·· ···	0 46 58,5	58,6	0,662	36	307
26	+42 58	−144 24	KUSHIRO	·· ···	1 22 37,3	66,5	0,726	40	337
27	+35 2	−135 45	KYOTO	·· ···	0 57 27,5	57,8	0,656	40	316
28	+35 30	−135 20	MAIZURU	·· ···	0 57 32,4	59,3	0,668	39	315
29	+35 29	−133 4	MATSUE	·· ···	0 54 6,1	61,5	0,686	38	312
30	+36 18	−137 58	MATSUMOTO	·· ···	1 2 54,4	58,5	0,661	41	320
31	+33 50	−132 47	MATSUYAMA .	·· ···	0 51 4,6	57,8	0,655	38	310
32	+36 22	−140 29	MITO	·· ···	1 7 7,2	55,9	0,640	43	324
33	+39 38	−141 59	MIYAKO	·· ···	1 14 17,4	61,8	0,688	41	330
34	+31 56	−131 27	MIYASAKI	·· ···	0 46 7,2	54,4	0,627	38	307
35	+39 43	−141 8	MORIOKA	·· ···	1 13 1,4	62,9	0,697	41	329
36	+42 21	−140 59	MURORAN	·· ···	1 16 25,6	68,9	0,746	39	331
37	+36 39	−138 10	NAGANO	·· ···	1 3 45,4	59,1	0,666	41	321
38	+37 27	−138 50	NAGAOKA	·· ···	1 6 1,5	60,3	0,676	41	323
39	+32 45	−129 52	NAGASAKI ...	·· ···	0 45 11,2	57,7	0,655	36	305
40	+35 8	−136 53	NAGOYA	·· ···	0 59 23,7	56,9	0,648	41	317
41	+26 10	−127 40	NAHA	·· ···	0 31 54,1	42,7	0,528	35	297
42	+37 58	−139 2	NIIGATA	·· ···	1 7 6,7	61,2	0,684	41	324

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
JAPON

	1er contact			2e contact			3e contact			4e 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	23 59 26,6	265	302	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 27 16,6	47	53
2	0 7 47,1	262	293	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 36 12,0	50	51
3	23 52 21,0	269	312	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 17 47,1	42	54
4	23 49 37,9	267	312	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 15 0,6	45	60
5	0 1 54,2	265	301	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 30 0,4	47	51
6	23 57 36,9	267	307	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 24 43,2	44	51
7	23 49 40,9	268	313	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 14 47,8	44	59
8	0 2 26,0	265	300	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 30 36,0	47	50
9	0 2 55,1	263	298	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 31 10,9	49	53
10	23 50 9,4	269	314	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 14 53,5	42	56
11	23 46 11,9	268	315	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 10 14,3	44	63
12	0 1 1,5	264	301	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 29 5,9	47	53
13	23 42 57,8	268	317	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 5 46,7	45	68
14	23 37 44,5	271	324	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 57 3,5	43	73
15	0 1 32,7	266	303	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 29 23,8	45	49
16	23 50 49,4	267	311	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 16 37,9	45	59
17	23 37 49,4	272	324	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 57 0,3	42	72
18	23 53 58,9	269	312	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 19 38,0	42	52
19	23 54 24,0	268	310	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 20 38,7	43	53
20	23 40 30,4	269	318	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 2 7,6	46	72
21	23 46 41,8	269	315	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 10 47,1	44	62
22	23 43 19,8	270	318	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 5 53,7	43	66
23	23 57 3,8	267	307	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 23 58,7	44	51
24	23 39 13,0	270	321	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 59 51,8	44	72
25	23 39 32,1	269	320	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 0 31,7	45	72
26	0 9 43,7	263	294	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 38 13,5	48	47
27	23 47 50,2	269	314	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 12 22,4	44	61
28	23 47 49,7	268	313	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 12 34,2	45	62
29	23 44 59,6	267	314	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 8 52,0	46	67
30	23 52 19,5	268	311	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 18 16,5	44	56
31	23 42 43,8	269	318	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 5 14,5	44	68
32	23 56 6,3	269	310	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 22 24,4	42	50
33	0 2 6,8	266	302	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 30 4,7	45	49
34	23 39 6,4	271	323	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 59 12,1	43	71
35	0 0 56,6	265	302	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 28 53,2	46	51
36	0 4 0,8	263	297	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 32 20,1	49	53
37	23 53 0,7	267	310	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 19 12,9	44	56
38	23 54 53,8	267	308	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 21 39,4	45	55
39	23 38 13,1	270	321	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 58 21,3	45	74
40	23 49 29,1	269	314	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 14 23,7	43	58
41	23 30 3,1	278	338	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 39 58,8	37	79
42	23 55 47,8	266	307	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 22 50,2	45	54

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
JAPON

	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	+33 15	−131 36	OITA	·· ···	0 48 25,7	57,5	0,653	37	308
2	+31 22	−130 57	OKASAKI	·· ···	0 44 30,3	53,4	0,619	37	305
3	+34 40	−133 54	OKAYAMA	·· ···	0 54 3,3	58,8	0,663	39	313
4	+34 40	−135 30	OSAKA	·· ···	0 56 30,0	57,2	0,651	40	315
5	+34 35	−135 28	SAKAI	·· ···	0 56 19,1	57,0	0,649	40	315
6	+38 55	−139 51	SAKATA	·· ···	1 9 48,8	62,5	0,694	41	326
7	+43 5	−141 21	SAPPORO	·· ···	1 17 58,8	70,1	0,755	38	332
8	+33 10	−129 42	SASEBO	·· ···	0 45 37,3	58,8	0,664	36	306
9	+31 50	−130 17	SENDAI	·· ···	0 44 18,4	55,1	0,633	36	305
10	+33 59	−130 58	SHIMONOSEKI	·· ···	0 48 41,5	59,8	0,672	36	308
11	+34 59	−138 24	SHIZUOKA	·· ···	1 1 36,4	55,0	0,632	42	320
12	+36 47	−137 0	TAKAOKA	·· ···	1 2 6,5	60,7	0,679	40	319
13	+34 3	−134 34	TOKUSHIMA ..	·· ···	0 54 5,8	56,7	0,646	39	313
14	+35 40	−139 45	TOKYO	·· ···	1 4 51,6	55,1	0,633	43	322
15	+36 33	−139 52	UTSUNOMIYA	·· ···	1 6 22,2	57,1	0,649	42	324
16	+45 26	−141 43	WAKKANAI ...	·· ···	1 21 35,5	74,6	0,791	37	334
17	+35 28	−139 38	YOKOHAMA ..	·· ···	1 4 22,0	54,8	0,630	43	322
18	+39 20	−140 31	YOKOTE	·· ···	1 11 29,1	62,7	0,696	41	327

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS JAPON

	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	23 40 41,4	270	320	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 2 9,6	44	70
2	23 37 57,4	272	324	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	1 57 11,5	42	72
3	23 45 2,5	268	316	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 8 40,5	45	65
4	23 47 5,4	269	315	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 11 16,3	43	62
5	23 46 57,2	269	315	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 11 3,4	43	62
6	23 58 6,6	266	304	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 25 39,3	46	53
7	0 5 28,1	262	295	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 33 49,5	50	53
8	23 38 30,3	269	320	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	1 58 56,1	45	74
9	23 37 41,3	271	323	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	1 57 7,0	43	73
10	23 40 48,5	269	318	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 2 35,9	46	71
11	23 51 28,6	269	313	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 16 33,4	42	55
12	23 51 33,4	267	310	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 17 34,5	45	59
13	23 45 11,1	269	317	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 8 33,7	43	64
14	23 54 13,5	269	311	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 19 59,0	42	52
15	23 55 22,3	268	309	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 21 45,1	43	52
16	0 9 2,7	260	290	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 37 6,3	52	54
17	23 53 50,0	269	312	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 19 25,8	42	52
18	23 59 34,7	265	303	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 27 20,8	46	52

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
MONGOLIE

	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	+48 2	−114 32	CHOYBALSAN .	.. ...	0 53 38,1	98,3	0,980	19	301
2	+49 30	−105 58	DARHAN	2 27,5	0 50 10,6	100,0	1,017	13	293
3	+45 10	− 97 40	ERDENE........	.. ...	0 38 43,8	96,4	0,964	7	284
4	+47 40	−107 12	NALAYH........	.. ...	0 47 43,5	99,5	0,992	14	293
5	+47 54	−106 52	ULAANBAATAR	.. ...	0 47 55,5	99,8	0,996	14	293
6	+49 59	− 92 0	ULAANGOM ...	1 44,7	0 45 15,3	100,0	1,008	3	281
7	+47 42	− 96 52	ULIASTAY......	0 30,7	0 42 46,0	100,0	1,000	7	284

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS MONGOLIE

	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	23 49 32,5	253	293	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 2 47,4	67	95
2	23 49 2,7	252	292	0 48 57,0	101	138	0 51 24,5	297	333	1 56 3,9	70	102
3	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 41 37,8	69	108
4	23 46 13,7	254	295	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 54 14,4	69	101
5	23 46 32,0	253	295	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 54 17,8	69	101
6	.. ..	...	...	0 44 23,1	142	182	0 46 7,8	252	292	1 46 16,5	73	109
7	.. ..	...	...	0 42 30,8	31	72	0 43 1,5	4	45	1 45 27,3	71	108

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
RUSSIE

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	+53 43	− 91 25	ABAKAN	.. ...	0 51 38,9	96,4	0,965	3	282
2	+64 45	−177 29	ANADYR	.. ...	2 11 27,5	81,2	0,844	18	29
3	+52 31	−103 55	ANGARSK....................	.. ...	0 54 20,4	98,7	0,985	11	293
4	+64 32	− 40 40	ARKHANGELSK	.. ...	.. ..	...	...	..	...
5	+46 22	− 48 4	ASTRAKHAN	.. ...	.. ..	...	...	..	...
6	+53 21	− 83 45	BARNAUL....................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
7	+50 38	− 36 36	BELGOROD	.. ...	.. ..	...	...	..	...
8	+52 35	− 85 16	BIYSK	.. ...	.. ..	...	...	..	...
9	+56 20	−101 50	BRATSK......................	.. ...	1 0 4,7	94,0	0,945	9	293
10	+53 15	− 34 9	BRYANSK	.. ...	.. ..	...	...	..	...
11	+56 8	− 47 12	CHEBOKSARY	.. ...	.. ..	...	...	..	...
12	+55 12	− 61 25	CHELYABINSK...............	.. ...	.. ..	...	...	..	...
13	+59 9	− 37 50	CHEREPOVETS	0 1,7	.. ..	...	...	..	...
14	+52 3	−113 35	CHITA	2 19,1	0 59 44,6	100,0	1,011	17	302
15	+56 20	− 44 0	GORKIY	.. ...	.. ..	...	...	..	...
16	+43 21	− 45 42	GROZNYY....................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
17	+56 49	− 53 11	IJEVSK	0 2,2	.. ..	...	...	..	...
18	+52 18	−104 15	IRKUTSK.....................	.. ...	0 54 8,1	99,0	0,988	11	293
19	+57 0	− 41 0	IVANOVO	.. ...	.. ..	...	...	..	...
20	+56 49	− 35 57	KALININ	.. ...	.. ..	...	...	..	...
21	+54 40	− 20 30	KALININGRAD	.. ...	.. ..	...	...	..	...
22	+54 31	− 36 16	KALUGA	.. ...	.. ..	...	...	..	...
23	+55 45	− 49 10	KAZAN	0 1,2	.. ..	...	...	..	...
24	+55 25	− 86 5	KEMEROVO..................	.. ...	0 53 35,7	94,6	0,950	0	278
25	+48 32	−135 8	KHABAROVSK...............	.. ...	1 16 30,4	86,8	0,888	31	326
26	+58 38	− 49 38	KIROV	.. ...	.. ..	...	...	..	...
27	+50 32	−136 59	KOMSOMOLSK-SUR-AMOUR	.. ...	1 21 32,4	88,8	0,903	31	330
28	+57 46	− 40 59	KOSTROMA	.. ...	.. ..	...	...	..	...
29	+45 2	− 39 0	KRASNODAR	.. ...	.. ..	...	...	..	...
30	+56 5	− 92 46	KRASNOYARSK.............	.. ...	0 56 13,9	93,5	0,942	4	284
31	+55 30	− 65 20	KURGAN	.. ...	.. ..	...	...	..	...
32	+51 45	− 36 14	KURSK	.. ...	.. ..	...	...	..	...
33	+53 10	− 50 10	KUYBYSHEV................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
34	+59 55	− 30 25	LENINGRAD	.. ...	.. ..	...	...	..	...
35	+52 37	− 39 36	LIPETSK	.. ...	.. ..	...	...	..	...
36	+59 38	−150 50	MAGADAN	.. ...	1 46 37,8	91,8	0,927	26	354
37	+53 28	− 59 6	MAGNITOGORSK............	0 2,9	.. ..	...	...	..	...
38	+42 59	− 47 30	MAKHACHKALA.............	.. ...	.. ..	...	...	..	...
39	+55 45	− 37 42	MOSCOU	.. ...	.. ..	...	...	..	...
40	+68 59	− 33 8	MURMANSK	.. ...	.. ..	...	...	..	...
41	+43 31	− 43 38	NALCHIK	.. ...	.. ..	...	...	..	...
42	+56 20	− 44 0	NIJNI-NOVGOROD...........	.. ...	.. ..	...	...	..	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
RUSSIE

	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	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 52 24,3	75	108
2	1 5 55,3	258	253	.. ..	...	...	.. ..	...	...	3 15 12,4	59	41
3	23 53 51,8	250	287	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 59 8,6	73	102
4	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
5	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
6	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 48 14,5	75	110
7	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
8	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 47 29,8	75	110
9	0 0 19,4	248	282	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 3 37,7	75	102
10	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
11	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
12	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
13	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
14	23 56 9,9	251	287	0 58 35,2	139	171	1 0 54,3	260	292	2 7 46,7	70	94
15	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
16	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
17	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
18	23 53 33,1	250	288	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 59 4,8	72	102
19	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
20	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
21	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
22	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
23	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
24	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 52 46,5	76	109
25	0 5 43,1	256	287	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 30 54,1	59	67
26	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
27	0 10 40,9	255	283	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 35 27,1	60	65
28	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
29	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
30	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 57 13,3	76	106
31	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
32	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
33	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
34	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
35	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
36	0 37 5,3	253	266	.. ..	...	...	.. ..	...	...	2 56 30,8	62	55
37	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
38	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
39	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
40	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
41	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
42	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
RUSSIE

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	+58 0	− 59 58	NIZHNIY TAGIL..................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
2	+58 30	− 31 20	NOVGOROD.......................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
3	+53 45	− 87 12	NOVOKUZNETSK................	.. ...	0 50 50,2	96,6	0,966	1	279
4	+44 44	− 37 46	NOVOROSSIYSK.................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
5	+55 4	− 83 5	NOVOSIBIRSK....................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
6	+55 0	− 73 22	OMSK...............................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
7	+43 2	− 44 43	ORDZHONIKIDZE................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
8	+52 58	− 36 4	OREL...............................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
9	+51 50	− 55 0	ORENBURG.......................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
10	+51 13	− 58 35	ORSK...............................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
11	+53 11	− 45 0	PENZA..............................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
12	+56 40	− 38 50	PERESLAV ZALESSKIY...........	.. ...	.. ..	...	...	..	...
13	+58 1	− 56 10	PERM...............................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
14	+53 3	−158 43	PETROPAVLOSK-KAMCHATSKIY	.. ...	1 52 43,1	72,3	0,773	32	5
15	+61 46	− 34 19	PETROZAVODSK.................	0 3,3	.. ..	...	...	..	...
16	+55 23	− 37 32	PODOLSK..........................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
17	+53 55	− 86 45	PROKOPYEVSK..................	.. ...	0 51 3,4	96,4	0,965	0	278
18	+57 48	− 28 26	PSKOV.............................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
19	+44 4	− 43 6	PYATIGORSK.....................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
20	+57 11	− 39 23	ROSTOV...........................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
21	+47 15	− 39 45	ROSTOV-SUR-LE-DON............	.. ...	.. ..	...	...	..	...
22	+54 37	− 39 43	RYAZAN...........................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
23	+58 3	− 38 50	RYBINSK..........................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
24	+54 12	− 45 10	SARANSK.........................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
25	+51 30	− 45 55	SARATOV.........................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
26	+64 35	− 39 50	SEVERODVINSK..................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
27	+47 43	− 40 16	SHAKHTY.........................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
28	+54 49	− 32 4	SMOLENSK........................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
29	+43 35	− 39 46	SOCHI.............................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
30	+45 3	− 41 59	STAVROPOL......................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
31	+53 40	− 55 59	STERLITAMAK...................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
32	+59 55	− 30 25	ST PETERSBOURG...............	.. ...	.. ..	...	...	..	...
33	+56 26	− 40 29	SUZDAL...........................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
34	+56 52	− 60 35	SVERDLOVSK.....................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
35	+61 42	− 50 45	SYKTYVKAR......................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
36	+47 14	− 38 55	TAGANROG.......................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
37	+52 44	− 41 28	TAMBOV..........................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
38	+53 32	− 49 24	TOLYATTI.........................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
39	+56 30	− 85 5	TOMSK............................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
40	+54 11	− 37 38	TULA..............................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
41	+57 11	− 65 31	TYUMEN..........................	.. ...	.. ..	...	...	..	...
42	+54 45	− 55 58	UFA...............................	0 3,7	.. ..	...	...	..	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS RUSSIE

	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	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 50 21,5	75	109
4	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
5	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 50 59,8	76	110
6	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 48 23,7	76	111
7	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
8	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
9	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
10	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
11	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
12	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
13	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
14	0 41 8,6	261	270	.. ..	...	...	.. ..	...	...	3 3 38,0	52	37
15	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
16	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
17	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 50 26,9	76	109
18	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
19	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
20	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
21	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
22	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
23	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
24	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
25	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
26	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
27	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
28	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
29	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
30	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
31	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
32	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
33	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
34	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
35	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
36	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
37	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
38	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
39	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	1 54 15,4	77	108
40	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
41	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...
42	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...	.. ..	...	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
RUSSIE

	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	+51 55	−107 40	ULAN-UDE..........	·· ···	0 55 26,0	99,9	0,998	14	296
2	+54 19	− 48 22	ULYANOVSK........	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
3	+56 8	− 40 25	VLADIMIR..........	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
4	+43 9	−131 53	VLADIVOSTOK.....	·· ···	1 4 22,1	79,4	0,829	33	317
5	+48 45	− 44 30	VOLGOGRAD.......	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
6	+59 10	− 39 55	VOLOGDA..........	0 3,3	·· ·· ···	···	···	··	···
7	+48 48	− 44 45	VOLZHSKIY.........	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
8	+51 40	− 39 13	VORONEZH.........	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
9	+60 45	− 28 41	VYBORG............	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
10	+62 10	−129 50	YAKUTSK...........	·· ···	1 28 34,3	98,3	0,980	19	327
11	+57 34	− 39 52	YAROSLAVL........	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
12	+54 4	− 37 32	YASNAYA POLYANA	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
13	+56 38	− 47 52	YOSHKAR OLA.....	0 3,1	·· ·· ···	···	···	··	···
14	+56 20	− 38 10	ZAGORSK...........	·· ···	·· ·· ···	···	···	··	···
15	+55 10	− 59 38	ZLATOUST..........	0 2,3	·· ·· ···	···	···	··	···

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
RUSSIE

	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	23 53 46,0	251	288	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 1 34,2	71	100
2	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
3	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
4	23 54 9,3	259	298	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 19 26,8	55	71
5	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
6	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
7	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
8	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
9	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
10	0 22 53,0	248	268	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	2 36 24,5	71	78
11	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
12	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
13	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
14	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···
15	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···	·· ·· ···	···	···