

# L'éclipse totale de Lune du 8 novembre 2022.

P. ROCHER, © INSTITUT DE MECANIQUE CELESTE ET DE CALCUL DES EPHEMERIDES – OBSERVATOIRE DE PARIS

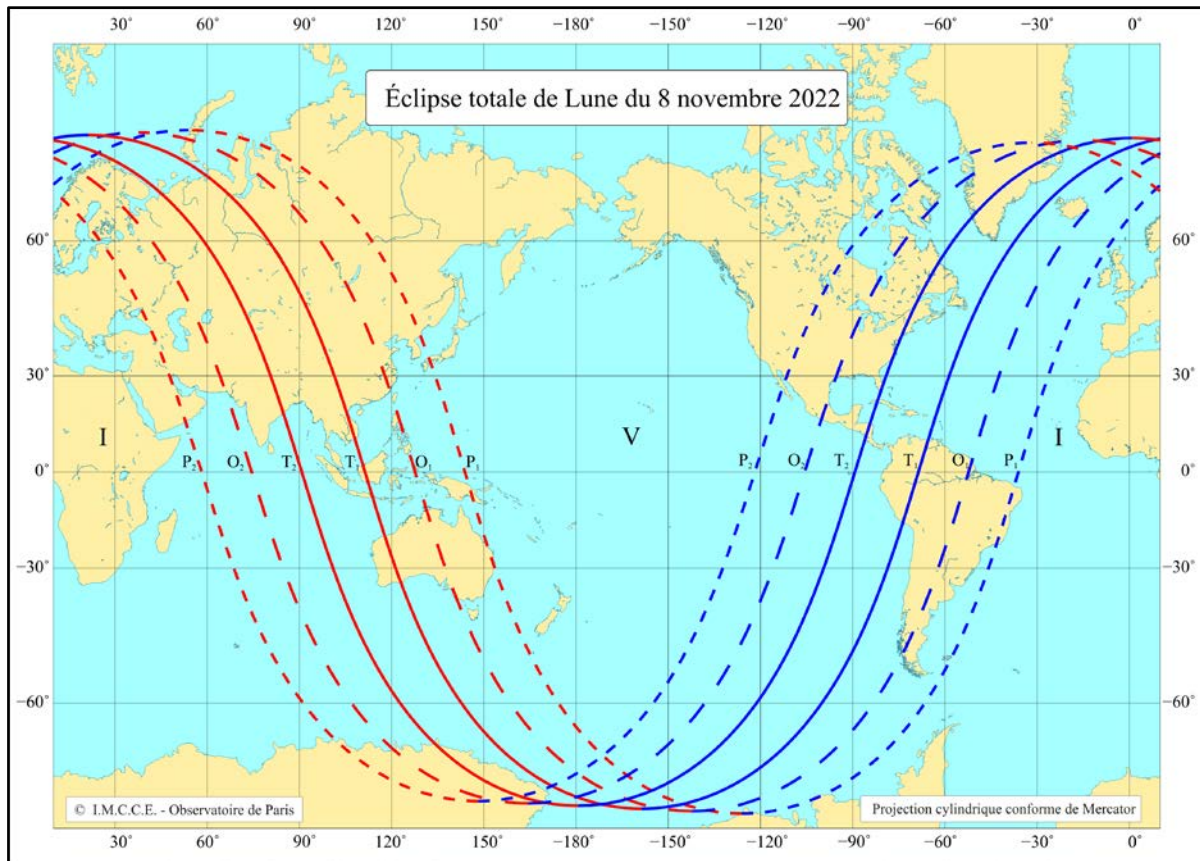


Figure 1 : Carte de l'éclipse totale de Lune du 8 novembre 2022

La carte donne les limites de visibilité de l'éclipse sur Terre :

La carte est centrée sur la zone de visibilité (V) et de chaque côté on trouve deux zones d'invisibilités (I), en fonction du type d'éclipse on a tracé plusieurs courbes :

P1 : la limite de la région où l'on observe l'entrée dans la pénombre (petits pointillés)

O1 : la limite de la région où l'on observe l'entrée dans l'ombre (grands pointillés)

T1 : la limite de la région où l'on observe l'entrée dans la totalité (trait plein)

T2 : la limite de la région où l'on observe la fin de la totalité (trait plein)

O2 : la limite de la région où l'on observe la sortie de l'ombre (grands pointillés)

P2 : la limite de la région où l'on observe la sortie de la pénombre (petits pointillés)

Chacune de ces courbes correspond aux lieux où la Lune se trouve à l'horizon à l'instant de la phase correspondante, les courbes en rouge correspondent aux lieux où la Lune se lève et les courbes en bleu les lieux où la Lune se couche.

Pour chaque phase, les lieux situés à l'ouest d'une courbe rouge ne voient pas le début de la phase, car la Lune n'est pas encore levée et les lieux situés à l'est voient la phase correspondant à la courbe, car la Lune est déjà levée. De même, les lieux situés à l'est d'une courbe bleue ne voient pas la phase, car la Lune est déjà couchée et les lieux situés à l'ouest voient la phase correspondant à la courbe, car la Lune n'est pas encore couchée.

Cette éclipse totale de Lune est la seconde éclipse totale de l'année 2022.

Pour voir les différentes phases d'une éclipse de Lune en un lieu donné, il suffit qu'il fasse nuit durant ces phases. En effet, les éclipses de Lune se produisent toujours à la pleine lune. Or à la pleine lune, la Lune se lève lorsque le Soleil se couche et elle se couche lorsque le Soleil se lève, la Lune est donc visible toute la nuit. L'éclipse est visible en totalité sur une grande partie de l'océan Pacifique, le nord-ouest de l'Amérique du Nord et le nord-est de l'Asie.

Elle n'est pas visible en France métropolitaine, mais elle est visible en Nouvelle-Calédonie et en Polynésie française. La phase de pénombre et l'entrée dans l'ombre sont visibles depuis les Antilles et la Guyane avant le coucher de la Lune. La phase de totalité dure 1h 25min 0,7s. À l'instant du maximum la Lune se trouve dans la constellation du Bélier. Les instants sont donnés en UTC, ajouter une heure pour avoir l'heure légale en France métropolitaine.

Circonstances de l'éclipse Magnitude : 1,3591958				
Phases	Instant en UTC	Longitude	Latitude	Angle au pôle
Entrée dans la pénombre	8h 2,3min	126° 7,7' O	16° 15,3' N	76,9°
Entrée dans l'ombre	9h 9,2min	142° 20,5' O	16° 28,9' N	82,4°
Début de la totalité	10h 16,7min	158° 40,2' O	16° 42,6' N	282,1°
Maximum de l'éclipse	10h 59,2min	168° 57,8' O	16° 51,1' N	337,5°
Fin de la totalité	11h 41,7min	179° 14,9' O	16° 59,6' N	32,9°
Sortie de l'ombre	12h 49,1min	164° 25,7' E	17° 13,0' N	232,6°
Sortie de la pénombre	13h 56,2min	148° 11,0' E	17° 26,2' N	238,1°

Durée totale de l'éclipse : 5h 53min 58,92s.

Durée de la phase de pénombre : 2h 14min 5,26s.

Durée de la phase partielle : 2h 14min 52,92s.

Durée de la phase totale : 1h 25min 0,73s.

Pour chaque début et fin de phase, on donne l'angle au pôle des points de contact, les points de contact sont les points de tangence entre le disque lunaire et les cônes d'ombre et de pénombre. L'angle au pôle est l'angle formé par la direction du pôle Nord céleste et la demi-droite issue du centre lunaire et passant par le point de tangence, cet angle est compté positivement vers l'ouest (donc dans le sens direct). On donne également les coordonnées géographiques des lieux où la Lune est au zénith à l'instant de chaque phase.

### Éléments à l'instant du maximum de l'éclipse.

Maximum de l'éclipse le 8 novembre 2022 à 10h 59m 11,805s UTC,

Ascension droite du centre de l'ombre : 2h 54m 11,19s.

Déclinaison du centre de l'ombre : 16° 37' 46,99".

Diamètre du cône d'ombre : 81,40'

Diamètre du cône de pénombre : 145,98'

Parallaxe équatoriale du Soleil : 8,88".

Ascension droite du centre de la Lune : 2h 53m 48,14s.

Déclinaison du centre de la Lune : 16° 51' 6,40".

Diamètre apparent de la Lune : 30,59'

Parallaxe équatoriale de la Lune : 56' 7,81".

## Éclipse totale de Lune du 8 novembre 2022

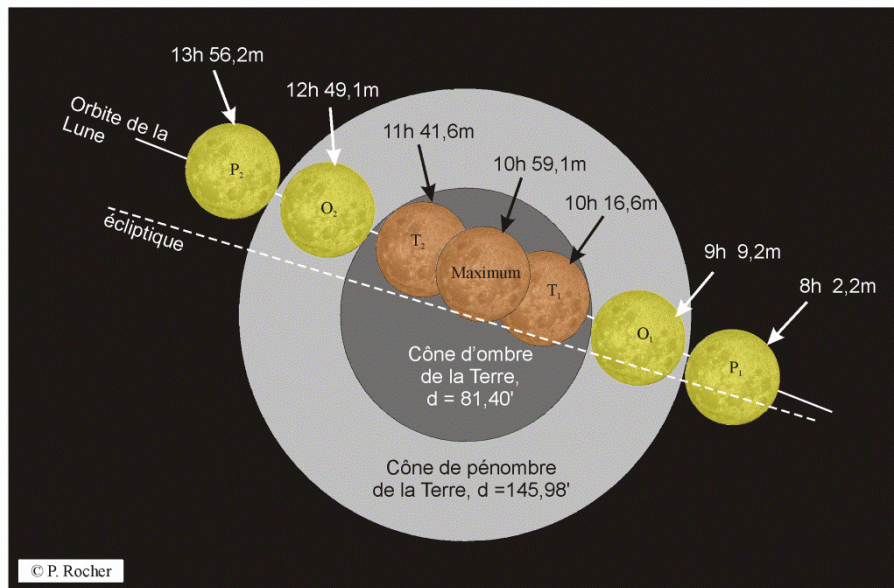


Figure 2 : Évolution des positions de la Lune durant les différentes phases de l'éclipse.

La figure ci-dessus représente les différentes phases de l'éclipse, les instants sont donnés en Temps universel coordonné, il faut ajouter deux heures pour avoir l'heure légale en France métropolitaine.

Cette éclipse a lieu loin des passages de la Lune à son périégée et de son apogée, le diamètre apparent de la pleine lune est donc moyen (30,59'). L'éclipse a lieu après le passage de la Lune par son nœud ascendant, durant l'éclipse la Lune se trouve dans la constellation du Bélier.

Voici la suite des événements relatifs à la Lune au voisinage du 8 novembre :

- le 07/11/2022 à 06h 36m 57s UTC : la Lune entre dans la constellation du Bélier.
- le 08/11/2022 à 06h 07m 32s UTC : la Lune passe par le nœud ascendant de son orbite, longitude moyenne : 43° 24,2'.
- le 08/11/2022 à 10h 59m 12s UTC : Maximum de l'éclipse totale de Lune.
- le 08/11/2022 à 11h 02m 09s UTC : Pleine lune.

### La série de Saros de cette éclipse de Lune

Le Saros est une période de récurrence des éclipses de 6585,32 jours correspondant à 223 révolutions synodiques moyennes de la Lune, qui est très proche de 242 révolutions draconitiques moyennes de la Lune et de 239 révolutions anomalistiques moyennes de la Lune. Elle a la propriété de ramener la pleine lune proche du même nœud de l'orbite lunaire et proche de la même position de la Lune sur son orbite par rapport à la direction de son périégée. Cette période a été nommée, à tort, Saros par Edmond Halley. On peut donc construire des séries longues d'éclipses séparées par un Saros. Ces séries longues traduisent l'évolution des éclipses homogènes due au fait que ces trois quantités ne sont pas identiques.

Cette éclipse appartient à une série longue de Saros comportant 72 éclipses successives. Cette série commence avec l'éclipse par la pénombre du 13 avril 1680 (les dates antérieures à 1582 sont données dans le calendrier julien) et se termine par l'éclipse par la pénombre du 31 mai 2960. Elle se compose de 8 éclipses par la pénombre, suivies de 7 éclipses partielles par l'ombre, puis de 27 éclipses totales, puis 8 éclipses partielles par l'ombre et se termine par 22 éclipses par la pénombre. Ce sont toutes des éclipses au nœud ascendant de la Lune, donc les latitudes célestes successives de la Lune décroissent des latitudes positives aux latitudes négatives, les positions de la Lune par rapport aux cônes d'ombre et de pénombre de la Terre vont donc se déplacer dans cette série du nord au sud. En réalité, dans le propos précédent, les directions nord et sud désignent le nord et le sud par rapport à l'écliptique et non pas par rapport à l'équateur terrestre, il faut bien se rappeler que l'écliptique est incliné par rapport à l'équateur terrestre.

L'éclipse du 8 novembre 2022 est la 20<sup>e</sup> éclipse de la série longue et la cinquième éclipse totale de la série longue, la trajectoire de la Lune est donc assez proche du centre des cônes d'ombre et de pénombre de la Terre, ce qui explique la durée relativement peu importante de la phase de totalité. L'éclipse totale de la série qui a la phase de totalité la plus longue est celle du 21 avril 2293 (01h41m24s). Comme l'éclipse de novembre 2022 est antérieure à celle de 2293, la trajectoire de la Lune passe au-dessus l'axe des cônes d'ombre et de pénombre donc le maximum de l'éclipse a lieu avant la pleine lune et après le passage par le nœud ascendant.

On peut également remarquer une dissymétrie dans la répartition des différents types d'éclipse de cette série longue, principalement pour les éclipses par la pénombre.

### L'évolution des séries longues au nœud ascendant

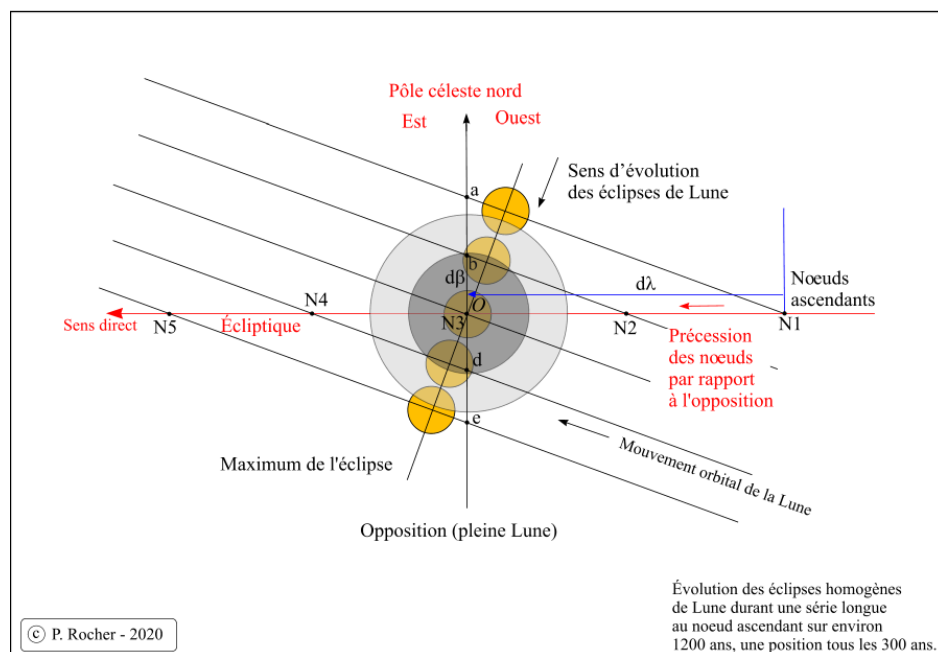


Figure 3 : Projection orthogonale de la sphère céleste écliptique.

La figure ci-dessus montre l'évolution des éclipses homologues de Lune durant une suite longue de saros au nœud ascendant, cette évolution est montrée dans le repère céleste écliptique vu depuis le centre de la Terre, les longitudes célestes évoluent donc dans le sens direct de la droite (ouest) vers la gauche (est). Pour rendre l'explication plus compréhensive, la figure n'est pas à l'échelle, notamment l'inclinaison de l'orbite lunaire (~5°) et les tailles des cônes d'ombre et pénombre ainsi que le diamètre apparent de la Lune sont fixes. Sur cette figure, nous avons figé la longitude de la pleine

Lune (opposition), ce sont donc les positions du nœud ascendant qui vont varier dans le sens direct par rapport à l'opposition au cours du temps. Nous avons représenté la position du nœud ascendant environ tous les 300 ans ainsi que les maxima des éclipses correspondantes c'est-à-dire les distances minimales entre le centre de la Lune et le centre des cônes. Le décalage entre la position de la pleine Lune et la position de la ligne des nœuds entre deux saros provient de l'écart en temps entre 223 lunaisons (6585,321314 jours) et 242 révolutions draconitiques (6 585,537 419 jours), cet écart est en moyenne de l'ordre 52 minutes de temps. Durant ces 52 minutes, la Lune sur son orbite se déplace en moyenne par rapport à son nœud de  $-28,67'$ . Donc si l'on fige la position de la Lune à l'opposition le nœud se déplace par rapport à la Lune dans le sens direct par rapport à la Lune. Compte tenu de l'inclinaison de l'orbite lunaire, ce décalage se traduit par un décalage moyen de la longitude céleste du nœud de  $\delta\lambda = 28,55'$  et par une variation moyenne de la latitude céleste de la Lune de  $\delta\beta = 2,64'$  (ces distances ne sont pas constantes dans la projection orthogonale).

Au début de la suite longue d'éclipses de Lune, le nœud ascendant se trouve en position N1, à l'ouest de l'opposition, la Lune va donc passer d'ouest en est devant le bord nord du cône de pénombre, les premières éclipses de la suite seront des éclipses par la pénombre passant au bord nord de la pénombre (éclipsant donc le Sud de la Lune). 300 ans plus tard, le nœud ascendant de l'orbite lunaire est en N2, la Lune rencontre le bord nord du cône d'ombre, les éclipses de Lune sont donc partielles par l'ombre. 300 ans plus tard, le nœud ascendant N3 est proche de la longitude de l'opposition, c'est le cas idéal d'une éclipse totale centrale, puis nous avons une situation symétrique par rapport à l'opposition, c'est-à-dire un nœud en N4 correspondant à des éclipses partielles par l'ombre, mais au sud du cône d'ombre (éclipsant le Nord de la Lune), puis des éclipses par la pénombre au sud du cône de pénombre qui prennent fin avec la dernière position N5 du nœud. On remarque que lorsque le nœud ascendant est à l'ouest de l'opposition le maximum de l'éclipse a lieu avant l'opposition, et que lorsque le nœud ascendant est à l'est de l'opposition le maximum de l'éclipse a lieu après l'opposition. Donc la connaissance de l'instant du maximum de l'éclipse, de l'instant de l'opposition et de la nature du nœud (ascendant) permet de situer la position de l'éclipse dans la suite longue d'éclipses homologues et la partie de la Lune éclipsée dans le cas des éclipses non totales. Ou bien, inversement, la connaissance de la position d'une éclipse dans sa suite longue et la nature du nœud permet de savoir si le maximum de l'éclipse a lieu avant ou après l'opposition et de connaître la partie de la Lune éclipsée dans le cas des éclipses non totales.

Ainsi pour l'éclipse du 8 novembre 2022, la pleine Lune a lieu après le passage par le nœud ascendant, donc l'éclipse fait partie de la première moitié de la série longue et la Lune passe au nord du cône d'ombre.

## Série longue de saros contenant l'éclipse totale du 8 novembre 2022

Le tableau donne les éclipses de la série longue de Saros contenant l'éclipse du 8 novembre 2022.

Pour les types d'éclipse :

- P : désigne les éclipses par la pénombre,
- P(T) : désigne les éclipses totales par la pénombre,
- O : désigne les éclipses partielles par l'ombre,
- T : désigne les éclipses totales,
- La durée indiquée est celle de la phase de totalité.

N° Type	Date	Magnitude	Durée	N° Type	Date	Magnitude	Durée
1 P	13/04/1680	0.0564225		37 T	14/05/2329	1.6302645	01h37m35s
2 P	25/04/1698	0.1678553		38 T	25/05/2347	1.5158828	01h32m37s
3 P	06/05/1716	0.2915730		39 T	04/06/2365	1.3962799	01h24m55s
4 P	17/05/1734	0.4255261		40 T	16/06/2383	1.2681994	01h12m58s
5 P	28/05/1752	0.5680278		41 T	26/06/2401	1.1386696	00h54m36s
6 P	08/06/1770	0.7189626		42 T	07/07/2419	1.0031504	00h08m33s
7 P	18/06/1788	0.8737419		43 O	17-18/07/2437	0.8707381	
8 (P)	30/06/-01/07/1806	1.0322871		44 O	29/07/2455	0.7368333	
9 O	11/07/1824	0.1333691		45 O	08/08/2473	0.6086690	
10 O	22/07/1842	0.2920798		46 O	19-20/08/2491	0.4837564	
11 O	01/08/1860	0.4453635		47 O	31/08/2509	0.3683990	
12 O	12-13/08/1878	0.5914941		48 O	11/09/2527	0.2599209	
13 O	23/08/1896	0.7309270		49 O	21-22/09/2545	0.1604167	
14 O	04/09/1914	0.8587802		50 O	03/10/2563	0.0718156	
15 O	14/09/1932	0.9755206		51 P	13/10/2581	0.9559074	
16 T	26/09/1950	1.0786747	00h44m21s	52 P	24-25/10/2599	0.8916794	
17 T	06/10/1968	1.1694548	01h03m01s	53 P	05/11/2617	0.8379446	
18 T	17/10/1986	1.2457810	01h13m44s	54 P	16/11/2635	0.7959704	
19 T	28/10/2004	1.3084617	01h20m31s	55 P	26-27/11/2653	0.7632653	
20 T	08/11/2022	1.3591958	01h25m00s	56 P	08/12/2671	0.7391290	
21 T	18/11/2040	1.3977113	01h27m52s	57 P	18/12/2689	0.7217593	
22 T	30/11/2058	1.4263236	01h29m43s	58 P	31/12/2707	0.7101987	
23 T	10/12/2076	1.4463238	01h30m49s	59 P	10/01/2726	0.7009976	
24 T	21/12/2094	1.4630564	01h31m39s	60 P	21/01/2744	0.6919120	
25 T	02/01/2113	1.4738637	01h32m06s	61 P	01/02/2762	0.6820844	
26 T	13/01/2131	1.4844902	01h32m32s	62 P	12/02/2780	0.6696272	
27 T	23-24/01/2149	1.4965337	01h33m02s	63 P	22/02/2798	0.6497439	
28 T	04/02/2167	1.5146307	01h33m50s	64 P	05/03/2816	0.6229285	
29 T	14/02/2185	1.5375269	01h34m49s	65 P	16/03/2834	0.5863157	
30 T	26-27/02/2203	1.5695411	01h36m06s	66 P	26-27/03/2852	0.5411910	
31 T	09/03/2221	1.6109381	01h37m34s	67 P	07/04/2870	0.4827652	
32 T	20/03/2239	1.6638755	01h39m05s	68 P	17/04/2888	0.4148655	
33 T	30-31/03/2257	1.7275907	01h40m26s	69 P	29-30/04/2906	0.3334805	
34 T	11/04/2275	1.8046907	01h41m20s	70 P	10/05/2924	0.2426754	
35 T	21/04/2293	1.8263383	01h41m24s	71 P	21/05/2942	0.1396009	
36 T	03-04/05/2311	1.7325943	01h40m17s	72 P	31/05/2960	0.0293404	