

Institut de Mécanique Céleste et de Calcul d'Éphémérides
Observatoire de Paris — Bureau des longitudes
UMR 8028 du CNRS

**CALCUL DES CIRCONSTANCES DE L'ÉCLIPSE TOTALE DE SOLEIL
DU 2 JUILLET 2019**

le : 5 janvier 2019

P. ROCHER

Email : rocher@imcce.fr

TABLE DES MATIÈRES

Avertissement	
Information	3
Précision dans le calcul des prédictions d'éclipses	3
Recommandation	4
Généralités et définitions	
Généralités et définitions	5
Liste des tableaux et cartes contenus dans ce document	6
Calcul des phases d'une éclipse pour un lieu donné	7
Données relatives à l'éclipse	
Éphémérides de la Lune et du Soleil le 2 juillet 2019	10
Éphémérides de la Lune et du Soleil le 3 juillet 2019	11
Paramètres physiques utilisés dans les calculs	12
Éléments de l'éclipse totale du 2 juillet 2019	12
Circonstances de l'éclipse générale	12
Éléments de Bessel sous forme polynomiale	13
Éléments de Bessel (notation française)	14
Éléments de Bessel (notation américaine)	15
Exemple de calcul	
Exemple de calcul avec les éléments de Bessel	16
Ligne de centralité	
Ligne de centralité	19
Circonstances locales sur la ligne de centralité	24
Circonstances locales	
Circonstances locales pour des lieux géographiques donnés	29
Amérique	
Argentine	30
Bolivie	32
Brésil	34
Chili	38
Colombie	40
Colombie et Costa Rica	42
Équateur et Nicaragua	44
Panama	46
Paraguay	48
Pérou	50
Uruguay	52
Îles du Pacifique et de l'Atlantique	52
DESSINS ET CARTES	
Figures	56
Carte générale et locale	58

AVERTISSEMENT

Information

La présente note contient les prédictions pour l'éclipse totale du 2 juillet 2019.

Précision dans le calcul des prédictions d'éclipses

Les différents organismes nationaux producteurs d'éphémérides publient dans leurs éphémérides et dans des bulletins spécifiques les circonstances générales et locales des éclipses de Lune et de Soleil. Parmi ces organismes figurent entre autres :

- l'**U.S. Naval Observatory**, qui publie l'*Astronomical Almanac*,
- la **Division Astronomie du Département d'Hydrographie de Tokyo**, qui publie les *Éphémérides Japonaises*,
- le **Département de Météorologie Indienne** qui publie les *Éphémérides Astronomiques Indiennes*,
- l'**Institut de Mécanique Céleste** qui publie la *Connaissance des Temps* et les *Éphémérides Astronomiques*. À cette liste il convient d'ajouter, la **NASA** qui publie et diffuse régulièrement des bulletins spécifiques aux éclipses de Soleil.

Si on compare les prédictions de ces différentes publications, on constate des écarts, sur les instants des conjonctions en longitudes, sur les limites des bandes de centralité et sur les circonstances locales des éclipses. Ces écarts proviennent des différences entre les paramètres utilisés dans les calculs de prédiction.

Le premier choix porte sur les éphémérides et les théories utilisées dans le calcul des positions apparentes de la Lune et du Soleil. Tous ces organismes cités ci-dessus utilisent pour le calcul des éphémérides de la Lune et du Soleil les résultats de l'intégration numérique américaine du **Jet Propulsion Laboratory**. À l'institut, nous utilisons, pour la Lune et le Soleil les résultats de l'intégration numérique INPOP06 effectuée à l'Institut (A. Fienga et al, 2008). Cette intégration numérique et les éphémérides américaines sont suffisamment proches pour ne pas entraîner des écarts dans les prédictions. Par contre tous les organismes nationaux, à l'exception de la NASA, effectuent une correction empirique en latitude et en longitude dans le calcul des éphémérides des positions apparentes de la Lune. Cette correction a pour but de passer des coordonnées du centre de masse de la Lune aux coordonnées du centre optique de la Lune. Cette correction est de $+0,50''$ en longitude et de $-0,25''$ en latitude. L'absence de cette correction dans les bulletins de la NASA, explique les écarts constatés sur les instants de conjonction et une partie des écarts dans la détermination des lignes de centralité (décalage de la ligne de centralité).

Un deuxième paramètre important dans l'explication des écarts constatés entre les différentes prédictions, est la valeur du paramètre k utilisée dans les calculs. k est la valeur du rayon moyen de la Lune exprimé en rayon terrestre. Jusqu'en 1982, on utilisait deux valeurs distinctes de k , une première ($k = 0,272\,488\,0$) dans le cas général et une spécifique ($k = 0,272\,281$) uniquement pour le calcul des quantités liées à l'ombre dans le cas des éclipses totales. Le fait d'utiliser deux valeurs différentes pour les éclipses centrales posait des problèmes de discontinuité pour les éclipses mixtes. En 1982 l'Union Astronomique Internationale a recommandé d'adopter une valeur unique pour k ($k = 0,272\,507\,6$) dans tous les calculs relatifs aux éclipses. Cette recommandation a été suivie par tous les organismes à l'exception de la NASA qui continue à utiliser deux paramètres distincts, en prenant comme première valeur de k la valeur recommandée par l'UAI ($k = 0,272\,507\,6$) et en étendant l'utilisation de la deuxième valeur de k ($k = 0,272\,281$) au cas des éclipses annulaires. Cela produit donc de nouveaux écarts entre les résultats des Bulletins de la NASA et les prédictions des autres organismes, cela se traduit dans les bulletins de la NASA par une ligne de centralité plus large dans le cas des éclipses annulaires et moins large dans le cas des éclipses totales, de même cela affecte les calculs relatifs aux durées des phases centrales.

Ces choix sont la source des écarts observés entre les différentes publications et les bulletins de la NASA.

La valeur de l'aplatissement terrestre entre également dans les calculs des coordonnées géographiques des différentes lignes calculées. Mais les écarts produits par les variations possibles de cette valeur sont négligeables.

Par contre, les différences d'estimation de l'écart entre le temps terrestre et le temps universel affectent les résultats publiés. Cela modifie l'instant de la conjonction et les valeurs des instants et des longitudes dans les phases de l'éclipse.

Recommandation

Ces écarts entre diverses publications sont source d'erreurs et de confusions, surtout aux voisinages des limites de la bande de totalité. Il convient donc d'être prudent lors de l'utilisation ou lors des calculs des données relatives aux circonstances locales aux voisinages des limites de cette bande de centralité. En fonction de la publication utilisée, un lieu peut être ou ne pas être dans cette bande. Il faut savoir qu'en ces lieux, une variation de position de quelques kilomètres, peut changer de manière significative l'observation de la centralité. **Pour une bonne observation de l'éclipse et pour minimiser les conséquences liées aux incertitudes sur ces calculs, il convient de se rapprocher le plus possible de la ligne de centralité.** De plus pour un calcul rigoureux des instants et des positions des contacts intérieurs il est nécessaire de tenir compte de l'aspect réel du profil du limbe lunaire.

Remarque sur les coordonnées des villes

Les coordonnées géographiques des villes des différents pays sont issues d'atlas géographiques ou de bases de données : GEONet Names Server (GNS), Institut Géographique National (IGN). Ces bases de données et ces atlas géographiques ne sont pas exempts d'erreurs le nombre de villes dépassant plusieurs millions. Si vous devez vous rendre en un lieu précis pour observer une éclipse, il convient de vérifier les coordonnées du lieu afin d'être sûr que les valeurs fournies dans les circonstances locales de l'éclipse sont correctes.

De plus les cartes d'éclipses étant tracées plusieurs années en avance, elles peuvent présenter des erreurs d'ordre géopolitique, mauvais tracé d'une frontière ou ancien nom de ville ou de pays.

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'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'obscuration* 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 $+90^\circ$. 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'obscuration (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'obscuration (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. Dans ce document, on donne uniquement les circonstances locales pour les plus grandes villes des pays. Les circonstances locales pour toutes les villes comprises dans les bandes de centralité se trouvent dans des documents spécifiques, ces documents pouvant être très volumineux en fonction de la densité de l'urbanisation.

Remarque : l'utilisation du formulaire et des éléments de Bessel permettent 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 phénomènes doivent être corrigées de $\delta\lambda = -1,002738 \times \delta t$ (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 :

$$\begin{aligned} u_e &= z \cdot \tan f_e + k \cdot \sec f_e, \\ u_i &= z \cdot \tan f_i + k \cdot \sec f_i, \end{aligned}$$

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 :

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

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 exprimé en mètres et f l'aplatissement de l'ellipsoïde terrestre ($f = 1/298,257 = 0,003\,352\,81$).

Les variations horaires $\dot{\xi}, \dot{\eta}, \dot{\zeta}$ 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 des premier et quatrième contacts (contacts extérieurs) des valeurs approchées déduites de la carte de l'éclipse et l'on prend comme valeurs de départ des second et 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 :

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

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

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

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

et les instants des second et 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 :

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

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 2 JUILLET 2019

Instants en UT.	Coordonnées équatoriales géocentriques apparentes du Soleil			Coordonnées équatoriales géocentriques apparentes de la Lune			Écart en ascension droite Lune – Soleil
	ascension droite		déclinaison	ascension droite		déclinaison	
	h	m s	° ′ ″	h	m s	° ′ ″		h m s
0	6 42	54,4654	+23 4 9,4744	5 56	27,6979	+21 45 31,9741	– 0 46 26,8068
1	6 43	4,8042	+23 3 58,8674	5 58	59,9296	+21 48 46,5485	– 0 44 4,9141
2	6 43	15,1425	+23 3 48,2185	6 1	32,4208	+21 51 52,5747	– 0 41 42,7613
3	6 43	25,4804	+23 3 37,5276	6 4	5,1655	+21 54 49,9964	– 0 39 20,3545
4	6 43	35,8178	+23 3 26,7947	6 6	38,1576	+21 57 38,7588	– 0 36 57,6999
5	6 43	46,1548	+23 3 16,0199	6 9	11,3909	+22 0 18,8086	– 0 34 34,8036
6	6 43	56,4913	+23 3 5,2032	6 11	44,8591	+22 2 50,0939	– 0 32 11,6720
7	6 44	6,8273	+23 2 54,3445	6 14	18,5556	+22 5 12,5645	– 0 29 48,3116
8	6 44	17,1628	+23 2 43,4440	6 16	52,4738	+22 7 26,1717	– 0 27 24,7289
9	6 44	27,4979	+23 2 32,5015	6 19	26,6071	+22 9 30,8685	– 0 25 0,9307
10	6 44	37,8325	+23 2 21,5171	6 22	0,9487	+22 11 26,6093	– 0 22 36,9238
11	6 44	48,1666	+23 2 10,4908	6 24	35,4916	+22 13 13,3506	– 0 20 12,7151
12	6 44	58,5003	+23 1 59,4227	6 27	10,2289	+22 14 51,0503	– 0 17 48,3115
13	6 45	8,8334	+23 1 48,3127	6 29	45,1534	+22 16 19,6683	– 0 15 23,7202
14	6 45	19,1661	+23 1 37,1608	6 32	20,2579	+22 17 39,1659	– 0 12 58,9484
15	6 45	29,4983	+23 1 25,9670	6 34	55,5352	+22 18 49,5066	– 0 10 34,0034
16	6 45	39,8300	+23 1 14,7314	6 37	30,9779	+22 19 50,6556	– 0 8 8,8924
17	6 45	50,1612	+23 1 3,4539	6 40	6,5786	+22 20 42,5799	– 0 5 43,6230
18	6 46	0,4919	+23 0 52,1347	6 42	42,3297	+22 21 25,2485	– 0 3 18,2026
19	6 46	10,8222	+23 0 40,7736	6 45	18,2237	+22 21 58,6323	– 0 0 52,6389
20	6 46	21,1519	+23 0 29,3706	6 47	54,2529	+22 22 22,7040	+ 0 1 33,0605
21	6 46	31,4811	+23 0 17,9259	6 50	30,4096	+22 22 37,4385	+ 0 3 58,8880
22	6 46	41,8099	+23 0 6,4394	6 53	6,6861	+22 22 42,8124	+ 0 6 24,8356
23	6 46	52,1381	+22 59 54,9110	6 55	43,0745	+22 22 38,8046	+ 0 8 50,8958

ÉPHÉMÉRIDES DE LA LUNE ET DU SOLEIL LE 3 JUILLET 2019

Instants en UT.	Coordonnées équatoriales géocentriques apparentes du Soleil		Coordonnées équatoriales géocentriques apparentes de la Lune		Écart en ascension droite Lune – Soleil
	ascension droite	déclinaison	ascension droite	déclinaison	
h	h m s	° / ′ ″	h m s	° / ′ ″	h m s
0	6 47 2,4658	+22 59 43,3409	6 58 19,5669	+22 22 25,3959	+ 0 11 17,0605
1	6 47 12,7931	+22 59 31,7290	7 0 56,1556	+22 22 2,5690	+ 0 13 43,3219
2	6 47 23,1198	+22 59 20,0754	7 3 32,8325	+22 21 30,3089	+ 0 16 9,6721
3	6 47 33,4460	+22 59 8,3800	7 6 9,5898	+22 20 48,6026	+ 0 18 36,1031
4	6 47 43,7717	+22 58 56,6428	7 8 46,4193	+22 19 57,4390	+ 0 21 2,6070
5	6 47 54,0968	+22 58 44,8639	7 11 23,3132	+22 18 56,8093	+ 0 23 29,1757
6	6 48 4,4215	+22 58 33,0433	7 14 0,2634	+22 17 46,7067	+ 0 25 55,8012
7	6 48 14,7457	+22 58 21,1809	7 16 37,2619	+22 16 27,1267	+ 0 28 22,4755
8	6 48 25,0693	+22 58 9,2768	7 19 14,3007	+22 14 58,0666	+ 0 30 49,1907
9	6 48 35,3924	+22 57 57,3310	7 21 51,3718	+22 13 19,5261	+ 0 33 15,9386
10	6 48 45,7149	+22 57 45,3435	7 24 28,4670	+22 11 31,5069	+ 0 35 42,7113
11	6 48 56,0370	+22 57 33,3144	7 27 5,5786	+22 9 34,0129	+ 0 38 9,5008
12	6 49 6,3585	+22 57 21,2435	7 29 42,6984	+22 7 27,0501	+ 0 40 36,2991
13	6 49 16,6795	+22 57 9,1310	7 32 19,8186	+22 5 10,6265	+ 0 43 3,0983
14	6 49 27,0000	+22 56 56,9768	7 34 56,9312	+22 2 44,7525	+ 0 45 29,8904
15	6 49 37,3199	+22 56 44,7809	7 37 34,0283	+22 0 9,4404	+ 0 47 56,6676
16	6 49 47,6393	+22 56 32,5434	7 40 11,1021	+21 57 24,7047	+ 0 50 23,4220
17	6 49 57,9581	+22 56 20,2642	7 42 48,1447	+21 54 30,5620	+ 0 52 50,1459
18	6 50 8,2764	+22 56 7,9435	7 45 25,1486	+21 51 27,0310	+ 0 55 16,8314
19	6 50 18,5942	+22 55 55,5811	7 48 2,1058	+21 48 14,1325	+ 0 57 43,4709
20	6 50 28,9114	+22 55 43,1770	7 50 39,0089	+21 44 51,8894	+ 1 0 10,0568
21	6 50 39,2281	+22 55 30,7314	7 53 15,8502	+21 41 20,3267	+ 1 2 36,5815
22	6 50 49,5442	+22 55 18,2442	7 55 52,6223	+21 37 39,4714	+ 1 5 3,0375
23	6 50 59,8597	+22 55 5,7154	7 58 29,3178	+21 33 49,3524	+ 1 7 29,4174
24	6 51 10,1747	+22 54 53,1450	8 1 5,9292	+21 29 50,0009	+ 1 9 55,7138

PARAMÈTRES PHYSIQUES UTILISÉS DANS CES CALCULS

- la parallaxe horizontale du Soleil à une unité astronomique : $\pi_0 = 8,794\,143''$.
 - 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 : $r_0 = 6\,378\,136,60\text{ m}$
 - le carré de l'ellipticité de l'ellipsoïde terrestre : $e^2 = 0,006\,694\,40$.
 - la différence estimée entre le Temps terrestre (TT) et le Temps universel (UT) : $\Delta T_e = 69,184\text{ s}$
- 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.
- Pour tenir compte des écarts entre le centre optique et le centre de masse de la Lune les positions de la Lune ont été corrigées de $0,50''$ en longitude et de $-0,24''$ en latitude.

Les éphémérides utilisées pour le calcul des positions du Soleil et de la Terre sont les éphémérides INPOP06 (A. Fienga et al., 2008) élaborées à l'IMCCE. Pour ce calcul la valeur du TE – TU a été exceptionnellement forcée. Pour le calcul des positions apparentes nous avons utilisé les théories suivantes : La théorie de la précession UAI 2000, la théorie de la nutation 2000A (2003) et la formule du calcul du temps sidéral UAI 2000.

ÉLÉMENTS DE L'ÉCLIPSE TOTALE DU 2 JUILLET 2019

Instant de la conjonction géocentrique en ascension droite
le 2 juillet 2019 à 19h 21m 41,000s UT.

Ascension droite du Soleil	: 6h 46m 14,552s.
Déclinaison du Soleil	: +23° 0' 36,66''.
Ascension droite de la Lune	: 6h 46m 14,552s.
Déclinaison de la Lune	: +22° 22' 8,40''.
Parallaxe équatoriale du Soleil	: 8,65''.
Parallaxe équatoriale de la Lune	: 59' 37,74''.
Demi-diamètre vrai du Soleil	: 15' 43,84''.
Demi-diamètre vrai de la Lune	: 16' 14,85''.

CIRCONSTANCES DE L'ÉCLIPSE GÉNÉRALE

magnitude : 1,0234

	UT	Longitude	Latitude
Commencement de l'éclipse générale	: le 2 à 16h 55,2m	+151° 56,3'	–23° 53,2'
Commencement de l'éclipse totale	: le 2 à 18h 1,1m	+160° 22,9'	–37° 18,0'
Commencement de l'éclipse centrale	: le 2 à 18h 2,3m	+160° 25,3'	–37° 39,8'
Éclipse centrale à midi ou minuit vrai	: le 2 à 19h 21,7m	+109° 24,0'	–17° 24,6'
Maximum de l'éclipse	: le 2 à 19h 23,0m	+108° 59,8'	–17° 23,7'
Fin de l'éclipse centrale	: le 2 à 20h 43,6m	+ 57° 42,5'	–35° 47,9'
Fin de l'éclipse totale	: le 2 à 20h 44,8m	+ 57° 45,8'	–35° 25,3'
Fin de l'éclipse générale	: le 2 à 21h 50,6m	+ 66° 29,5'	–21° 57,5'

ÉLÉMENTS DE BESSEL SOUS FORME POLYNOMIALE
(notation française)

Les séries suivantes représentent un ajustement polynomial 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 $t = (T - 16\text{h}) + \delta T/3600$, T est exprimé en heures et fraction d'heure. Ces équations ne sont valides que sur l'intervalle $16\text{h} < T < 22\text{h}$, 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.

$$\begin{aligned}
 x &= -1,902\,775\,43 + 0,565\,811\,13 \times t + 0,000\,106\,04 \times t^2 - 0,000\,008\,79 \times t^3 \\
 y &= -0,683\,625\,51 + 0,011\,391\,50 \times t - 0,000\,124\,85 \times t^2 - 0,000\,000\,27 \times t^3 \\
 \sin d &= 0,391\,091\,01 - 0,000\,050\,67 \times t - 0,000\,000\,09 \times t^2 \\
 \cos d &= 0,920\,352\,00 + 0,000\,021\,53 \times t + 0,000\,000\,04 \times t^2 \\
 H &= 58,980\,440\,24 + 14,999\,499\,74 \times t + 0,000\,001\,28 \times t^2 - 0,000\,000\,02 \times t^3 - 0,004\,178\,07 \delta T \\
 u_e &= 0,537\,811\,52 - 0,000\,018\,14 \times t - 0,000\,012\,00 \times t^2 \\
 u_i &= 0,008\,531\,21 + 0,000\,018\,05 \times t + 0,000\,011\,94 \times t^2
 \end{aligned}$$

Dans ces expressions $\delta T, \Delta T_r$ et ΔT_e sont exprimées en secondes de temps.

ÉLÉMENTS DE BESSEL (notation française)

Instant UT	Coordonnées de l'axe dans le plan fondamental		Direction de l'axe du cône d'ombre			Rayons des ombres dans le plan fondamental	
	x	y	$\sin d$	$\cos d$	H	u_e	u_i
h m					°		
16 0	-1,902 776	-0,683 625	0,391 091	0,920 352	58,980 44	0,537 812	0,008 531
16 10	-1,808 471	-0,681 730	0,391 083	0,920 356	61,480 36	0,537 808	0,008 535
16 20	-1,714 160	-0,679 842	0,391 074	0,920 359	63,980 27	0,537 804	0,008 539
16 30	-1,619 844	-0,677 961	0,391 066	0,920 363	66,480 19	0,537 799	0,008 543
16 40	-1,525 523	-0,676 087	0,391 057	0,920 366	68,980 11	0,537 794	0,008 549
16 50	-1,431 198	-0,674 219	0,391 049	0,920 370	71,480 02	0,537 788	0,008 555
17 0	-1,336 867	-0,672 359	0,391 040	0,920 374	73,979 94	0,537 781	0,008 561
17 10	-1,242 532	-0,670 506	0,391 032	0,920 377	76,479 86	0,537 774	0,008 569
17 20	-1,148 193	-0,668 659	0,391 023	0,920 381	78,979 78	0,537 766	0,008 577
17 30	-1,053 850	-0,666 820	0,391 015	0,920 384	81,479 69	0,537 757	0,008 585
17 40	-0,959 503	-0,664 988	0,391 006	0,920 388	83,979 61	0,537 748	0,008 594
17 50	-0,865 153	-0,663 162	0,390 998	0,920 392	86,479 53	0,537 738	0,008 604
18 0	-0,770 799	-0,661 344	0,390 989	0,920 395	88,979 44	0,537 727	0,008 615
18 10	-0,676 443	-0,659 533	0,390 981	0,920 399	91,479 36	0,537 716	0,008 626
18 20	-0,582 084	-0,657 728	0,390 972	0,920 402	93,979 28	0,537 704	0,008 638
18 30	-0,487 722	-0,655 931	0,390 964	0,920 406	96,479 20	0,537 691	0,008 651
18 40	-0,393 358	-0,654 141	0,390 955	0,920 410	98,979 11	0,537 678	0,008 664
18 50	-0,298 993	-0,652 358	0,390 947	0,920 413	101,479 03	0,537 664	0,008 678
19 0	-0,204 625	-0,650 582	0,390 938	0,920 417	103,978 95	0,537 649	0,008 693
19 10	-0,110 256	-0,648 813	0,390 930	0,920 421	106,478 87	0,537 634	0,008 708
19 20	-0,015 886	-0,647 051	0,390 921	0,920 424	108,978 79	0,537 618	0,008 724
19 30	0,078 485	-0,645 296	0,390 913	0,920 428	111,478 70	0,537 601	0,008 741
19 40	0,172 857	-0,643 548	0,390 904	0,920 431	113,978 62	0,537 583	0,008 758
19 50	0,267 230	-0,641 808	0,390 895	0,920 435	116,478 54	0,537 565	0,008 776
20 0	0,361 603	-0,640 074	0,390 887	0,920 439	118,978 46	0,537 547	0,008 795
20 10	0,455 976	-0,638 348	0,390 878	0,920 442	121,478 38	0,537 527	0,008 814
20 20	0,550 348	-0,636 628	0,390 870	0,920 446	123,978 29	0,537 507	0,008 834
20 30	0,644 721	-0,634 916	0,390 861	0,920 450	126,478 21	0,537 486	0,008 855
20 40	0,739 092	-0,633 211	0,390 853	0,920 453	128,978 13	0,537 465	0,008 876
20 50	0,833 463	-0,631 513	0,390 844	0,920 457	131,478 05	0,537 443	0,008 898
21 0	0,927 832	-0,629 823	0,390 835	0,920 461	133,977 97	0,537 420	0,008 921
21 10	1,022 200	-0,628 139	0,390 827	0,920 464	136,477 89	0,537 397	0,008 944
21 20	1,116 566	-0,626 463	0,390 818	0,920 468	138,977 80	0,537 373	0,008 968
21 30	1,210 930	-0,624 793	0,390 810	0,920 472	141,477 72	0,537 348	0,008 992
21 40	1,305 292	-0,623 131	0,390 801	0,920 475	143,977 64	0,537 323	0,009 018
21 50	1,399 652	-0,621 476	0,390 792	0,920 479	146,477 56	0,537 297	0,009 044
22 0	1,494 009	-0,619 829	0,390 784	0,920 482	148,977 48	0,537 270	0,009 070

$$\tan f_e = +0,004 598 39$$

$$\tan f_i = -0,004 575 48$$

$$H' = +0,261 790 80 \text{ rd/h}$$

$$d' = -0,000 055 71 \text{ rd/h}$$

ÉLÉMENTS DE BESSEL (notation américaine)

Instant UT	Coordonnées de l'axe dans le plan fondamental		Direction de l'axe du cône d'ombre			Rayons des ombres dans le plan fondamental	
	x	y	$\sin d$	$\cos d$	μ	l_e	l_i
h m					°		
16 0	-1,902 776	-0,683 625	0,391 091	0,920 352	58,980 44	0,537 812	-0,008 531
16 10	-1,808 471	-0,681 730	0,391 083	0,920 356	61,480 36	0,537 808	-0,008 535
16 20	-1,714 160	-0,679 842	0,391 074	0,920 359	63,980 27	0,537 804	-0,008 539
16 30	-1,619 844	-0,677 961	0,391 066	0,920 363	66,480 19	0,537 799	-0,008 543
16 40	-1,525 523	-0,676 087	0,391 057	0,920 366	68,980 11	0,537 794	-0,008 549
16 50	-1,431 198	-0,674 219	0,391 049	0,920 370	71,480 02	0,537 788	-0,008 555
17 0	-1,336 867	-0,672 359	0,391 040	0,920 374	73,979 94	0,537 781	-0,008 561
17 10	-1,242 532	-0,670 506	0,391 032	0,920 377	76,479 86	0,537 774	-0,008 569
17 20	-1,148 193	-0,668 659	0,391 023	0,920 381	78,979 78	0,537 766	-0,008 577
17 30	-1,053 850	-0,666 820	0,391 015	0,920 384	81,479 69	0,537 757	-0,008 585
17 40	-0,959 503	-0,664 988	0,391 006	0,920 388	83,979 61	0,537 748	-0,008 594
17 50	-0,865 153	-0,663 162	0,390 998	0,920 392	86,479 53	0,537 738	-0,008 604
18 0	-0,770 799	-0,661 344	0,390 989	0,920 395	88,979 44	0,537 727	-0,008 615
18 10	-0,676 443	-0,659 533	0,390 981	0,920 399	91,479 36	0,537 716	-0,008 626
18 20	-0,582 084	-0,657 728	0,390 972	0,920 402	93,979 28	0,537 704	-0,008 638
18 30	-0,487 722	-0,655 931	0,390 964	0,920 406	96,479 20	0,537 691	-0,008 651
18 40	-0,393 358	-0,654 141	0,390 955	0,920 410	98,979 11	0,537 678	-0,008 664
18 50	-0,298 993	-0,652 358	0,390 947	0,920 413	101,479 03	0,537 664	-0,008 678
19 0	-0,204 625	-0,650 582	0,390 938	0,920 417	103,978 95	0,537 649	-0,008 693
19 10	-0,110 256	-0,648 813	0,390 930	0,920 421	106,478 87	0,537 634	-0,008 708
19 20	-0,015 886	-0,647 051	0,390 921	0,920 424	108,978 79	0,537 618	-0,008 724
19 30	0,078 485	-0,645 296	0,390 913	0,920 428	111,478 70	0,537 601	-0,008 741
19 40	0,172 857	-0,643 548	0,390 904	0,920 431	113,978 62	0,537 583	-0,008 758
19 50	0,267 230	-0,641 808	0,390 895	0,920 435	116,478 54	0,537 565	-0,008 776
20 0	0,361 603	-0,640 074	0,390 887	0,920 439	118,978 46	0,537 547	-0,008 795
20 10	0,455 976	-0,638 348	0,390 878	0,920 442	121,478 38	0,537 527	-0,008 814
20 20	0,550 348	-0,636 628	0,390 870	0,920 446	123,978 29	0,537 507	-0,008 834
20 30	0,644 721	-0,634 916	0,390 861	0,920 450	126,478 21	0,537 486	-0,008 855
20 40	0,739 092	-0,633 211	0,390 853	0,920 453	128,978 13	0,537 465	-0,008 876
20 50	0,833 463	-0,631 513	0,390 844	0,920 457	131,478 05	0,537 443	-0,008 898
21 0	0,927 832	-0,629 823	0,390 835	0,920 461	133,977 97	0,537 420	-0,008 921
21 10	1,022 200	-0,628 139	0,390 827	0,920 464	136,477 89	0,537 397	-0,008 944
21 20	1,116 566	-0,626 463	0,390 818	0,920 468	138,977 80	0,537 373	-0,008 968
21 30	1,210 930	-0,624 793	0,390 810	0,920 472	141,477 72	0,537 348	-0,008 992
21 40	1,305 292	-0,623 131	0,390 801	0,920 475	143,977 64	0,537 323	-0,009 018
21 50	1,399 652	-0,621 476	0,390 792	0,920 479	146,477 56	0,537 297	-0,009 044
22 0	1,494 009	-0,619 829	0,390 784	0,920 482	148,977 48	0,537 270	-0,009 070

$$\tan f_1 = +0,004 598 39$$

$$\tan f_2 = +0,004 575 48$$

$$\mu' = +0,261 790 80 \text{ rd/h}$$

$$d' = -0,000 055 71 \text{ rd/h}$$

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

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

Les coordonnées de Conception sont les suivantes :

$$\varphi = 36^{\circ} 50' 0,0'' \text{ S} \quad \lambda = 4 \text{ h } 52 \text{ m } 32,0 \text{ s O} \quad h = 0,0 \text{ m},$$

ce qui donne $\rho \sin \varphi' = -0,59619$ et $\rho \cos \varphi' = 0,80135$.

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

Première approximation :

	1 ^{er} contact extérieur	Maximum	2 ^e contact extérieur
t (UT.)	19 h 0 m	20 h30 m	21 h30 m
H	103,978 95°	126,478 21°	141,477 72°
$\sin d$	0,390 94	0,390 86	0,390 81
$\cos d$	0,920 42	0,920 45	0,920 47
x	-0,204 63	0,644 72	1,210 93
ξ	0,410 87	0,642 88	0,744 79
$U = x - \xi$	-0,615 50	0,001 84	0,466 14
y	-0,650 58	-0,634 92	-0,624 79
η	-0,817 71	-0,735 76	-0,664 35
$V = y - \eta$	0,167 13	0,100 84	0,039 56
$\dot{U} = \dot{x} - \dot{\xi}$	0,386 10	0,440 99	0,488 76
$\dot{V} = \dot{y} - \dot{\eta}$	-0,031 42	-0,055 53	-0,066 21
l_e	0,535 81	0,536 53	0,537 17
β	-1,618 65	-0,024 23	0,925 77
γ	0,797 54		-0,286 49
$\theta = \pm \sqrt{\beta^2 - \gamma}$	-1,350 00		1,069 37
$\tau = -\beta + \theta$	0,268 65 h		0,143 59 h
$\tau_m = -\beta$		0,024 23 h	
$t + \tau$	19 h 16 m 7,2s		21 h 38 m 36,9s
$t + \tau_m$		20 h 31 m 27,2s	

Deuxième approximation :

	1 ^{er} contact extérieur	Maximum	2 ^e contact extérieur
t (UT.)	19 h 16 m 7,2 s	20 h 31 m 27,2 s	21 h 38 m 36,9 s
H	108,008 64°	126,841 59°	143,631 57°
$\sin d$	0,390 92	0,390 86	0,390 80
$\cos d$	0,920 42	0,920 45	0,920 47
x	-0,052 51	0,658 44	1,292 23
ξ	0,458 20	0,645 90	0,755 37
$U = x - \xi$	-0,510 71	0,012 54	0,536 85
y	-0,647 73	-0,634 67	-0,623 36
η	-0,805 75	-0,734 16	-0,653 33
$V = y - \eta$	0,158 02	0,099 49	0,029 97
$\dot{U} = \dot{x} - \dot{\xi}$	0,394 11	0,442 06	0,496 13
$\dot{V} = \dot{y} - \dot{\eta}$	-0,036 33	-0,055 85	-0,067 32
l_e	0,535 91	0,536 55	0,537 27
β	-1,321 58	-0,000 06	1,054 46
γ	-0,008 97		0,001 82
$\theta = \pm \sqrt{\beta^2 - \gamma}$	-1,324 96		1,053 60
$\tau = -\beta + \theta$	-0,003 39 h		-0,000 86 h
$\tau_m = -\beta$		0,000 06 h	
$t + \tau$	19 h 15 m 55,0 s		21 h 38 m 33,8 s
$t + \tau_m$		20 h 31 m 27,4 s	
g		0,828 2	
P	287,2°		86,8°
Γ	150,4°		130,9°
$Z = P - \Gamma$	136,8°		315,9°

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.
- v : vitesse de l'ombre (ou de son prolongement) à la surface terrestre.
- P : angle au pôle.
- Z : angle au zénith.

LIGNE DE CENTRALITÉ

Instant UT	Limite nord		Ligne centrale		Limite sud		Ligne centrale	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Durée	h
h m	° /	° /	° /	° /	° /	° /	m s	°
Limites	-37 6,4	+160 39,8	-37 39,8	+160 25,3	-38 13,4	+160 10,6	2 2,8	...
18 3	-33 15,6	+152 29,5	-34 55,8	+154 30,3	-37 44,5	+159 5,9	2 15,4	6
18 4	-32 2,4	+149 59,0	-33 23,5	+151 16,4	-34 55,9	+153 0,1	2 23,3	9
18 6	-30 17,1	+146 25,4	-31 25,6	+147 13,2	-32 38,0	+148 10,2	2 34,2	13
18 8	-28 57,2	+143 44,8	-30 0,5	+144 19,6	-31 6,2	+145 0,0	2 42,8	16
18 10	-27 51,1	+141 32,3	-28 51,6	+141 59,5	-29 53,8	+142 30,7	2 50,2	19
18 12	-26 54,3	+139 38,0	-27 52,9	+139 60,0	-28 52,9	+140 25,1	2 57,0	21
18 14	-26 4,0	+137 56,4	-27 1,4	+138 14,6	-27 59,9	+138 35,5	3 3,2	23
18 16	-25 18,9	+136 24,5	-26 15,4	+136 39,8	-27 12,9	+136 57,4	3 8,9	25
18 18	-24 38,0	+135 0,2	-25 33,8	+135 13,2	-26 30,6	+135 28,1	3 14,4	27
18 20	-24 0,5	+133 42,0	-24 55,8	+133 53,0	-25 52,0	+134 5,9	3 19,6	28
18 22	-23 25,9	+132 28,8	-24 20,9	+132 38,3	-25 16,6	+132 49,3	3 24,5	30
18 24	-22 53,8	+131 19,9	-23 48,5	+131 28,0	-24 44,0	+131 37,6	3 29,2	31
18 26	-22 24,0	+130 14,6	-23 18,5	+130 21,6	-24 13,8	+130 29,9	3 33,8	33
18 28	-21 56,2	+129 12,4	-22 50,6	+129 18,4	-23 45,6	+129 25,7	3 38,1	34
18 30	-21 30,2	+128 13,0	-22 24,4	+128 18,1	-23 19,4	+128 24,4	3 42,3	35
18 32	-21 5,8	+127 16,0	-21 60,0	+127 20,4	-22 54,8	+127 25,8	3 46,3	36
18 34	-20 42,9	+126 21,1	-21 37,1	+126 24,8	-22 31,9	+126 29,5	3 50,1	37
18 36	-20 21,4	+125 28,1	-21 15,6	+125 31,2	-22 10,3	+125 35,3	3 53,8	38
18 38	-20 1,2	+124 36,8	-20 55,4	+124 39,4	-21 50,1	+124 42,8	3 57,3	39
18 40	-19 42,3	+123 47,0	-20 36,5	+123 49,1	-21 31,2	+123 52,1	4 0,7	40
18 42	-19 24,4	+122 58,5	-20 18,7	+123 0,3	-21 13,4	+123 2,7	4 4,0	41
18 44	-19 7,7	+122 11,3	-20 1,9	+122 12,7	-20 56,7	+122 14,7	4 7,1	42
18 46	-18 51,9	+121 25,3	-19 46,3	+121 26,3	-20 41,1	+121 28,0	4 10,0	43
18 48	-18 37,2	+120 40,2	-19 31,6	+120 40,9	-20 26,4	+120 42,2	4 12,8	43
18 50	-18 23,4	+119 56,0	-19 17,8	+119 56,5	-20 12,7	+119 57,5	4 15,5	44
18 52	-18 10,5	+119 12,7	-19 5,0	+119 12,9	-19 59,9	+119 13,6	4 18,0	45
18 54	-17 58,4	+118 30,1	-18 53,0	+118 30,1	-19 48,0	+118 30,6	4 20,4	45
18 56	-17 47,2	+117 48,2	-18 41,8	+117 48,0	-19 36,9	+117 48,2	4 22,6	46
18 58	-17 36,8	+117 6,8	-18 31,5	+117 6,5	-19 26,6	+117 6,5	4 24,7	46
19 0	-17 27,2	+116 26,1	-18 21,9	+116 25,6	-19 17,1	+116 25,4	4 26,6	47
19 2	-17 18,3	+115 45,8	-18 13,1	+115 45,1	-19 8,3	+115 44,8	4 28,4	47
19 4	-17 10,2	+115 6,0	-18 5,1	+115 5,2	-19 0,4	+115 4,7	4 30,1	48
19 6	-17 2,8	+114 26,5	-17 57,8	+114 25,6	-18 53,1	+114 25,0	4 31,5	48
19 8	-16 56,2	+113 47,4	-17 51,2	+113 46,4	-18 46,6	+113 45,7	4 32,9	48
19 10	-16 50,3	+113 8,6	-17 45,3	+113 7,5	-18 40,7	+113 6,6	4 34,1	49
19 12	-16 45,0	+112 30,0	-17 40,1	+112 28,8	-18 35,6	+112 27,9	4 35,1	49
19 14	-16 40,5	+111 51,6	-17 35,6	+111 50,4	-18 31,1	+111 49,3	4 36,0	49
19 16	-16 36,6	+111 13,4	-17 31,8	+111 12,1	-18 27,3	+111 11,0	4 36,7	49
19 18	-16 33,4	+110 35,4	-17 28,6	+110 34,0	-18 24,2	+110 32,7	4 37,2	49
19 20	-16 30,9	+109 57,4	-17 26,2	+109 56,0	-18 21,7	+109 54,6	4 37,6	50
19 22	-16 29,0	+109 19,5	-17 24,3	+109 18,0	-18 20,0	+109 16,5	4 37,9	50
19 24	-16 27,9	+108 41,5	-17 23,2	+108 40,0	-18 18,8	+108 38,5	4 38,0	50
19 26	-16 27,4	+108 3,6	-17 22,7	+108 2,0	-18 18,4	+108 0,4	4 37,9	50
19 28	-16 27,5	+107 25,6	-17 22,9	+107 23,9	-18 18,5	+107 22,2	4 37,7	49

LIGNE DE CENTRALITÉ

(Suite)

Instant UT	Limite nord		Ligne centrale		Limite sud		Ligne centrale	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Durée	<i>h</i>
h m	° /	° /	° /	° /	° /	° /	m s	°
19 30	-16 28,4	+106 47,5	-17 23,7	+106 45,7	-18 19,4	+106 43,9	4 37,3	49
19 32	-16 29,9	+106 9,2	-17 25,2	+106 7,4	-18 20,9	+106 5,5	4 36,8	49
19 34	-16 32,1	+105 30,8	-17 27,4	+105 28,9	-18 23,1	+105 26,9	4 36,1	49
19 36	-16 35,0	+104 52,1	-17 30,3	+104 50,2	-18 26,0	+104 48,1	4 35,2	49
19 38	-16 38,5	+104 13,2	-17 33,9	+104 11,2	-18 29,6	+104 9,0	4 34,2	48
19 40	-16 42,8	+103 34,0	-17 38,2	+103 31,9	-18 33,8	+103 29,5	4 33,0	48
19 42	-16 47,8	+102 54,4	-17 43,1	+102 52,2	-18 38,8	+102 49,7	4 31,7	48
19 44	-16 53,6	+102 14,4	-17 48,9	+102 12,1	-18 44,5	+102 9,5	4 30,2	47
19 46	-17 0,1	+101 34,0	-17 55,3	+101 31,6	-18 50,9	+101 28,8	4 28,6	47
19 48	-17 7,3	+100 53,1	-18 2,5	+100 50,5	-18 58,1	+100 47,6	4 26,8	46
19 50	-17 15,3	+100 11,6	-18 10,5	+100 8,9	-19 6,1	+100 5,7	4 24,9	46
19 52	-17 24,2	+ 99 29,5	-18 19,3	+ 99 26,6	-19 14,9	+ 99 23,3	4 22,8	45
19 54	-17 33,8	+ 98 46,7	-18 29,0	+ 98 43,6	-19 24,5	+ 98 40,0	4 20,6	45
19 56	-17 44,3	+ 98 3,2	-18 39,5	+ 97 59,9	-19 35,0	+ 97 56,0	4 18,2	44
19 58	-17 55,8	+ 97 18,8	-18 50,9	+ 97 15,3	-19 46,4	+ 97 11,1	4 15,6	43
20 0	-18 8,1	+ 96 33,5	-19 3,2	+ 96 29,7	-19 58,7	+ 96 25,2	4 12,9	43
20 2	-18 21,4	+ 95 47,2	-19 16,5	+ 95 43,0	-20 12,0	+ 95 38,2	4 10,1	42
20 4	-18 35,7	+ 94 59,8	-19 30,8	+ 94 55,3	-20 26,3	+ 94 50,0	4 7,1	41
20 6	-18 51,1	+ 94 11,1	-19 46,2	+ 94 6,2	-20 41,7	+ 94 0,5	4 4,0	40
20 8	-19 7,6	+ 93 21,1	-20 2,7	+ 93 15,7	-20 58,2	+ 93 9,5	4 0,7	39
20 10	-19 25,3	+ 92 29,5	-20 20,4	+ 92 23,6	-21 16,0	+ 92 16,8	3 57,3	38
20 12	-19 44,3	+ 91 36,2	-20 39,5	+ 91 29,8	-21 35,1	+ 91 22,4	3 53,7	37
20 14	-20 4,7	+ 90 41,1	-20 59,9	+ 90 34,0	-21 55,6	+ 90 25,8	3 49,9	36
20 16	-20 26,6	+ 89 43,8	-21 21,8	+ 89 36,0	-22 17,7	+ 89 27,0	3 46,0	35
20 18	-20 50,0	+ 88 44,1	-21 45,4	+ 88 35,4	-22 41,4	+ 88 25,5	3 41,9	34
20 20	-21 15,3	+ 87 41,7	-22 10,8	+ 87 32,0	-23 7,0	+ 87 21,0	3 37,6	33
20 22	-21 42,5	+ 86 36,1	-22 38,3	+ 86 25,3	-23 34,7	+ 86 13,1	3 33,1	31
20 24	-22 11,9	+ 85 27,0	-23 8,0	+ 85 14,8	-24 4,8	+ 85 1,1	3 28,4	30
20 26	-22 43,8	+ 84 13,5	-23 40,2	+ 83 59,8	-24 37,5	+ 83 44,4	3 23,5	28
20 28	-23 18,6	+ 82 55,1	-24 15,5	+ 82 39,5	-25 13,4	+ 82 21,9	3 18,4	27
20 30	-23 56,8	+ 81 30,5	-24 54,4	+ 81 12,6	-25 53,0	+ 80 52,4	3 12,9	25
20 32	-24 39,0	+ 79 58,5	-25 37,5	+ 79 37,6	-26 37,2	+ 79 14,1	3 7,2	23
20 34	-25 26,4	+ 78 16,8	-26 26,1	+ 77 52,1	-27 27,2	+ 77 24,2	3 0,9	21
20 36	-26 20,2	+ 76 22,3	-27 21,8	+ 75 52,3	-28 25,2	+ 75 18,3	2 54,2	19
20 38	-27 23,1	+ 74 9,8	-28 27,6	+ 73 32,0	-29 34,6	+ 72 48,4	2 46,7	16
20 40	-28 39,7	+ 71 29,0	-29 49,6	+ 70 37,9	-31 3,6	+ 69 37,0	2 38,0	13
20 42	-30 21,7	+ 67 54,8	-31 44,7	+ 66 32,7	-33 20,2	+ 64 41,2	2 26,8	9
20 43	-31 33,6	+ 65 23,1	-33 17,4	+ 63 13,1	-36 21,6	+ 57 56,7	2 18,6	5
Limites	-35 13,2	+ 57 28,7	-35 47,9	+ 57 42,5	-36 22,9	+ 57 56,5	2 6,6	...

CIRCONSTANCES LOCALES SUR LA LIGNE DE CENTRALITÉ

Instant		Maximum de l'éclipse						Ligne centrale		Premier contact		
UT	Durée	L	Obs.	g	h	a	v	Latitude	Longitude	UT	P	Z
h m	m s	km	%	°	°		m/s	° /	° /	h m s	°	°
Limites	2 2,8	129	100,0	1,016	...	240	≥ 10000	-37 39,8	+160 25,3	...	...	...
18 3	2 15,4	135	100,0	1,017	6	237	≥ 10000	-34 55,8	+154 30,3	...	...	...
18 4	2 23,3	139	100,0	1,018	9	235	5718	-33 23,5	+151 16,4	...	...	...
18 6	2 34,2	144	100,0	1,018	13	232	3273	-31 25,6	+147 13,2	16 58 54,6	259	24
18 8	2 42,8	148	100,0	1,019	16	230	2492	-30 0,5	+144 19,6	16 59 8,6	259	24
18 10	2 50,2	151	100,0	1,019	19	229	2070	-28 51,6	+141 59,5	16 59 36,4	259	24
18 12	2 57,0	154	100,0	1,020	21	227	1797	-27 52,9	+139 60,0	17 0 12,6	259	24
18 14	3 3,2	157	100,0	1,020	23	226	1601	-27 1,4	+138 14,6	17 0 54,8	259	24
18 16	3 8,9	160	100,0	1,020	25	225	1453	-26 15,4	+136 39,8	17 1 41,5	259	24
18 18	3 14,4	162	100,0	1,020	27	223	1336	-25 33,8	+135 13,2	17 2 31,9	259	25
18 20	3 19,6	164	100,0	1,021	28	222	1240	-24 55,8	+133 53,0	17 3 25,2	259	25
18 22	3 24,5	167	100,0	1,021	30	221	1160	-24 20,9	+132 38,3	17 4 21,0	259	25
18 24	3 29,2	169	100,0	1,021	31	220	1092	-23 48,5	+131 28,0	17 5 19,0	259	26
18 26	3 33,8	171	100,0	1,021	33	219	1033	-23 18,5	+130 21,6	17 6 19,0	259	26
18 28	3 38,1	173	100,0	1,021	34	218	982	-22 50,6	+129 18,4	17 7 20,8	259	27
18 30	3 42,3	175	100,0	1,022	35	216	937	-22 24,4	+128 18,1	17 8 24,1	259	27
18 32	3 46,3	177	100,0	1,022	36	215	897	-21 60,0	+127 20,4	17 9 29,0	259	28
18 34	3 50,1	178	100,0	1,022	37	214	862	-21 37,1	+126 24,8	17 10 35,2	259	28
18 36	3 53,8	180	100,0	1,022	38	213	830	-21 15,6	+125 31,2	17 11 42,8	260	29
18 38	3 57,3	182	100,0	1,022	39	212	801	-20 55,4	+124 39,4	17 12 51,7	260	29
18 40	4 0,7	184	100,0	1,022	40	210	775	-20 36,5	+123 49,1	17 14 1,9	260	30
18 42	4 4,0	185	100,0	1,022	41	209	752	-20 18,7	+123 0,3	17 15 13,2	260	31
18 44	4 7,1	187	100,0	1,022	42	208	730	-20 1,9	+122 12,7	17 16 25,8	260	31
18 46	4 10,0	188	100,0	1,023	43	207	710	-19 46,3	+121 26,3	17 17 39,5	260	32
18 48	4 12,8	190	100,0	1,023	43	205	693	-19 31,6	+120 40,9	17 18 54,4	260	33
18 50	4 15,5	191	100,0	1,023	44	204	676	-19 17,8	+119 56,5	17 20 10,4	261	34
18 52	4 18,0	193	100,0	1,023	45	203	661	-19 5,0	+119 12,9	17 21 27,7	261	35
18 54	4 20,4	194	100,0	1,023	45	201	648	-18 53,0	+118 30,1	17 22 46,1	261	36
18 56	4 22,6	195	100,0	1,023	46	200	635	-18 41,8	+117 48,0	17 24 5,7	261	36
18 58	4 24,7	196	100,0	1,023	46	198	624	-18 31,5	+117 6,5	17 25 26,5	261	37
19 0	4 26,6	197	100,0	1,023	47	197	614	-18 21,9	+116 25,6	17 26 48,6	262	38
19 2	4 28,4	198	100,0	1,023	47	195	605	-18 13,1	+115 45,1	17 28 12,0	262	39
19 4	4 30,1	199	100,0	1,023	48	194	596	-18 5,1	+115 5,2	17 29 36,6	262	40
19 6	4 31,5	200	100,0	1,023	48	192	589	-17 57,8	+114 25,6	17 31 2,6	262	42
19 8	4 32,9	201	100,0	1,023	48	191	583	-17 51,2	+113 46,4	17 32 29,9	263	43
19 10	4 34,1	202	100,0	1,023	49	189	577	-17 45,3	+113 7,5	17 33 58,7	263	44
19 12	4 35,1	202	100,0	1,023	49	188	572	-17 40,1	+112 28,8	17 35 28,9	263	45
19 14	4 36,0	203	100,0	1,023	49	186	568	-17 35,6	+111 50,4	17 37 0,5	263	46
19 16	4 36,7	203	100,0	1,023	49	185	565	-17 31,8	+111 12,1	17 38 33,7	264	48
19 18	4 37,2	204	100,0	1,023	49	183	562	-17 28,6	+110 34,0	17 40 8,5	264	49
19 20	4 37,6	204	100,0	1,023	50	181	560	-17 26,2	+109 56,0	17 41 44,9	264	50
19 22	4 37,9	204	100,0	1,023	50	180	559	-17 24,3	+109 18,0	17 43 23,0	265	52
19 24	4 38,0	204	100,0	1,023	50	178	559	-17 23,2	+108 40,0	17 45 2,9	265	53
19 26	4 37,9	204	100,0	1,023	50	177	559	-17 22,7	+108 2,0	17 46 44,5	265	55
19 28	4 37,7	204	100,0	1,023	49	175	560	-17 22,9	+107 23,9	17 48 28,0	265	56

CIRCONSTANCES LOCALES SUR LA LIGNE DE CENTRALITÉ

Instant maximum UT	Deuxième contact			Troisième contact			Quatrième contact		
	UT	<i>P</i>	<i>Z</i>	UT	<i>P</i>	<i>Z</i>	UT	<i>P</i>	<i>Z</i>
h m	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
Limites	18 1 18,7	80	211	18 3 21,5	260	32	19 9 45,4	80	219
18 3	18 1 52,5	80	211	18 4 7,9	260	31	19 13 58,8	80	221
18 4	18 2 48,6	79	211	18 5 11,8	259	32	19 17 11,0	80	222
18 6	18 4 43,1	79	212	18 7 17,3	259	32	19 22 13,7	80	225
18 8	18 6 38,9	79	213	18 9 21,7	259	33	19 26 35,6	80	227
18 10	18 8 35,2	79	213	18 11 25,4	259	34	19 30 36,8	80	229
18 12	18 10 31,8	79	214	18 13 28,8	259	35	19 34 24,6	80	231
18 14	18 12 28,7	79	215	18 15 31,9	259	35	19 38 2,4	81	233
18 16	18 14 25,8	79	216	18 17 34,8	259	36	19 41 32,1	81	236
18 18	18 16 23,1	79	217	18 19 37,5	260	37	19 44 55,2	81	238
18 20	18 18 20,5	80	218	18 21 40,1	260	38	19 48 12,3	81	240
18 22	18 20 18,1	80	219	18 23 42,6	260	40	19 51 24,1	82	243
18 24	18 22 15,7	80	220	18 25 45,0	260	41	19 54 31,1	82	245
18 26	18 24 13,5	80	221	18 27 47,2	260	42	19 57 33,5	82	247
18 28	18 26 11,3	80	222	18 29 49,4	260	43	20 0 31,7	82	250
18 30	18 28 9,2	80	223	18 31 51,5	260	44	20 3 25,9	83	252
18 32	18 30 7,2	81	225	18 33 53,5	261	46	20 6 16,1	83	254
18 34	18 32 5,3	81	226	18 35 55,4	261	47	20 9 2,6	83	257
18 36	18 34 3,5	81	227	18 37 57,3	261	48	20 11 45,5	84	259
18 38	18 36 1,7	81	229	18 39 59,0	261	50	20 14 24,9	84	261
18 40	18 37 60,0	82	230	18 42 0,7	262	51	20 17 0,9	85	264
18 42	18 39 58,4	82	231	18 44 2,3	262	53	20 19 33,6	85	266
18 44	18 41 56,8	82	233	18 46 3,9	262	54	20 22 3,0	85	268
18 46	18 43 55,3	82	234	18 48 5,3	262	56	20 24 29,3	86	271
18 48	18 45 53,9	83	236	18 50 6,7	263	57	20 26 52,5	86	273
18 50	18 47 52,6	83	238	18 52 8,1	263	59	20 29 12,8	86	275
18 52	18 49 51,3	83	239	18 54 9,3	263	61	20 31 30,1	87	277
18 54	18 51 50,1	83	241	18 56 10,5	264	62	20 33 44,6	87	280
18 56	18 53 49,0	84	243	18 58 11,6	264	64	20 35 56,4	87	282
18 58	18 55 47,9	84	244	19 0 12,6	264	66	20 38 5,4	88	284
19 0	18 57 46,9	84	246	19 2 13,6	265	68	20 40 11,9	88	286
19 2	18 59 46,0	85	248	19 4 14,4	265	70	20 42 15,8	89	288
19 4	19 1 45,2	85	250	19 6 15,2	265	72	20 44 17,2	89	290
19 6	19 3 44,4	85	252	19 8 16,0	265	73	20 46 16,2	89	292
19 8	19 5 43,8	86	254	19 10 16,6	266	75	20 48 12,9	90	294
19 10	19 7 43,1	86	256	19 12 17,2	266	77	20 50 7,3	90	295
19 12	19 9 42,6	86	257	19 14 17,7	267	79	20 51 59,5	90	297
19 14	19 11 42,2	87	259	19 16 18,1	267	81	20 53 49,6	91	299
19 16	19 13 41,8	87	261	19 18 18,4	267	83	20 55 37,6	91	300
19 18	19 15 41,5	87	263	19 20 18,7	268	85	20 57 23,6	91	302
19 20	19 17 41,3	88	265	19 22 18,9	268	87	20 59 7,6	92	304
19 22	19 19 41,1	88	267	19 24 19,0	268	89	21 0 49,8	92	305
19 24	19 21 41,0	88	269	19 26 19,0	269	91	21 2 30,1	92	307
19 26	19 23 41,1	89	272	19 28 18,9	269	93	21 4 8,7	93	308
19 28	19 25 41,1	89	274	19 30 18,8	269	95	21 5 45,5	93	309

CIRCONSTANCES LOCALES SUR LA LIGNE DE CENTRALITÉ
(Suite)

Instant		Maximum de l'éclipse						Ligne centrale		Premier contact		
UT	Durée	<i>L</i>	Obs.	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>a</i>	<i>v</i>	Latitude	Longitude	UT	<i>P</i>	<i>Z</i>
h m	m s	km	%		°	°	m/s	° ′	° ′	h m s	°	°
19 30	4 37,3	204	100,0	1,023	49	173	562	-17 23,7	+106 45,7	17 50 13,4	266	58
19 32	4 36,8	204	100,0	1,023	49	172	565	-17 25,2	+106 7,4	17 52 0,8	266	60
19 34	4 36,1	204	100,0	1,023	49	170	568	-17 27,4	+105 28,9	17 53 50,2	266	61
19 36	4 35,2	203	100,0	1,023	49	169	572	-17 30,3	+104 50,2	17 55 41,8	267	63
19 38	4 34,2	203	100,0	1,023	48	167	577	-17 33,9	+104 11,2	17 57 35,6	267	65
19 40	4 33,0	202	100,0	1,023	48	166	583	-17 38,2	+103 31,9	17 59 31,6	267	67
19 42	4 31,7	201	100,0	1,023	48	164	590	-17 43,1	+102 52,2	18 1 29,9	268	69
19 44	4 30,2	201	100,0	1,023	47	163	597	-17 48,9	+102 12,1	18 3 30,7	268	71
19 46	4 28,6	200	100,0	1,023	47	161	605	-17 55,3	+101 31,6	18 5 33,9	269	73
19 48	4 26,8	199	100,0	1,023	46	160	615	-18 2,5	+100 50,5	18 7 39,7	269	75
19 50	4 24,9	198	100,0	1,023	46	158	625	-18 10,5	+100 8,9	18 9 48,1	269	77
19 52	4 22,8	197	100,0	1,023	45	157	637	-18 19,3	+ 99 26,6	18 11 59,2	270	79
19 54	4 20,6	195	100,0	1,023	45	155	649	-18 29,0	+ 98 43,6	18 14 13,1	270	81
19 56	4 18,2	194	100,0	1,023	44	154	663	-18 39,5	+ 97 59,9	18 16 29,8	270	83
19 58	4 15,6	193	100,0	1,023	43	153	679	-18 50,9	+ 97 15,3	18 18 49,6	271	86
20 0	4 12,9	192	100,0	1,023	43	151	696	-19 3,2	+ 96 29,7	18 21 12,3	271	88
20 2	4 10,1	190	100,0	1,023	42	150	714	-19 16,5	+ 95 43,0	18 23 38,2	271	90
20 4	4 7,1	189	100,0	1,023	41	149	735	-19 30,8	+ 94 55,3	18 26 7,2	272	93
20 6	4 4,0	187	100,0	1,022	40	148	757	-19 46,2	+ 94 6,2	18 28 39,5	272	95
20 8	4 0,7	185	100,0	1,022	39	146	782	-20 2,7	+ 93 15,7	18 31 15,3	273	97
20 10	3 57,3	184	100,0	1,022	38	145	809	-20 20,4	+ 92 23,6	18 33 54,5	273	100
20 12	3 53,7	182	100,0	1,022	37	144	839	-20 39,5	+ 91 29,8	18 36 37,3	273	102
20 14	3 49,9	180	100,0	1,022	36	143	873	-20 59,9	+ 90 34,0	18 39 23,8	274	105
20 16	3 46,0	179	100,0	1,022	35	142	910	-21 21,8	+ 89 36,0	18 42 14,1	274	107
20 18	3 41,9	177	100,0	1,022	34	141	952	-21 45,4	+ 88 35,4	18 45 8,4	274	110
20 20	3 37,6	175	100,0	1,022	33	140	1000	-22 10,8	+ 87 32,0	18 48 6,9	275	112
20 22	3 33,1	173	100,0	1,021	31	138	1055	-22 38,3	+ 86 25,3	18 51 9,8	275	114
20 24	3 28,4	171	100,0	1,021	30	137	1118	-23 8,0	+ 85 14,8	18 54 17,4	275	117
20 26	3 23,5	168	100,0	1,021	28	136	1192	-23 40,2	+ 83 59,8	18 57 29,9	276	119
20 28	3 18,4	166	100,0	1,021	27	135	1280	-24 15,5	+ 82 39,5	19 0 47,8	276	121
20 30	3 12,9	164	100,0	1,021	25	134	1386	-24 54,4	+ 81 12,6	19 4 11,9	276	124
20 32	3 7,2	161	100,0	1,020	23	133	1519	-25 37,5	+ 79 37,6	19 7 42,8	277	126
20 34	3 0,9	158	100,0	1,020	21	131	1689	-26 26,1	+ 77 52,1	19 11 22,0	277	128
20 36	2 54,2	155	100,0	1,020	19	130	1921	-27 21,8	+ 75 52,3	19 15 11,4	277	131
20 38	2 46,7	152	100,0	1,019	16	128	2261	-28 27,6	+ 73 32,0	19 19 14,7	277	133
20 40	2 38,0	148	100,0	1,019	13	126	2829	-29 49,6	+ 70 37,9	19 23 39,4	278	135
20 42	2 26,8	143	100,0	1,018	9	124	4105	-31 44,7	+ 66 32,7	19 28 46,7	278	138
20 43	2 18,6	139	100,0	1,018	5	122	5933	-33 17,4	+ 63 13,1	19 32 4,9	278	139
Limites	2 6,6	133	100,0	1,017	...	119	≥ 10000	-35 47,9	+ 57 42,5	19 36 3,3	278	141

CIRCONSTANCES LOCALES SUR LA LIGNE DE CENTRALITÉ

(Suite)

Instant maximum UT	Deuxième contact			Troisième contact			Quatrième contact		
	UT	<i>P</i>	<i>Z</i>	UT	<i>P</i>	<i>Z</i>	UT	<i>P</i>	<i>Z</i>
h m	h m s	°	°	h m s	°	°	h m s	°	°
19 30	19 27 41,3	89	276	19 32 18,6	270	97	21 7 20,7	93	311
19 32	19 29 41,6	90	278	19 34 18,3	270	99	21 8 54,3	93	312
19 34	19 31 41,9	90	280	19 36 17,9	270	101	21 10 26,3	94	313
19 36	19 33 42,3	91	282	19 38 17,5	271	103	21 11 56,8	94	315
19 38	19 35 42,8	91	284	19 40 17,0	271	105	21 13 25,8	94	316
19 40	19 37 43,4	91	285	19 42 16,4	271	107	21 14 53,3	95	317
19 42	19 39 44,0	92	287	19 44 15,7	272	109	21 16 19,5	95	318
19 44	19 41 44,7	92	289	19 46 14,9	272	111	21 17 44,3	95	319
19 46	19 43 45,5	92	291	19 48 14,1	272	113	21 19 7,8	95	320
19 48	19 45 46,4	93	293	19 50 13,2	273	115	21 20 30,0	95	321
19 50	19 47 47,3	93	295	19 52 12,2	273	116	21 21 50,9	96	322
19 52	19 49 48,4	93	297	19 54 11,2	273	118	21 23 10,5	96	323
19 54	19 51 49,5	94	298	19 56 10,0	274	120	21 24 28,9	96	324
19 56	19 53 50,7	94	300	19 58 8,8	274	121	21 25 46,1	96	325
19 58	19 55 51,9	94	302	20 0 7,5	274	123	21 27 2,1	97	326
20 0	19 57 53,2	94	303	20 2 6,2	275	125	21 28 16,9	97	327
20 2	19 59 54,7	95	305	20 4 4,8	275	126	21 29 30,5	97	327
20 4	20 1 56,1	95	306	20 6 3,3	275	128	21 30 42,9	97	328
20 6	20 3 57,7	95	308	20 8 1,7	275	129	21 31 54,1	97	329
20 8	20 5 59,3	96	309	20 10 0,0	276	131	21 33 4,0	97	329
20 10	20 8 1,1	96	311	20 11 58,3	276	132	21 34 12,6	98	330
20 12	20 10 2,9	96	312	20 13 56,5	276	133	21 35 20,0	98	331
20 14	20 12 4,7	96	314	20 15 54,6	276	135	21 36 26,0	98	331
20 16	20 14 6,7	97	315	20 17 52,7	277	136	21 37 30,5	98	332
20 18	20 16 8,7	97	316	20 19 50,6	277	137	21 38 33,5	98	332
20 20	20 18 10,9	97	317	20 21 48,5	277	138	21 39 34,9	98	333
20 22	20 20 13,1	97	319	20 23 46,2	277	139	21 40 34,5	98	333
20 24	20 22 15,5	97	320	20 25 43,9	277	141	21 41 32,1	98	334
20 26	20 24 17,9	98	321	20 27 41,5	278	142	21 42 27,5	99	334
20 28	20 26 20,5	98	322	20 29 38,9	278	143	21 43 20,4	99	335
20 30	20 28 23,2	98	323	20 31 36,2	278	144	21 44 10,2	99	335
20 32	20 30 26,1	98	324	20 33 33,3	278	145	21 44 56,4	99	335
20 34	20 32 29,3	98	325	20 35 30,2	278	146	21 45 38,0	99	336
20 36	20 34 32,7	98	326	20 37 26,8	278	146	21 46 13,5	99	336
20 38	20 36 36,4	98	327	20 39 23,1	278	147	21 46 40,3	99	336
20 40	20 38 40,8	98	328	20 41 18,8	278	148	21 46 53,2	99	336
20 42	20 40 46,4	98	328	20 43 13,2	278	149	.. ..	...	...
20 43	20 41 50,5	98	328	20 44 9,1	278	149	.. ..	...	...
Limites	20 42 32,2	98	328	20 44 38,7	278	149	.. ..	...	...

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Argentine

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	-36 46	+ 59 50	Azul .....	.. ..	20 41 40,3	97,0	0,970	1	120
2	-38 43	+ 62 16	Bahia Blanca.....	.. ..	20 38 20,3	88,1	0,899	3	122
3	-37 51	+ 58 16	Balcarce.....	.. ..	20 41 19,6	95,9	0,961	-0	119
4	-34 36	+ 58 23	Buenos Aires.....	.. ..	20 44 24,5	99,7	0,995	1	119
5	-34 54	+ 60 1	Chivilcoy.....	2 8,6	20 43 21,9	100,0	1,014	2	120
6	-45 50	+ 67 30	Comodoro Rivadavia ...	.. ..	20 26 19,6	63,2	0,702	3	129
7	-27 20	+ 65 35	Concepcion.....	.. ..	20 45 54,7	87,5	0,894	10	122
8	-31 25	+ 64 11	Cordoba.....	.. ..	20 43 56,3	98,4	0,982	7	122
9	-38 6	+ 57 33	Corrientes.....	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..
10	-51 45	+ 72 5	El Turbio .....	.. ..	20 14 31,0	47,3	0,569	3	135
11	-29 9	+ 59 16	Goya.....	.. ..	20 48 24,3	83,7	0,865	3	119
12	-34 52	+ 57 55	La Plata .....	.. ..	20 44 22,3	99,8	0,996	0	119
13	-22 6	+ 65 36	La Quiaca.....	.. ..	20 48 46,8	69,8	0,754	12	121
14	-29 25	+ 66 51	La Rioja .....	.. ..	20 43 33,3	96,2	0,964	10	124
15	-38 0	+ 57 32	Mar Del Plata.....	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..
16	-32 53	+ 68 51	Mendoza.....	.. ..	20 39 11,8	96,3	0,964	10	126
17	-33 41	+ 65 28	Mercedes.....	.. ..	20 41 9,2	98,5	0,983	7	124
18	-38 31	+ 58 46	Necochea.....	.. ..	20 40 24,3	93,3	0,940	-0	120
19	-36 57	+ 60 20	Olavarria.....	.. ..	20 41 14,1	95,8	0,961	2	121
20	-31 45	+ 60 30	Parana .....	.. ..	20 45 50,0	94,2	0,947	4	120
21	-38 55	+ 69 14	Plaza Huincul .....	.. ..	20 33 3,3	78,4	0,823	8	128
22	-27 27	+ 55 50	Posadas .....	.. ..	20 50 54,8	72,7	0,778	1	117
23	-43 18	+ 65 6	Rawson .....	.. ..	20 31 16,5	72,0	0,772	3	126
24	-27 28	+ 59 0	Resistencia .....	.. ..	20 49 39,2	77,7	0,817	4	118
25	-33 7	+ 64 21	Rio Cuarto.....	2 2,5	20 42 25,3	100,0	1,009	6	123
26	-51 36	+ 69 15	Rio Galegos.....	.. ..	20 17 7,7	50,0	0,592	2	132
27	-51 35	+ 69 15	Rio Gallegos.....	.. ..	20 17 9,1	50,0	0,592	2	132
28	-53 45	+ 67 46	Rio Grande.....	.. ..	20 15 10,4	47,7	0,572	-0	131
29	-22 52	+ 66 41	Rosario.....	.. ..	20 47 34,0	74,1	0,789	13	122
30	-24 46	+ 65 28	Salta .....	.. ..	20 47 30,6	78,7	0,825	11	122
31	-41 11	+ 71 23	San Carlos De Bariloche	.. ..	20 28 36,2	69,9	0,755	8	131
32	-31 32	+ 68 32	San Juan.....	0 35,0	20 40 34,6	100,0	1,000	10	125
33	-49 17	+ 67 45	San Julian.....	.. ..	20 21 32,4	55,7	0,640	2	130
34	-28 1	+ 57 36	San Miguel De Tucuman	.. ..	20 49 53,6	77,4	0,815	2	118
35	-24 10	+ 65 48	San Salvador De Jujuy .	.. ..	20 47 35,3	77,2	0,813	11	122
36	-31 38	+ 60 43	Santa Fe .....	.. ..	20 45 48,9	94,2	0,947	4	120
37	-36 37	+ 64 17	Santa Rosa.....	.. ..	20 39 13,4	91,5	0,926	5	124
38	-27 47	+ 64 15	Santiago Del Estero ....	.. ..	20 46 32,3	86,9	0,890	8	122
39	-45 38	+ 69 8	Sarmiento.....	.. ..	20 25 15,7	61,9	0,691	5	130
40	-54 48	+ 68 19	Ushuaia .....	.. ..	20 13 13,1	45,6	0,554	-0	132
41	-33 45	+ 61 56	Venado Tuerto	2 13,3	20 43 22,0	100,0	1,014	4	121

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Argentine

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	19	33	3,2	280	141	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
2	19	28	52,7	284	141	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3	19	33	39,2	281	141	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
4	19	36	28,5	277	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
5	19	34	28,7	278	140	20	42	17,4	110	340	20	44	26,0	266	137	..	..	..	..	..	..
6	19	18	7,8	294	142	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
7	19	33	34,7	271	136	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
8	19	32	19,1	276	138	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
9	19	34	5,9	280	141	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
10	19	9	36,8	300	141	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
11	19	40	35,9	270	138	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
12	19	36	42,4	277	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
13	19	38	11,8	264	133	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
14	19	30	1,1	275	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
15	19	34	12,2	280	141	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
16	19	24	37,7	281	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
17	19	28	52,2	280	139	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
18	19	32	35,1	282	141	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
19	19	32	22,6	281	141	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
20	19	36	42,2	274	139	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
21	19	20	25,0	288	139	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
22	19	46	18,2	265	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
23	19	22	24,8	290	142	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
24	19	42	34,3	267	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
25	19	30	46,4	278	139	20	41	23,9	128	358	20	43	26,4	248	118	..	..	..	..	..	..
26	19	12	28,2	299	142	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
27	19	12	28,9	299	142	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
28	19	12	12,9	300	142	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
29	19	35	34,7	266	134	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	50	35,3	112	357	..
30	19	35	56,0	268	135	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
31	19	16	18,4	291	139	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
32	19	25	57,9	279	137	20	40	17,0	175	44	20	40	52,0	201	71	..	..	..	..	..	..
33	19	15	30,6	297	142	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
34	19	43	41,7	267	138	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
35	19	35	55,1	267	134	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
36	19	36	32,9	274	139	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
37	19	28	12,4	282	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
38	19	35	12,1	271	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
39	19	16	29,9	294	141	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
40	19	10	56,7	301	142	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
41	19	33	16,6	278	139	20	42	15,2	87	318	20	44	28,5	289	160	..	..	..	..	..	..

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Bolivie

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	-17 26	+ 66 10	Cochabamba .....	.. ..	20 49 54,9	54,7	0,630	14	120
2	-16 15	+ 62 8	Concepcion .....	.. ..	20 52 51,4	44,3	0,543	11	118
3	-16 30	+ 68 10	La Paz .....	.. ..	20 48 32,5	54,7	0,631	17	121
4	-13 22	+ 64 7	Magdalena .....	.. ..	20 52 5,5	37,9	0,486	14	118
5	-17 59	+ 67 8	Oruro .....	.. ..	20 49 1,4	58,1	0,659	15	121
6	-19 34	+ 65 45	Potosi .....	.. ..	20 49 35,4	61,3	0,685	13	121
7	-20 25	+ 66 41	Pulacayo .....	.. ..	20 48 35,5	65,7	0,721	14	121
8	-10 59	+ 66 6	Riberalta .....	.. ..	20 50 49,1	33,3	0,443	17	119
9	-16 23	+ 60 59	San Ignacio .....	.. ..	20 53 27,7	43,0	0,531	10	118
10	-17 53	+ 60 45	San Jose De Chiquitos	.. ..	20 53 12,5	47,6	0,571	9	118
11	-17 45	+ 63 14	Santa Cruz .....	.. ..	20 51 50,2	51,1	0,600	11	119
12	-19 5	+ 65 15	Sucre .....	.. ..	20 50 6,5	58,8	0,665	13	120
13	-21 33	+ 64 45	Tarija .....	.. ..	20 49 32,9	66,5	0,728	11	121
14	-14 46	+ 64 50	Trinidad .....	.. ..	20 51 25,4	43,6	0,536	14	119
15	-21 27	+ 65 45	Tupiza .....	.. ..	20 48 53,1	67,8	0,738	12	121
16	-22 0	+ 63 43	Yacuiba .....	.. ..	20 50 2,3	66,4	0,727	10	120

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.	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>a</i>	
	° /	° /		m s	h m s	%		°	°	
1	-12	9	+ 38 21	Alagoinhas.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
2	- 3	13	+ 52 15	Altamira.....	.. ..	20 56 40,1	0,4	0,022	7	114
3	-16	19	+ 48 58	Anapolis.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
4	-10	54	+ 37 7	Aracaju.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
5	-21	12	+ 50 24	Aracatuba.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
6	-21	46	+ 48 8	Araraquara.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
7	-31	22	+ 54 6	Bage.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
8	-22	19	+ 49 7	Bauru.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
9	- 1	27	+ 48 29	Belem.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
10	-19	54	+ 43 54	Belo Horizonte.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
11	-26	55	+ 49 7	Blumenau.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
12	- 2	51	+ 60 43	Boa Vista.....	.. ..	20 53 18,2	5,4	0,127	16	115
13	-10	59	+ 68 45	Brasileia.....	.. ..	20 48 38,5	37,3	0,479	20	120
14	-15	45	+ 47 57	Brasilia.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
15	-20	51	+ 41 7	Cachoeiro De Itapemirim.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
16	- 7	15	+ 35 50	Campina Grande.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
17	-22	54	+ 47 6	Campinas.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
18	- 8	44	+ 59 14	Campo Grande.....	.. ..	20 54 58,2	17,4	0,282	11	116
19	-21	46	+ 41 21	Campos.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
20	- 7	20	+ 47 25	Carolina.....	.. ..	20 57 57,8	2,9	0,083	1	113
21	- 8	15	+ 35 55	Caruaru.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
22	- 4	53	+ 43 20	Caxias.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
23	- 8	15	+ 49 15	Conceicao Do Araguaia.....	.. ..	20 57 50,4	5,8	0,134	2	114
24	- 7	30	+ 38 28	Conceicao Paraiba.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
25	-19	0	+ 57 35	Corumba.....	.. ..	20 54 18,6	46,6	0,562	6	117
26	-15	32	+ 56 5	Cuiaba.....	.. ..	20 55 45,1	33,1	0,441	6	116
27	-25	25	+ 49 25	Curitiba.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
28	-20	8	+ 44 55	Divinopolis.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
29	-22	9	+ 54 52	Dourados.....	.. ..	20 54 3,1	53,1	0,618	2	116
30	-18	10	+ 57 28	Dourados.....	.. ..	20 54 36,6	43,6	0,536	6	117
31	-12	17	+ 38 53	Feira De Santana.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
32	-27	35	+ 48 31	Florianopolis.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
33	- 3	45	+ 38 35	Fortaleza.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
34	-20	33	+ 47 27	Franca.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
35	-16	43	+ 49 18	Goiania.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
36	-15	57	+ 50 7	Goiias.....	.. ..	20 57 4,7	26,3	0,376	-0	114
37	-18	51	+ 41 57	Governador Valaderes.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
38	- 7	6	+ 34 53	Joao Pessoa.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
39	-26	20	+ 48 55	Joinville.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
40	- 9	25	+ 40 30	Juazeiro.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
41	- 7	10	+ 39 18	Juazeiro Do Norte.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
42	-21	47	+ 50 20	Juiz De Fora.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..

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.	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>a</i>	
	° /	° /		m s	h m s	%		°	°	
1	-27	48	+ 50 20	Lajes.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
2	-23	18	+ 51 13	Londrina.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
3	+ 0	4	+ 51 4	Macapa.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
4	- 9	40	+ 35 44	Maceio.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
5	+ 3	6	+ 60 0	Manaus.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
6	- 5	23	+ 49 10	Maraba.....	.. ..	20 57 35,9	1,2	0,047	3	113
7	-22	13	+ 49 58	Marilia.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
8	-23	26	+ 52 2	Maringa.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
9	-15	5	+ 59 57	Mato Grosso.....	.. ..	20 54 14,5	37,2	0,480	9	117
10	-16	45	+ 43 52	Montes Claros.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
11	- 5	10	+ 37 18	Mossoro.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
12	- 5	47	+ 35 13	Natal.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
13	- 2	58	+ 41 46	Parnaiba.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
14	-28	16	+ 52 20	Passo Fundo.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
15	-31	45	+ 52 20	Pelotas.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
16	-25	7	+ 50 9	Ponta Grossa.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
17	- 8	58	+ 67 48	Porto Alegre.....	.. ..	20 49 24,0	29,5	0,407	20	119
18	-13	48	+ 40 46	Porto Velho.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
19	-22	9	+ 51 24	Presidente Prudente..	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
20	- 8	6	+ 34 53	Recife.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
21	-24	39	+ 49 0	Ribeira.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
22	-21	9	+ 47 48	Ribeirao Preto.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
23	- 9	59	+ 67 49	Rio Branco.....	.. ..	20 49 26,1	32,7	0,437	20	119
24	-22	19	+ 47 35	Rio Claro.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
25	-22	53	+ 43 17	Rio De Janeiro.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
26	-32	3	+ 52 8	Rio Grande.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
27	-12	58	+ 38 29	Salvador.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
28	-23	8	+ 45 52	San Jose Dos Campos	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
29	-29	40	+ 53 52	Santa Maria.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
30	- 2	26	+ 54 41	Santarem.....	.. ..	20 55 48,8	0,7	0,032	10	114
31	-23	56	+ 46 22	Santos.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
32	-20	50	+ 49 20	Sao Jose Do Rio Preto	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
33	- 4	22	+ 56 2	Sao Luis.....	.. ..	20 55 46,3	4,2	0,108	10	114
34	-23	33	+ 46 39	Sao Paulo.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
35	- 3	45	+ 40 20	Sobral.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
36	-23	0	+ 45 36	Taubate.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
37	-17	52	+ 41 31	Teofilo Otoni.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
38	- 5	9	+ 42 46	Teresina.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
39	-19	47	+ 47 57	Uberaba.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
40	-18	57	+ 48 17	Uberlandia.....	.. ..	.. .. .	..	..	..	..
41	- 2	52	+ 52 0	Vitoria.....	.. ..	20 56 39,0	0,1	0,009	7	114

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Brésil

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	19	51	23,7	262	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
2	19	56	13,0	255	134	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
4	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
5	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
6	20	39	34,3	207	108	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
7	19	58	58,0	252	133	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
8	19	55	11,3	256	135	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
9	19	55	55,2	248	130	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
10	20	13	57,6	236	126	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
11	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
12	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
13	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
14	19	48	59,8	264	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
15	19	45	6,5	269	139	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
16	19	54	54,2	257	135	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
17	19	49	46,4	243	125	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	42	25,9	137	33	..
18	20	23	41,3	225	120	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
19	19	57	34,0	253	134	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
20	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
21	19	56	35,1	256	135	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
22	20	2	39,2	249	132	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
23	19	48	8,1	245	125	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	43	47,2	135	31	..
24	20	1	7,9	251	133	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
25	20	3	54,4	248	132	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
26	19	44	57,4	269	139	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
27	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
28	20	1	27,3	251	133	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
29	19	45	56,8	267	138	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
30	20	40	18,7	204	106	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	11	3,2	175	80	..
31	19	59	52,9	252	134	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
32	20	1	36,0	249	132	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
33	20	26	52,5	217	114	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	23	14,3	163	67	..
34	20	0	11,2	252	134	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
35	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
36	20	1	52,5	250	133	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
37	20	13	57,6	236	126	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
38	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
39	20	4	36,6	246	131	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
40	20	5	35,8	245	130	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
41	20	48	48,2	197	100	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	4	35,6	182	87	..

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Chili

n°	Position		Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse				
	Latitude	Longitude			UT	Obs.	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>a</i>
	° /	° /		m s	h m s	%		°	°
1	-18 30	+ 70 20	Arica.....	.. ..	20 46 5,5	65,1	0,716	18	123
2	-55 59	+ 67 15	Cap Horn.....	.. ..	.. ..	..	..	..	..
3	-42 30	+ 73 46	Castro.....	.. ..	20 24 42,9	64,0	0,707	9	133
4	-46 34	+ 71 44	Chile Chico...	.. ..	20 21 45,9	57,2	0,652	6	133
5	-36 37	+ 72 10	Chillan.....	.. ..	20 32 39,8	81,0	0,843	11	130
6	-47 16	+ 72 33	Cochrane.....	.. ..	20 20 5,6	55,0	0,634	6	134
7	-45 35	+ 72 8	Coihaique....	.. ..	20 22 37,9	58,9	0,666	6	133
8	-36 50	+ 73 3	Concepcion...	.. ..	20 31 32,7	79,2	0,829	12	131
9	-35 20	+ 72 28	Constitucion..	.. ..	20 33 35,2	84,2	0,868	12	130
10	-27 20	+ 70 23	Copiapo.....	.. ..	20 41 56,7	95,0	0,953	14	126
11	-38 28	+ 71 52	Curacautin...	.. ..	20 31 5,5	76,3	0,806	10	130
12	-35 0	+ 71 15	Curico.....	.. ..	20 35 6,5	86,8	0,889	11	129
13	-31 40	+ 71 13	Illapel.....	.. ..	20 38 1,4	96,7	0,967	13	127
14	-20 15	+ 70 8	Iquique.....	.. ..	20 45 42,7	70,8	0,762	17	123
15	-29 54	+ 71 18	La Serena....	2 17,5	20 39 18,1	100,0	1,009	14	127
16	-38 30	+ 72 30	Lautaro.....	.. ..	20 30 25,4	75,4	0,799	10	131
17	-32 53	+ 70 32	Los Andes....	.. ..	20 37 40,3	94,0	0,946	11	127
18	-37 28	+ 72 23	Los Angeles..	.. ..	20 31 36,1	78,4	0,822	11	130
19	-40 35	+ 73 14	Osorno.....	.. ..	20 27 26,2	69,2	0,749	10	132
20	-30 33	+ 71 16	Ovalle.....	.. ..	20 38 50,9	99,6	0,994	13	127
21	-53 15	+ 70 16	Porvenir.....	.. ..	20 13 57,3	46,4	0,561	1	133
22	-41 28	+ 73 0	Puerto Montt.	.. ..	20 26 41,3	67,3	0,734	9	132
23	-51 41	+ 72 15	Puerto Natales	.. ..	20 14 27,6	47,3	0,568	3	135
24	-53 10	+ 70 56	Punta Arenas.	.. ..	20 13 31,3	46,0	0,557	2	134
25	-32 54	+ 71 16	Quillota.....	.. ..	20 36 57,3	93,0	0,937	12	128
26	-34 10	+ 70 45	Rancagua.....	.. ..	20 36 20,8	89,9	0,913	11	128
27	-33 35	+ 71 39	San Antonio..	.. ..	20 35 59,5	90,4	0,917	12	128
28	-33 37	+ 70 45	San Bernado..	.. ..	20 36 50,0	91,5	0,926	11	128
29	-36 25	+ 71 58	San Carlos....	.. ..	20 33 3,6	81,8	0,849	11	130
30	-32 45	+ 70 42	San Felipe....	.. ..	20 37 37,6	94,2	0,947	12	127
31	-34 40	+ 71 0	San Fernando.	.. ..	20 35 39,3	88,1	0,899	11	128
32	-33 30	+ 70 40	Santiago.....	.. ..	20 37 0,9	92,0	0,930	11	128
33	-35 28	+ 71 40	Talca.....	.. ..	20 34 16,0	84,9	0,874	11	129
34	-36 40	+ 73 10	Talcahuano...	.. ..	20 31 35,2	79,5	0,831	12	131
35	-38 45	+ 72 40	Temuco.....	.. ..	20 29 59,6	74,6	0,792	10	131
36	-39 46	+ 73 15	Valdivia.....	.. ..	20 28 18,6	71,2	0,766	10	132
37	-28 36	+ 70 45	Vallenar.....	.. ..	20 40 45,5	99,2	0,990	14	126
38	-33 5	+ 71 40	Valparaiso....	.. ..	20 36 24,4	91,9	0,928	12	128
39	-38 15	+ 72 27	Victoria.....	.. ..	20 30 44,0	76,2	0,805	10	131
40	-33 2	+ 71 35	Vina Del Mar.	.. ..	20 36 31,9	92,1	0,931	12	128

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Chili

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	19	32	34,0	262	130	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	50	2,7	117	4
2	19	10	51,1	301	142	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3	19	12	27,2	293	138	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	29	57,4	79	302
4	19	12	59,9	296	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
5	19	17	30,1	286	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	39	24,3	88	317
6	19	11	40,1	297	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
7	19	13	3,3	295	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
8	19	16	2,7	287	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	38	36,9	87	316
9	19	17	40,0	285	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	40	46,9	89	320
10	19	25	39,5	274	134	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	48	33,8	102	342
11	19	17	1,6	288	138	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
12	19	19	43,9	284	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	41	48,0	91	322
13	19	21	36,3	280	136	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	45	9,7	95	330
14	19	31	25,4	264	131	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	50	19,7	114	0
15	19	22	28,4	278	135	20	38	9,1	129	357	20	40	26,6	248	117	21	46	34,8	98	335
16	19	16	5,4	289	138	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	36	45,2	85	313
17	19	22	1,1	281	136	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	44	19,7	94	328
18	19	16	45,6	288	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	38	12,0	86	315
19	19	14	3,6	291	138	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	33	18,0	82	307
20	19	22	9,3	279	135	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	46	5,2	97	333
21	19	10	22,9	301	142	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
22	19	13	58,7	292	139	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
23	19	9	29,2	300	141	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
24	19	9	49,3	301	142	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
25	19	20	50,3	282	136	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	43	59,5	94	327
26	19	20	57,3	283	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	42	56,5	92	325
27	19	19	51,3	283	136	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	43	7,6	92	325
28	19	21	15,7	282	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	43	30,7	93	326
29	19	17	54,3	286	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	39	45,8	88	318
30	19	21	49,8	281	136	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	44	23,1	94	328
31	19	20	17,7	284	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	42	17,4	91	323
32	19	21	27,5	282	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	43	39,9	93	327
33	19	18	50,8	285	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	41	3,4	90	321
34	19	15	56,4	287	137	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	38	45,3	87	316
35	19	15	43,7	289	138	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	36	18,5	84	312
36	19	14	24,5	290	138	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	34	29,5	83	309
37	19	24	12,3	276	134	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	47	41,7	100	339
38	19	20	5,6	282	136	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	43	37,6	93	327
39	19	16	17,0	288	138	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	37	7,4	85	313
40	19	20	15,3	282	136	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	43	42,9	93	327

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 . . . . .	..	..	20	36	31,9	2,6	0,078	36	115
2	+ 7	4	+ 70	41	Arauca . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3	+11	10	+ 74	50	Barranquilla . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..
4	+ 6	20	+ 75	41	Bello . . . . .	..	..	20	35	53,1	1,7	0,058	37	114
5	+ 4	31	+ 69	40	Bisinaca . . . . .	..	..	20	43	38,9	0,6	0,030	29	114
6	+ 4	38	+ 74	5	Bogota . . . . .	..	..	20	38	48,0	3,1	0,088	34	115
7	+ 7	8	+ 73	10	Bucaramanga . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..
8	+ 3	54	+ 77	2	Buenaventura . . . . .	..	..	20	35	25,2	6,9	0,150	37	116
9	+ 3	53	+ 76	17	Buga . . . . .	..	..	20	36	25,7	6,2	0,140	36	116
10	+10	16	+ 74	55	Calamar . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..
11	+ 3	24	+ 76	30	Cali . . . . .	..	..	20	36	23,1	7,4	0,158	36	116
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 . . . . .	..	..	20	38	37,9	0,6	0,029	34	114
17	+ 7	55	+ 72	31	Cucuta . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..
18	+ 2	14	+ 75	37	Garzon . . . . .	..	..	20	38	5,3	9,1	0,181	35	117
19	+ 4	25	+ 75	20	Ibague . . . . .	..	..	20	37	22,7	4,4	0,111	36	115
20	+ 6	7	+ 68	49	La Venturosa . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..
21	- 4	9	+ 69	57	Leticia . . . . .	..	..	20	46	42,2	18,5	0,294	25	118
22	+ 9	14	+ 75	50	Lorica . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..
23	+ 5	3	+ 75	32	Manizales . . . . .	..	..	20	36	47,3	3,5	0,095	36	115
24	+ 6	15	+ 75	36	Medellin . . . . .	..	..	20	36	2,4	1,7	0,059	37	114
25	+ 8	45	+ 75	54	Monteria . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..
26	+ 8	45	+ 75	54	Monteria . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..
27	+ 2	58	+ 75	15	Neiva . . . . .	..	..	20	38	12,5	7,2	0,154	35	116
28	+ 3	33	+ 76	17	Palmira . . . . .	..	..	20	36	35,8	6,9	0,150	36	116
29	+ 7	24	+ 72	38	Pamplona . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..
30	+ 1	12	+ 77	17	Pasto . . . . .	..	..	20	36	20,6	13,3	0,235	36	118
31	+ 4	47	+ 75	46	Pereira . . . . .	..	..	20	36	38,0	4,1	0,106	36	115
32	+ 2	27	+ 76	32	Popayan . . . . .	..	..	20	36	47,7	9,5	0,187	36	117
33	- 2	9	+ 71	1	Puerto Alfonso . . . . .	..	..	20	45	5,0	14,5	0,249	27	117
34	+ 6	8	+ 69	27	Puerto Carreno . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..
35	+ 0	8	+ 75	53	Puerto Ospina . . . . .	..	..	20	38	38,7	14,4	0,248	34	118
36	+ 5	40	+ 76	38	Quibdo . . . . .	..	..	20	35	1,3	3,3	0,091	38	115
37	+11	34	+ 72	58	Riohacha . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..
38	- 2	18	+ 73	2	San Cristobal . . . . .	..	..	20	42	57,5	17,4	0,282	29	118
39	+ 0	8	+ 75	53	San Miguel . . . . .	..	..	20	38	38,7	14,4	0,248	34	118
40	+11	18	+ 74	10	Santa Marta . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..
41	+ 3	0	+ 76	25	Santander . . . . .	..	..	20	36	41,4	8,2	0,169	36	117
42	+ 4	16	+ 75	58	Sevilla . . . . .	..	..	20	36	38,7	5,2	0,124	36	116

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Colombie

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	°	′	h	m	s	°	′
1	20	6	24,1	212	107	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	5	8,0	167	70
2
3
4	20	9	48,7	209	105	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	0	52,8	170	74
5	20	25	58,3	204	104	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	0	56,5	176	80
6	20	7	17,1	214	109	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	8	36,0	166	69
7
8	19	53	8,0	221	111	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	14	32,1	159	60
9	19	55	48,1	220	111	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	14	7,2	160	61
10
11	19	53	16,7	222	111	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	16	10,1	158	59
12
13
14
15
16	20	20	44,6	203	103	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	56	8,2	176	80
17
18	19	52	30,0	224	113	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	19	54,7	155	57
19	20	1	27,6	216	110	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	11	1,6	163	65
20
21	19	53	19,1	234	120	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	34	45,9	146	45
22
23	20	3	31,4	214	108	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	8	8,6	165	68
24	20	9	40,4	209	106	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	1	17,7	170	73
25
26
27	19	56	11,2	221	112	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	17	2,9	158	60
28	19	54	34,9	221	111	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	15	27,4	159	60
29
30	19	43	55,1	229	113	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	23	48,9	150	50
31	20	1	23,5	216	109	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	9	42,4	164	66
32	19	50	2,5	224	112	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	19	36,6	155	56
33	19	54	52,5	231	118	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	30	35,6	149	49
34
35	19	45	43,7	230	115	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	26	27,2	149	49
36	20	2	3,3	214	108	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	6	8,1	166	68
37
38	19	48	42,2	233	118	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	31	45,4	147	46
39	19	45	43,7	230	115	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	26	27,2	149	49
40
41	19	52	12,8	223	112	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	17	36,8	157	58
42	19	58	27,3	218	110	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	12	15,5	161	64

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.	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>a</i>					
	°	'	°	'	m	s	h	m	s	%	°	°		
1	+ 9	17	+ 75	23	Sincelejo ...	..	..	..	..	..	..	..
2	+ 6	30	+ 73	16	Socorro ....	..	..	20	38	43,8	0,3	0,020	34	113
3	+ 0	45	+ 69	26	Teresita ....	..	..	20	45	36,6	6,2	0,140	27	116
4	+ 4	5	+ 76	12	Tulua .....	..	..	20	36	26,2	5,8	0,133	36	116
5	+ 1	51	+ 78	46	Tumaco ....	..	..	20	33	58,0	13,3	0,235	38	118
6	+ 5	33	+ 73	23	Tunja .....	..	..	20	39	7,8	1,4	0,051	34	114
7	+ 1	6	+ 77	37	Tuquerres ..	..	..	20	35	55,6	13,9	0,242	36	118
8	+10	31	+ 73	16	Valledupar .	..	..	..	..	..	..	..	..	..
9	+ 4	9	+ 73	38	Villavicencio	..	..	20	39	35,0	3,6	0,096	33	115
10	+ 6	59	+ 75	25	Yarumal....	..	..	20	35	50,9	0,8	0,035	37	114

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Costa Rica

n°	Position		Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse									
	Latitude	Longitude			UT	Obs.	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>a</i>					
	°	'	°	'	m	s	h	m	s	%	°	°		
1	+10	0	+ 84	12	Alajuela .....	..	..	20	20	56,3	1,5	0,054	50	114
2	+10	32	+ 84	27	Boca Arenal .....	..	..	20	20	11,0	1,0	0,040	50	113
3	+ 9	36	+ 85	5	Cabuya .....	..	..	20	19	38,7	2,6	0,077	51	115
4	+ 9	50	+ 83	52	Cartago .....	..	..	20	21	36,4	1,6	0,055	49	114
5	+ 8	42	+ 83	10	Golfito .....	..	..	20	23	27,8	2,8	0,082	48	115
6	+10	0	+ 84	8	Heredia .....	..	..	20	21	3,1	1,5	0,053	50	114
7	+11	5	+ 85	39	La Cruz .....	..	..	20	17	45,3	0,9	0,037	52	113
8	+10	39	+ 85	28	Liberia .....	..	..	20	18	20,5	1,3	0,048	52	114
9	+10	0	+ 83	1	Limon .....	..	..	20	22	55,5	1,0	0,040	48	113
10	+10	0	+ 84	50	Puntarenas .....	..	..	20	19	50,7	1,8	0,061	50	114
11	+ 9	28	+ 83	42	San Isidro .....	..	..	20	22	6,6	2,0	0,065	49	114
12	+ 9	59	+ 84	4	San Jose .....	..	..	20	21	10,5	1,5	0,053	49	114
13	+10	55	+ 83	43	San Juan del Norte	..	..	20	21	11,4	0,3	0,020	50	113
14	+ 9	56	+ 83	40	Turrialba .....	..	..	20	21	53,0	1,3	0,050	49	114

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Colombie

n°	1 ^{er} contact					2 ^e contact					3 ^e contact					4 ^e contact				
	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>
	h	m	s	°	′	h	m	s	°	′	h	m	s	°	′	h	m	s	°	′
1	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...
2	20	23	47,5	201	101	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	53	28,9	179	82
3	20	7	55,3	220	114	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	21	20	41,8	160	62
4	19	56	52,1	219	110	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	21	13	13,7	160	62
5	19	40	39,7	228	112	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	21	22	13,3	150	50
6	20	15	23,4	208	106	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	21	1	59,9	172	75
7	19	42	32,7	229	113	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	21	24	11,0	150	49
8	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...
9	20	6	46,0	215	109	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	21	10	31,1	165	68
10	20	15	46,2	204	103	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	55	23,3	175	78

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Costa Rica

n°	1 ^{er} contact					2 ^e contact					3 ^e contact					4 ^e contact				
	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>
	h	m	s	°	′	h	m	s	°	′	h	m	s	°	′	h	m	s	°	′
1	19	53	32,3	206	100	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	47	16,9	170	72
2	19	56	28,1	204	98	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	43	10,5	172	74
3	19	46	41,8	210	100	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	50	59,7	166	67
4	19	53	58,9	207	100	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	48	8,8	170	72
5	19	50	1,8	211	102	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	55	10,3	166	68
6	19	53	52,2	206	100	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	47	11,8	170	72
7	19	54	48,2	203	97	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	40	3,8	173	74
8	19	52	5,7	205	98	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	43	40,2	171	72
9	19	59	39,7	204	99	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	45	28,4	173	75
10	19	50	26,7	208	100	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	48	0,7	169	70
11	19	52	16,0	208	101	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	50	38,5	168	70
12	19	54	4,8	206	100	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	47	14,4	170	72
13	20	4	44,7	199	96	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	37	24,5	177	79
14	19	55	43,3	206	100	..	..	...	...	...	..	..	...	...	...	20	47	5,5	171	73

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.	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>a</i>					
	°	'	°	'	m	s	h	m	s	%	°	°		
1	- 1	18	+ 78	39	Ambato.....	..	..	20	35	23,9	21,7	0,328	36	120
2	+ 0	2	+ 78	8	Cayambe.....	..	..	20	35	38,4	17,3	0,281	37	119
3	- 2	54	+ 79	0	Cuenca.....	..	..	20	35	24,7	26,9	0,381	36	121
4	+ 0	56	+ 79	40	Esmeraldas...	..	..	20	33	2,0	16,7	0,275	39	119
5	- 2	13	+ 79	54	Guayaquil....	..	..	20	33	51,1	26,0	0,372	37	121
6	+ 0	23	+ 78	5	Ibarra.....	..	..	20	35	34,3	16,3	0,270	37	119
7	+ 0	50	+ 76	54	Lago Agrio...	..	..	20	37	1,2	13,8	0,241	36	118
8	- 3	59	+ 79	16	Loja.....	..	..	20	35	19,6	30,6	0,417	36	122
9	- 3	20	+ 79	57	Machala.....	..	..	20	34	7,0	29,5	0,406	37	122
10	- 0	59	+ 80	44	Manta.....	..	..	20	32	8,4	23,4	0,346	39	121
11	- 1	7	+ 80	28	Portoviejo....	..	..	20	32	36,3	23,5	0,347	39	121
12	- 3	19	+ 79	59	Puerto Bolivar	..	..	20	34	3,7	29,5	0,406	37	122
13	- 0	14	+ 78	30	Quito.....	..	..	20	35	13,2	18,5	0,294	37	119
14	- 1	44	+ 78	40	Riobamba....	..	..	20	35	31,4	23,0	0,342	36	120
15	- 1	44	+ 78	40	Rio Bamba...	..	..	20	35	31,4	23,0	0,342	36	120
16	+ 1	15	+ 78	51	San Lorenzo..	..	..	20	34	6,5	15,0	0,254	38	119

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Nicaragua

n°	Position		Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse									
	Latitude	Longitude			UT	Obs.	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>a</i>					
	°	'	°	'	m	s	h	m	s	%	°	°		
1	+14	43	+ 83	51	Bilwascarma.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..
2	+12	0	+ 83	49	Bluefields.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3	+12	35	+ 87	10	Chinandega.....	..	..	20	14	6,9	0,1	0,007	55	112
4	+11	58	+ 85	59	Granada.....	..	..	20	16	37,4	0,2	0,013	53	112
5	+13	56	+ 86	11	Jalapa.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..
6	+13	5	+ 85	59	Jinotega.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..
7	+11	50	+ 86	10	Jinotepe.....	..	..	20	16	22,7	0,3	0,019	53	113
8	+12	12	+ 85	10	La Libertad.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..
9	+12	24	+ 86	52	Leon.....	..	..	20	14	46,3	0,1	0,009	54	112
10	+12	6	+ 86	18	Managua.....	..	..	20	15	58,6	0,2	0,012	53	112
11	+11	59	+ 86	3	Masaya.....	..	..	20	16	29,6	0,2	0,013	53	113
12	+12	52	+ 85	58	Matagalpa.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..
13	+13	19	+ 83	35	Prinza Polca.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..
14	+10	58	+ 83	40	San Juan Del Norte	..	..	20	21	14,5	0,3	0,018	49	113

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Équateur

n°	1 ^{er} contact					2 ^e contact					3 ^e contact					4 ^e contact				
	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>
	h	m	s	°	°	h	m	s	°	°	h	m	s	°	°	h	m	s	°	°
1	19	33	36,1	236	114	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	30	22,0	143	40
2	19	38	12,3	232	114	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	27	9,3	146	45
3	19	29	23,8	240	115	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	33	39,9	139	35
4	19	35	15,4	232	112	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	24	54,9	147	45
5	19	27	47,0	239	113	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	32	13,0	139	36
6	19	39	12,1	232	113	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	26	14,3	147	46
7	19	44	13,2	229	114	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	24	46,5	150	50
8	19	26	41,2	242	115	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	35	36,3	136	31
9	19	25	37,8	241	114	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	34	20,2	137	32
10	19	27	27,3	237	112	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	29	30,6	141	38
11	19	28	4,0	237	112	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	29	50,3	141	38
12	19	25	33,1	241	114	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	34	18,0	137	32
13	19	36	23,6	233	114	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	27	51,3	145	44
14	19	32	40,1	237	114	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	31	19,0	142	39
15	19	32	40,1	237	114	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	31	19,0	142	39
16	19	38	48,0	230	112	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	23	58,5	149	48

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Nicaragua

n°	1 ^{er} contact					2 ^e contact					3 ^e contact					4 ^e contact				
	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>
	h	m	s	°	°	h	m	s	°	°	h	m	s	°	°	h	m	s	°	°
1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3	20	4	17,6	194	91	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	24	1,1	181	81	
4	20	2	59,5	197	93	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	30	11,1	179	80	
5	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
6	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
7	19	59	46,0	199	94	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	32	46,3	177	78	
8	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
9	20	3	15,8	195	92	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	26	18,2	180	81	
10	20	2	39,7	196	93	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	29	14,3	179	80	
11	20	2	44,4	197	93	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	30	10,5	179	80	
12	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
13	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
14	20	5	43,9	199	96	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	36	34,8	178	80	

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Panama

n°	Position		Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse								
	Latitude	Longitude			UT	Obs.	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>a</i>				
	°	'	°	'	m	s	h	m	s	%	°	°	
1	+ 8	16	+ 80	31	..	..	20	27	57,5	1,9	0,062	44	114
2	+ 9	15	+ 78	5	..	..	20	30	54,5	0,0	0,001	42	113
3	+ 9	20	+ 82	22	..	..	20	24	23,8	1,5	0,053	47	114
4	+ 7	59	+ 80	25	..	..	20	28	16,9	2,2	0,070	44	114
5	+ 9	21	+ 79	54	..	..	20	28	13,3	0,4	0,021	44	113
6	+ 8	31	+ 82	39	..	..	20	24	25,6	2,8	0,081	47	115
7	+ 8	26	+ 82	26	..	..	20	24	49,9	2,8	0,081	47	115
8	+ 7	31	+ 78	8	..	..	20	31	54,3	1,5	0,055	41	114
9	+ 8	51	+ 79	46	..	..	20	28	44,0	0,8	0,035	43	113
10	+ 8	57	+ 79	30	..	..	20	29	3,9	0,6	0,028	43	113
11	+ 9	33	+ 79	37	..	..	20	28	31,0	0,2	0,012	44	113
12	+ 8	19	+ 82	51	..	..	20	24	13,0	3,2	0,090	47	115
13	+ 8	27	+ 78	51	..	..	20	30	19,2	0,8	0,035	42	113
14	+ 8	8	+ 80	59	..	..	20	27	19,1	2,3	0,072	45	114

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Panama

n°	1 ^{er} contact					2 ^e contact					3 ^e contact					4 ^e contact				
	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>
	h	m	s	°	′	h	m	s	°	′	h	m	s	°	′	h	m	s	°	′
1	19	59	32,2	209	103	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	55	8,2	169	72
2	20	27	31,6	192	93	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	34	32,5	187	89
3	19	57	49,4	207	101	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	49	57,1	171	73
4	19	58	14,5	210	104	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	56	54,0	168	70
5	20	11	48,3	201	99	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	44	23,5	178	80
6	19	51	17,2	211	103	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	55	51,4	166	68
7	19	51	46,7	211	103	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	56	10,5	166	68
8	20	5	57,9	208	104	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	56	48,7	171	74
9	20	7	40,1	204	101	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	49	13,2	174	77
10	20	10	7,6	202	100	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	47	35,0	176	79
11	20	16	31,0	198	97	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	40	30,4	181	83
12	19	49	18,2	212	103	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	57	12,8	165	66
13	20	9	18,7	204	101	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	50	44,8	174	77
14	19	56	33,4	210	104	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	56	35,6	168	70

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Paraguay

n°	Position		Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse				
	Latitude	Longitude			UT	Obs.	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>a</i>
	° /	° /		m s	h m s	%		°	°
1	-25 15	+ 57 40	Asuncion .....	.. ..	20 51 32,6	68,0	0,740	3	117
2	-23 10	+ 55 35	Capitan Bado .....	.. ..	20 53 22,0	57,6	0,656	2	116
3	-23 22	+ 57 26	Concepcion .....	.. ..	20 52 36,8	61,1	0,685	4	117
4	-25 24	+ 56 30	Coronel Oviedo .....	.. ..	20 51 54,1	66,7	0,730	2	117
5	-27 20	+ 55 50	Encarnacion .....	.. ..	20 50 59,2	72,3	0,775	1	117
6	-23 28	+ 60 14	Fortin Avalos Sanchez ..	.. ..	20 51 19,7	65,9	0,723	6	119
7	-22 50	+ 59 58	Fortin Boqueron .....	.. ..	20 51 45,7	63,3	0,702	6	118
8	-22 43	+ 60 47	Fortin Capitan Demattei	.. ..	20 51 24,4	64,2	0,709	7	119
9	-21 20	+ 59 43	Fortin Carlos A. Lopez .	.. ..	20 52 32,1	57,7	0,656	7	118
10	-23 6	+ 59 50	Fortin Falcon .....	.. ..	20 51 42,0	64,0	0,708	6	118
11	-19 54	+ 58 10	Fortin Galpon .....	.. ..	20 53 46,2	50,5	0,596	6	117
12	-24 10	+ 59 30	Fortin General Caballero	.. ..	20 51 19,8	67,1	0,733	5	118
13	-20 30	+ 61 56	Fortin General E. Garay	.. ..	20 51 42,9	58,4	0,662	9	119
14	-20 4	+ 61 4	Fortin Lagerenza .....	.. ..	20 52 20,8	55,5	0,638	8	118
15	-25 41	+ 60 13	Fortin Lavalle .....	.. ..	20 50 9,5	73,5	0,784	6	119
16	-23 23	+ 61 13	Fortin Leonida Escobar .	.. ..	20 50 51,8	67,1	0,733	7	119
17	-21 2	+ 57 51	Fuerte Olimpo .....	.. ..	20 53 28,4	53,8	0,624	5	117
18	-23 20	+ 57 3	Horqueta .....	.. ..	20 52 46,5	60,4	0,679	4	117
19	-25 36	+ 57 6	Paraguari .....	.. ..	20 51 34,1	68,3	0,743	3	117
20	-22 30	+ 55 44	Pedro Juan Caballero...	.. ..	20 53 37,5	55,6	0,639	3	116
21	-26 51	+ 58 20	Pilar .....	.. ..	20 50 20,0	74,5	0,792	3	118
22	-24 32	+ 54 23	Puerto Adela .....	.. ..	20 53 2,9	60,5	0,679	1	116
23	-22 15	+ 57 55	Puerto Adela .....	.. ..	20 52 56,2	58,1	0,659	5	117
24	-22 2	+ 58 0	Puerto Casado .....	.. ..	20 52 59,9	57,5	0,654	5	117
25	-24 8	+ 57 8	Puerto Sastre .....	.. ..	20 52 20,8	63,3	0,702	3	117
26	-25 32	+ 54 34	Puerto Strossner .....	.. ..	20 52 27,3	64,2	0,710	1	116
27	-24 59	+ 56 0	San Pedro .....	.. ..	20 52 18,3	64,5	0,712	2	117
28	-25 45	+ 56 28	Villarrica .....	.. ..	20 51 43,0	67,8	0,739	2	117
29	-25 15	+ 57 36	Yhu .....	.. ..	20 51 34,2	67,9	0,739	3	117

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Pérou

n°	Position		Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse									
	Latitude	Longitude			UT	Obs.	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>a</i>					
	°	'	°	'	m	s	h	m	s	%	°	°		
1	-16	25	+ 71	32	Arequipa . . . . .	..	..	20	45	25,8	59,9	0,673	20	123
2	- 4	28	+ 77	35	Borja . . . . .	..	..	20	37	51,8	29,7	0,409	33	121
3	- 3	55	+ 70	30	Caballocha . . . . .	..	..	20	46	6,4	18,5	0,295	26	118
4	-12	5	+ 77	8	Callao . . . . .	..	..	20	39	20,9	54,0	0,625	28	125
5	-10	43	+ 76	15	Cerro De Pasco . . . . .	..	..	20	40	30,8	48,0	0,574	28	124
6	- 6	47	+ 79	47	Chiclayo . . . . .	..	..	20	35	10,0	40,3	0,506	34	124
7	- 9	4	+ 78	34	Chimbote . . . . .	..	..	20	37	15,6	46,0	0,557	32	124
8	-13	32	+ 71	57	Cuzco . . . . .	..	..	20	45	25,9	50,7	0,597	22	122
9	-12	5	+ 75	12	Huancayo . . . . .	..	..	20	41	49,9	51,0	0,599	26	124
10	-14	2	+ 75	48	Ica . . . . .	..	..	20	40	57,4	58,6	0,663	26	125
11	- 3	51	+ 73	13	Iquitos . . . . .	..	..	20	43	11,8	21,9	0,331	29	119
12	-16	15	+ 69	30	Juli . . . . .	..	..	20	47	25,3	56,0	0,641	18	122
13	- 6	36	+ 79	45	Lambayeque . . . . .	..	..	20	35	11,1	39,6	0,500	35	124
14	-12	6	+ 77	3	Lima . . . . .	..	..	20	39	27,6	54,0	0,624	28	125
15	- 9	9	+ 78	17	Panamamarca . . . . .	..	..	20	37	41,0	45,9	0,555	31	124
16	- 3	10	+ 71	46	Pebas . . . . .	..	..	20	44	36,3	18,1	0,290	27	118
17	- 5	15	+ 80	38	Piura . . . . .	..	..	20	33	33,1	36,5	0,472	36	124
18	- 8	21	+ 74	33	Pucallpa . . . . .	..	..	20	42	28,5	37,6	0,482	28	122
19	- 2	18	+ 71	53	Puca Urco . . . . .	..	..	20	44	13,4	16,0	0,266	28	118
20	-15	53	+ 70	3	Puno . . . . .	..	..	20	46	59,1	55,6	0,638	19	122
21	- 4	52	+ 80	39	Sullana . . . . .	..	..	20	33	26,2	35,3	0,461	37	123
22	-18	0	+ 70	15	Tacna . . . . .	..	..	20	46	18,7	63,2	0,701	18	123
23	- 6	31	+ 76	23	Tarapoto . . . . .	..	..	20	39	54,9	34,4	0,453	31	122
24	- 8	6	+ 79	0	Trujillo . . . . .	..	..	20	36	31,7	43,5	0,534	33	124
25	- 1	10	+ 73	55	Yabuyanós . . . . .	..	..	20	41	33,6	15,5	0,260	31	118
26	- 5	54	+ 76	7	Yurimaguas . . . . .	..	..	20	40	8,8	32,1	0,431	31	121

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Pérou

n°	1 ^{er} contact					2 ^e contact					3 ^e contact					4 ^e contact				
	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>
	h	m	s	°	′	h	m	s	°	′	h	m	s	°	′	h	m	s	°	′
1	19	31	57,0	259	128	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	49	16,1	120	8
2	19	31	2,9	242	117	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	36	38,3	137	33
3	19	52	20,0	234	120	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	34	29,0	145	45
4	19	22	25,4	256	121	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	45	47,7	123	13
5	19	26	16,0	253	121	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	44	53,3	126	17
6	19	20	56,1	248	115	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	39	43,0	130	23
7	19	21	41,3	251	118	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	42	44,1	127	19
8	19	33	58,9	255	126	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	47	39,1	124	15
9	19	27	32,2	254	123	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	46	13,8	124	15
10	19	24	2,2	258	124	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	47	23,4	120	9
11	19	44	56,3	237	119	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	35	10,3	143	41
12	19	36	31,3	257	129	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	49	17,8	121	11
13	19	21	16,9	248	115	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	39	29,1	131	24
14	19	22	37,9	256	121	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	45	49,8	123	13
15	19	22	25,9	251	118	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	42	54,0	127	19
16	19	50	26,2	234	119	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	33	18,6	146	45
17	19	20	26,9	246	114	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	37	19,7	132	26
18	19	33	49,6	247	121	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	42	32,1	132	26
19	19	52	2,3	232	118	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	31	20,5	148	48
20	19	35	43,9	257	128	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	49	6,8	122	12
21	19	20	57,7	245	113	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	36	44,5	133	27
22	19	33	12,3	261	130	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	49	55,5	118	6
23	19	31	21,3	245	119	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	39	57,9	134	29
24	19	21	35,3	250	117	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	41	33,2	128	21
25	19	48	40,8	231	117	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	29	16,6	148	48
26	19	33	3,7	244	119	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	39	3,5	135	31

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Uruguay

n°	Position		Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse				
	Latitude	Longitude			UT	Obs.	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>a</i>
	° /	° /		m s	h m s	%		°	°
1	-30 25	+ 56 28	Artigas.....	.. ..	20 48 38,6	83,8	0,865	1	117
2	-30 18	+ 57 35	Bella Union ..	.. ..	20 48 17,9	85,1	0,875	2	118
3	-33 34	+ 58 15	Dolores.....	.. ..	20 45 23,1	96,7	0,967	1	119
4	-33 23	+ 56 31	Durazno.....	.. ..	20 46 15,0	93,6	0,943	-0	118
5	-33 10	+ 58 20	Fray Bentos ..	.. ..	20 45 41,6	95,5	0,958	1	119
6	-34 42	+ 56 14	Las Piedras...	.. ..	.. .. ..	..	..	..	..
7	-34 57	+ 54 59	Maldonado...	.. ..	.. .. ..	..	..	..	..
8	-32 22	+ 54 10	Melo.....	.. ..	.. .. ..	..	..	..	..
9	-34 15	+ 58 2	Mercedes.....	.. ..	20 44 52,7	98,4	0,982	1	119
10	-34 20	+ 55 15	Minas.....	.. ..	.. .. ..	..	..	..	..
11	-34 55	+ 56 10	Montevideo...	.. ..	.. .. ..	..	..	..	..
12	-32 21	+ 58 5	Paysandu.....	.. ..	20 46 29,1	92,6	0,935	1	119
13	-34 30	+ 54 22	Rocha.....	.. ..	.. .. ..	..	..	..	..
14	-31 27	+ 57 50	Salto.....	.. ..	20 47 18,9	89,3	0,908	1	118
15	-31 42	+ 56 0	Tacuarembó ..	.. ..	20 47 49,5	87,3	0,894	-0	117
16	-33 16	+ 54 17	Treinta Y Tres	.. ..	.. .. ..	..	..	..	..

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Iles du Pacifique et de l'Atlantique

n°	Position		Nom du lieu	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse				
	Latitude	Longitude			UT	Obs.	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>a</i>
	° /	° /		m s	h m s	%		°	°
1	- 0 56	+ 90 59	Villamil, Galapagos, Equateur	.. ..	20 12 42,6	35,9	0,466	51	130
2	+10 20	+109 13	Clipperton, France.....	.. ..	19 24 39,6	11,0	0,206	77	176

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Uruguay

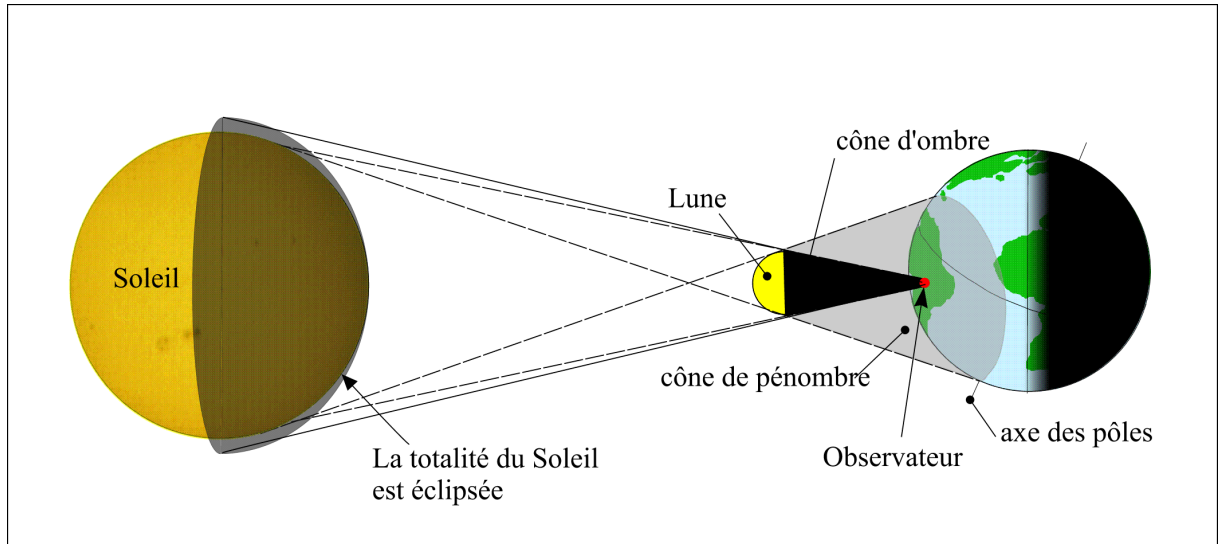
n°	1 ^{er} contact					2 ^e contact					3 ^e contact					4 ^e contact					
	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	
	h	m	s	°	°	h	m	s	°	°	h	m	s	°	°	h	m	s	°	°	
1	19	42	30,4	270	139	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
2	19	41	24,7	270	139	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3	19	37	34,0	275	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
4	19	39	30,8	274	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
5	19	37	51,0	275	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
6	19	38	30,9	275	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
7	19	39	25,8	275	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
8	19	42	47,7	271	139	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
9	19	37	9,5	276	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
10	19	39	47,8	274	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
11	19	38	22,2	276	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
12	19	38	53,1	273	139	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
13	19	40	25,9	274	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
14	19	40	0,9	272	139	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
15	19	41	41,7	271	139	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
16	19	41	45,6	272	140	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GÉOGRAPHIQUES DONNÉS
Iles du Pacifique et de l'Atlantique

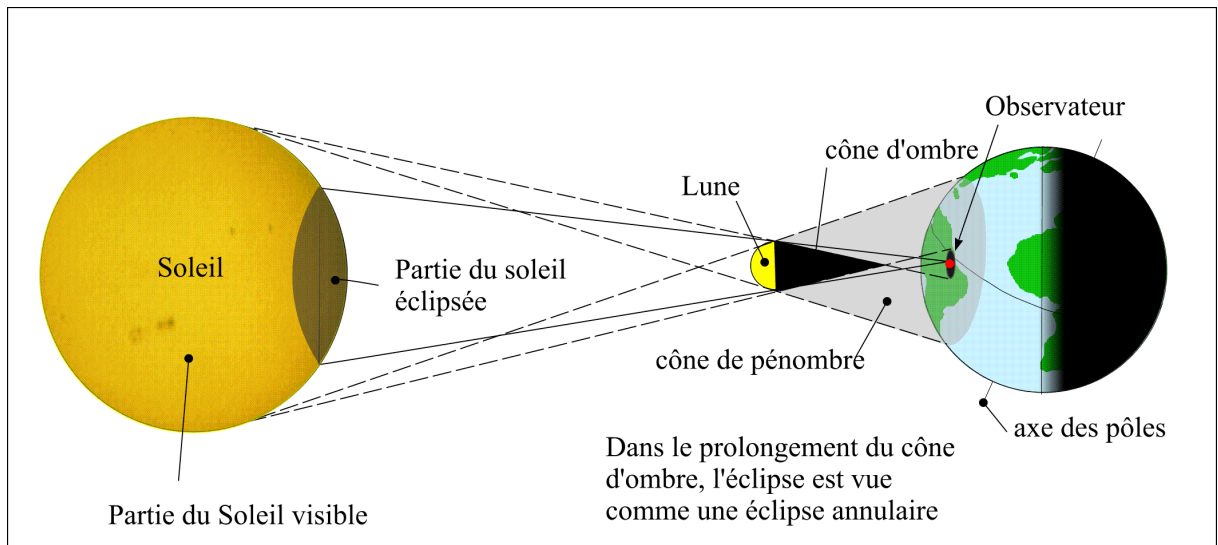
n°	1 ^{er} contact					2 ^e contact					3 ^e contact					4 ^e contact				
	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>	UT			<i>P</i>	<i>Z</i>
	h	m	s	°	°	h	m	s	°	°	h	m	s	°	°	h	m	s	°	°
1	18	52	15,4	242	87	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	21	24	3,2	132	22
2	18	26	8,8	213	345	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	20	23	2,9	144	16

DESSINS ET CARTES

Les éclipses de Soleil



a : cas d'une éclipse totale.



b : cas d'une éclipse annulaire

Fig. 1. Les éclipses centrales de Soleil (les distances ne sont pas respectées).

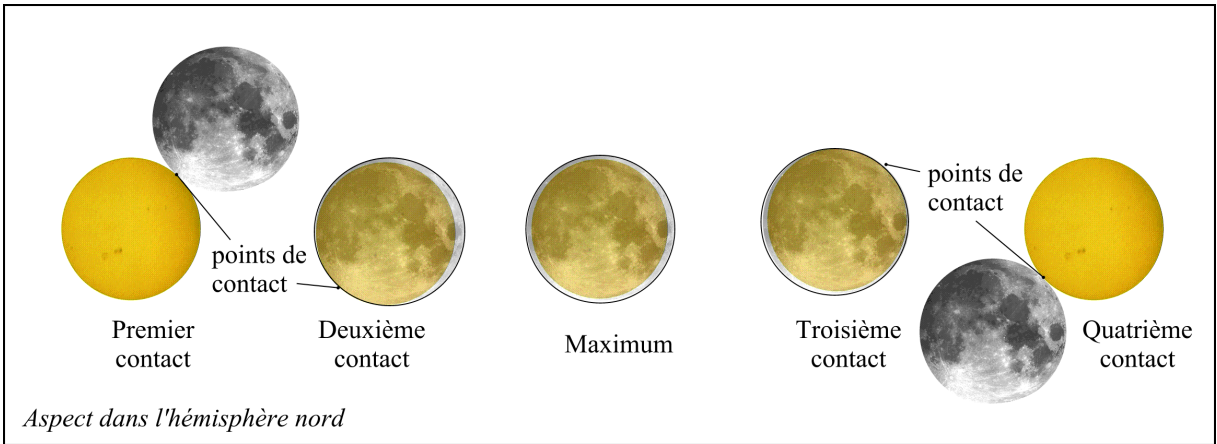


Fig.2. Phases locales d'une éclipse totale.

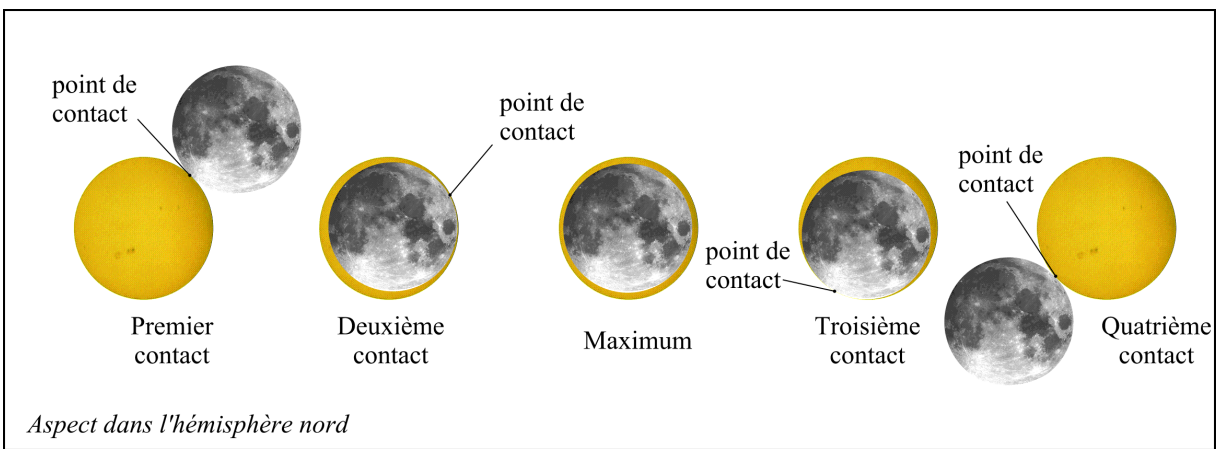


Fig.3. Phases locales d'une éclipse annulaire.

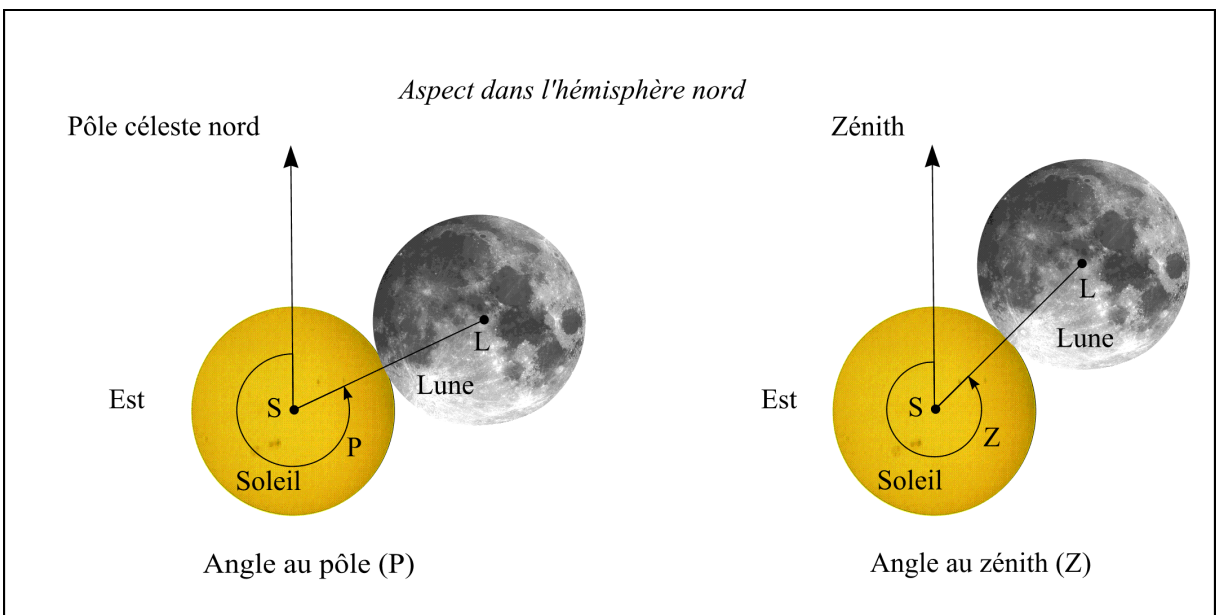


Fig.4 et Fig.5. Angle au pôle et angle au zénith.

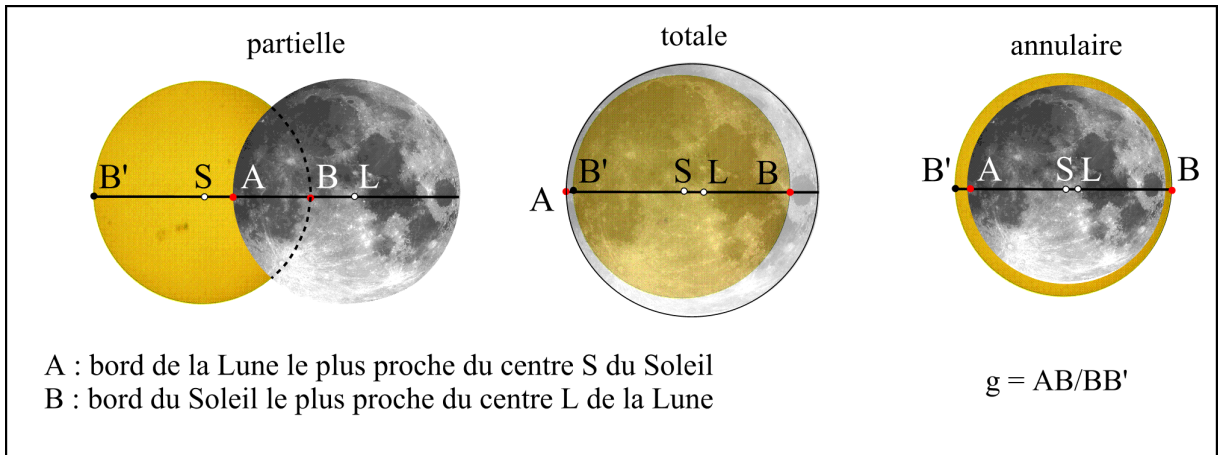


Fig. 6. Grandeur ou magnitude d'une éclipse de Soleil.

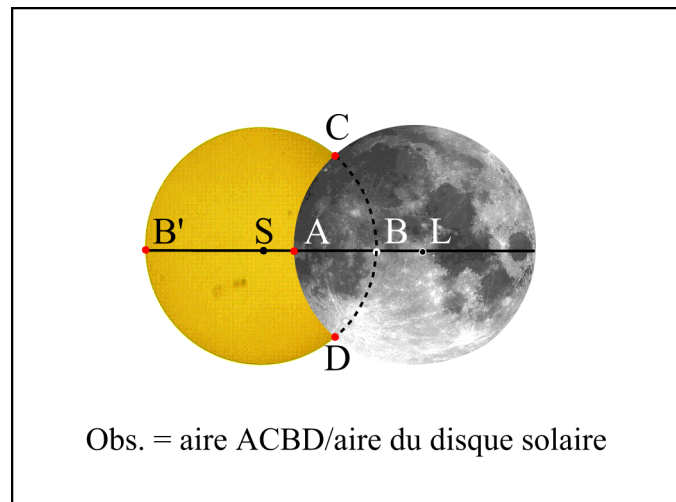
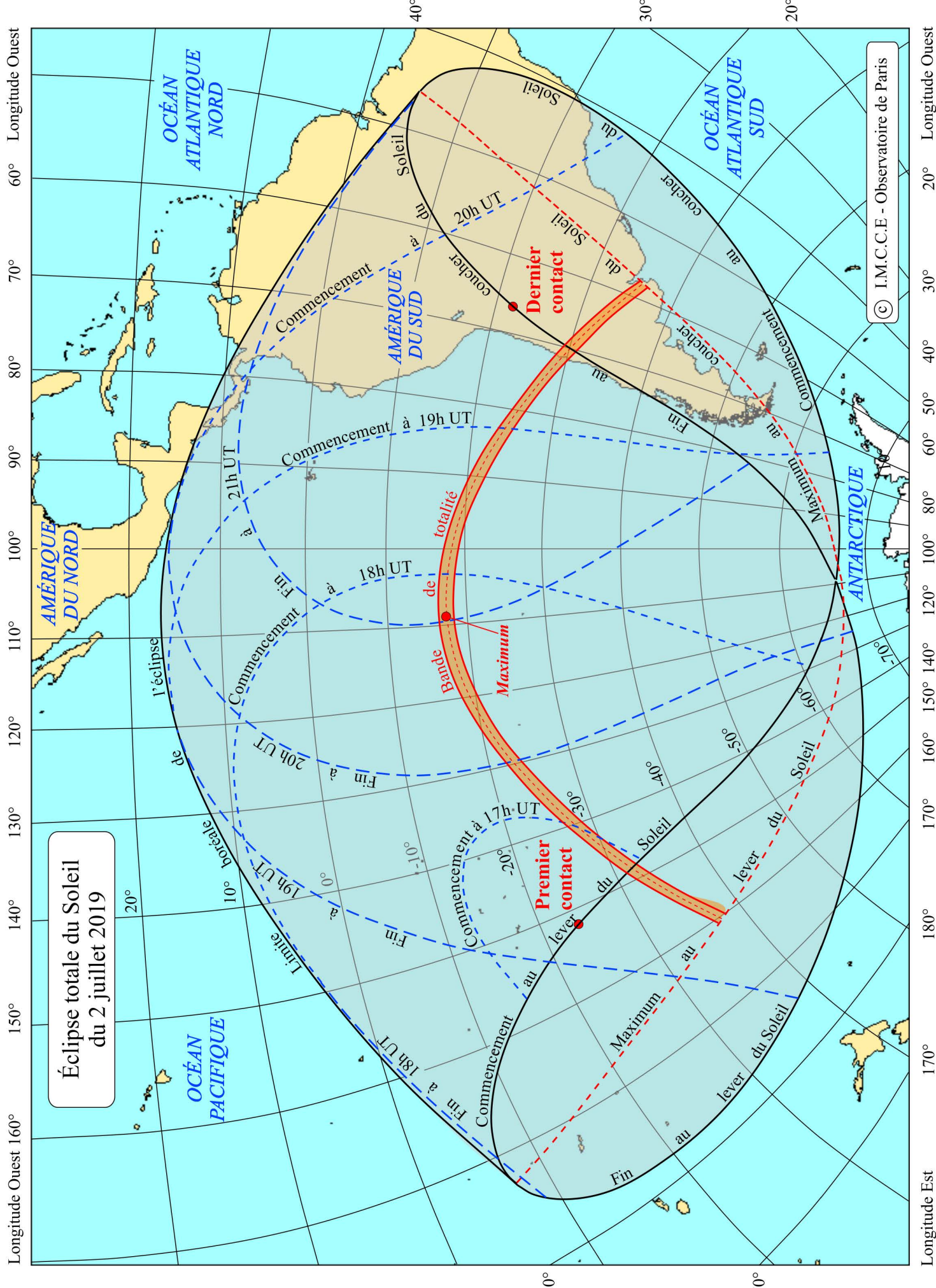


Fig.7. Degré d'obscurité d'une éclipse de Soleil.



Éclipse totale du Soleil
du 2 juillet 2019

© I.M.C.C.E. - Observatoire de Paris

Éclipse totale du Soleil du 2 juillet 2019

