

L'éclipse partielle de Lune du 18 septembre 2024.

P. ROCHER, © INSTITUT DE MÉCANIQUE CÉLESTE ET DE CALCUL DES ÉPHÉMÉRIDES – OBSERVATOIRE DE PARIS

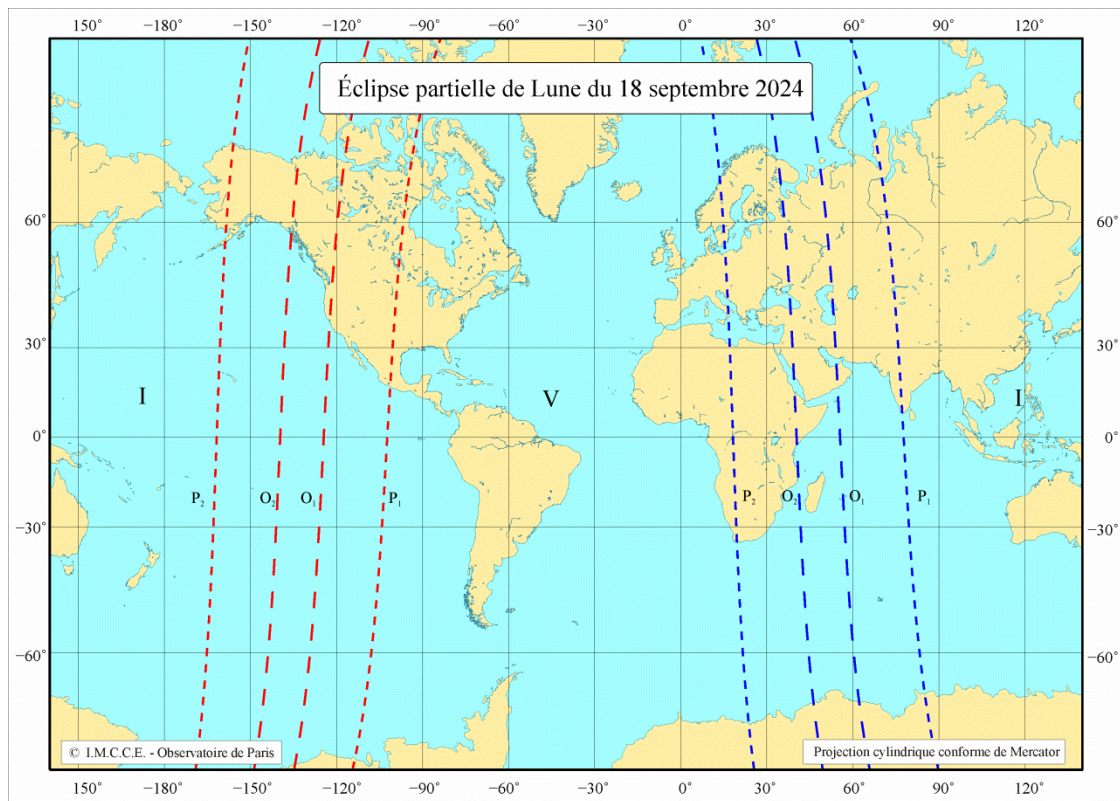


Figure 1 : Carte de l'éclipse de Lune par la pénombre du 18 septembre 2024.

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 (petits tirets).

O2 : la limite de la région où l'on observe la sortie de l'ombre (petits tirets).

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 de Lune est la seconde éclipse de Lune de l'année 2024.

Pour une éclipse partielle de Lune, le début et la fin de l'éclipse qui correspondent à l'entrée et à la sortie dans le cône de pénombre de la Terre sont très peu spectaculaires et difficiles à observer à l'œil nu, la perte de luminosité du disque lunaire étant très faible lorsqu'une partie de la Lune est dans la

pénombre de la Terre. Par contre la phase du passage de la Lune dans le cône d'ombre de la Terre est plus facilement observable. 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 totalement visible sur l'océan Atlantique, sur une partie est de l'océan Pacifique, sur l'Amérique du Sud, sur l'est de l'Amérique du Nord, sur l'Europe de l'Ouest et l'Afrique de l'Ouest. Elle est visible en totalité en France métropolitaine, en Martinique et à la Guadeloupe, elle est en partie visible à la Réunion et à l'île Maurice. À l'instant du maximum la Lune se trouve dans la constellation des Poissons. Les instants sont donnés en UTC, il faut ajouter deux heures pour avoir l'heure légale en France métropolitaine.

Circonstances de l'éclipse Magnitude : 0,0849517				
Phases	Instant en UTC	Longitude	Latitude	Angle au pôle
Entrée dans la pénombre	0h 41,1min	12° 19,6' E	3° 12,9' S	21,7°
Entrée dans l'ombre	2h 12,9min	34° 28,8' E	2° 45,0' S	348,3°
Maximum de l'éclipse	2h 44,3min	42° 3,5' E	2° 35,4' S	151,1°
Sortie de l'ombre	3h 15,7min	49° 38,8' E	2° 25,9' S	313,8°
Entrée dans la pénombre	4h 47,5min	71° 47,7' E	1° 58,0' S	280,4°

Durée totale de l'éclipse : 4h 6min 22,50s.

Durée de la phase de pénombre : 3h 3min 32,46s.

Durée de la phase partielle : 1h 2min 50,04s.

Comme la magnitude de l'éclipse est très faible, seule une petite partie de la Lune est occultée par l'ombre de la Terre.

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 18 septembre 2024 à 2h 44min 15,605s UTC,

Ascension droite du centre de l'ombre : 23h 44min 9,74s.

Déclinaison du centre de l'ombre : $-1^{\circ} 42' 52,88''$.

Diamètre du cône d'ombre : 92,37'

Diamètre du cône de pénombre : 156,05'

Parallaxe équatoriale du Soleil : 8,75".

Ascension droite du centre de la Lune : 23h 46min 6,06s.

Déclinaison du centre de la Lune : $-2^{\circ} 35' 26,92''$.

Diamètre apparent de la Lune : 33,43'

Parallaxe équatoriale de la Lune : $1^{\circ} 1' 20,37''$.

Éclipse partielle de Lune du 18 septembre 2024

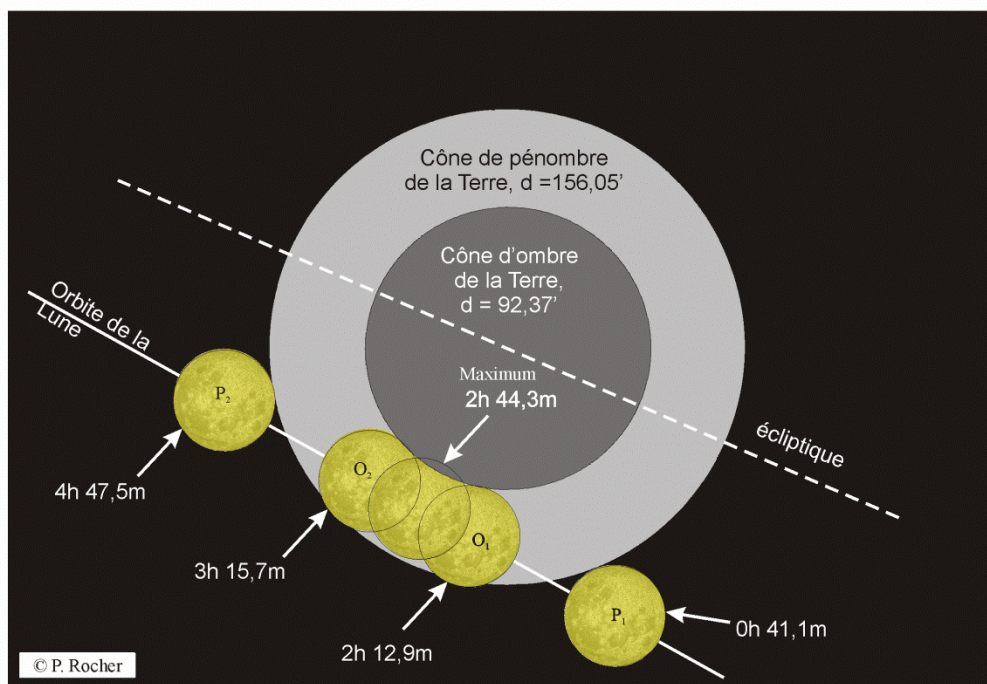


Figure 2 : Évolution des positions de la Lune durant les différentes phases de l'éclipse.

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 environ 10h avant le passage de la Lune à son périhélie, le diamètre apparent de la Lune est donc important (33,43'). La vitesse angulaire de la Lune est donc également importante. On remarque que la Lune pénètre faiblement dans l'ombre de la Terre, ce qui rend l'observation de la phase d'ombre plus difficile. L'éclipse a lieu après la nouvelle lune et avant le passage de la Lune par son nœud ascendant, durant l'éclipse la Lune se trouve dans la constellation des Poissons.

Voici la suite des événements relatifs à la Lune le 18 septembre :

- le 18/09/2024 à 00h 50min 09s UTC : la Lune entre dans la constellation des Poissons.
- le 18/09/2024 à 02h 34min 28s UTC : Pleine lune.
- le 18/09/2024 à 02h 44min 10s UTC : Maximum de l'éclipse de Lune.
- le 18/09/2024 à 11h 14min 04s UTC : la Lune a une déclinaison nulle et croissante, ascension droite = 0h 05,1m.
- le 18/09/2024 à 13h 22min 22s UTC : La Lune au périhélie, distance à la Terre : 357 285,859 km, diamètre apparent : 33,53', longitude moyenne : 2,52°.
- le 18/09/2024 à 19h 50min 38s UTC : la Lune passe par le nœud ascendant de son orbite, longitude moyenne : + 6° 36,9'.

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 73 éclipses successives. Cette série commence avec l'éclipse par la pénombre du 2 mars 1105 (les dates antérieures à 1582 sont données dans le calendrier julien) et se termine par l'éclipse par la pénombre du 7 mai 2403. Elle se compose de 9 éclipses par la pénombre, suivies de 7 éclipses partielles par l'ombre, puis de 28 éclipses totales, puis 8 éclipses partielles par l'ombre et se termine par 21 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 18 septembre 2024 est la 52^e éclipse de la série longue et la dernière éclipse par l'ombre de la fin de la série, la trajectoire du bord de la Lune est donc assez proche du bord du cône d'ombre de la Terre, qui explique la faible magnitude de l'éclipse. L'éclipse totale de la série qui a la phase de totalité la plus longue est celle du 7 avril 1754 (1h 39min 23s). Comme l'éclipse de septembre 2024 est dans la seconde partie de la série longue, la trajectoire de la Lune passe en dessous du cône d'ombre donc le maximum de l'éclipse a lieu après la pleine lune et avant le passage par le nœud ascendant.

On peut également remarquer une forte 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

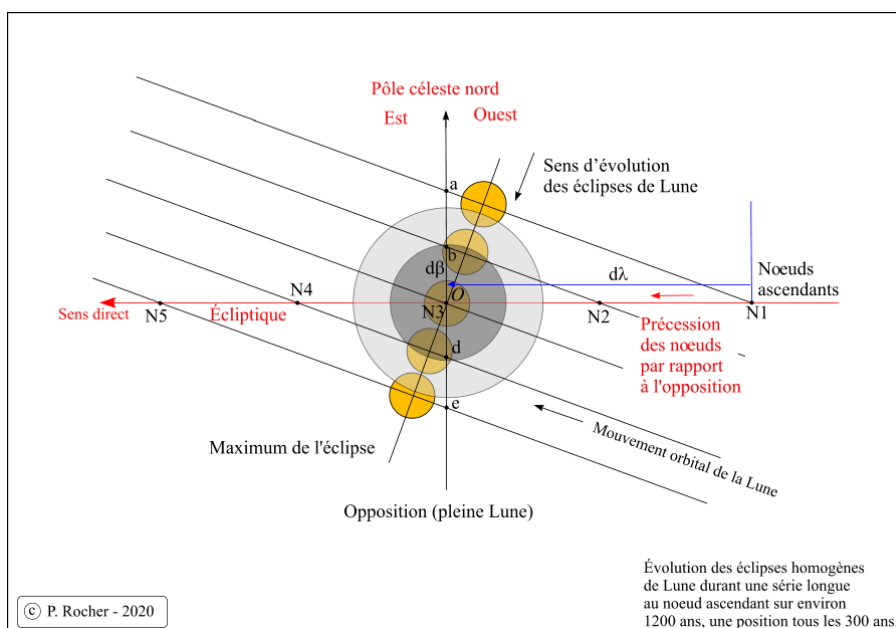


Figure 3 : Projection orthogonale de la sphère céleste écliptique.

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 ($\sim 5^\circ$) 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 draconiques (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 18 septembre 2024, la pleine lune a lieu avant le passage par le nœud ascendant, donc l'éclipse fait partie de la seconde moitié de la série longue et la Lune passe au sud du cône d'ombre.

Le tableau donne les éclipses de la série longue de Saros contenant l'éclipse du 18 septembre 2024. 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	02/03/1105	0.0344209		38 T	17/04/1772	1.7663552	1h38m39s
2 P	13-14/03/1123	0.1126105		39 T	28-29/04/1790	1.6685439	1h36m35s
3 P	24/03/1141	0.2027157		40 T	10/05/1808	1.5637540	1h32m49s
4 P	04/04/1159	0.3053603		41 T	21/05/1826	1.4465031	1h26m30s
5 P	14/04/1177	0.4197051		42 T	31/05-01/06/1844	1.3255780	1h17m08s
6 P	26/04/1195	0.5441161		43 T	12/06/1862	1.1957529	1h02m25s
7 P	06/05/1213	0.6775298		44 T	22/06/1880	1.0641238	0h37m10s
8 P	17/05/1231	0.8189263		45 O	03/07/1898	0.9280621	
9 P	27-28/05/1249	0.9652240		46 O	15/07/1916	0.7944084	
10 O	08/06/1267	0.0929034		47 O	26/07/1934	0.6612433	
11 O	18/06/1285	0.2459844		48 O	05/08/1952	0.5318102	
12 O	29/06/1303	0.4000227		49 O	17/08/1970	0.4080068	
13 O	10/07/1321	0.5477513		50 O	27/08/1988	0.2916274	
14 O	21/07/1339	0.6916417		51 O	07/09/2006	0.1837913	
15 O	31/07/1357	0.8251787		52 O	18/09/2024	0.0849517	
16 O	11-12/08/1375	0.9516570		53 P	29/09/2042	0.9529156	
17 T	22/08/1393	1.0652877	0h39m15s	54 P	09/10/2060	0.8797501	
18 T	02/09/1411	1.1681795	1h00m48s	55 P	21/10/2078	0.8172693	
19 T	12-13/09/1429	1.2581938	1h12m53s	56 P	31/10/2096	0.7666966	
20 T	24/09/1447	1.3350656	1h20m33s	57 P	12/11/2114	0.7271194	
21 T	04/10/1465	1.3978296	1h25m29s	58 P	23/11/2132	0.6969054	
22 T	15-16/10/1483	1.4478433	1h28m41s	59 P	04/12/2150	0.6727623	
23 T	26/10/1501	1.4880849	1h30m50s	60 P	14/12/2168	0.6565012	
24 T	06/11/1519	1.5164796	1h32m07s	61 P	26/12/2186	0.6443746	
25 T	16-17/11/1537	1.5367066	1h32m52s	62 P	06/01/2205	0.6341538	
26 T	28/11/1555	1.5497913	1h33m16s	63 P	17-18/01/2223	0.6229872	
27 T	08/12/1573	1.5599675	1h33m32s	64 P	28/01/2241	0.6096008	
28 T	30/12/1591	1.5670422	1h33m40s	65 P	08/02/2259	0.5917348	
29 T	09/01/1610	1.5754212	1h33m53s	66 P	19/02/2277	0.5662729	
30 T	20-21/01/1628	1.5864004	1h34m12s	67 P	02/03/2295	0.5329110	
31 T	31/01/1646	1.6032684	1h34m44s	68 P	13/03/2313	0.4890965	
32 T	11/02/1664	1.6260977	1h35m28s	69 P	25/03/2331	0.4341562	
33 T	21-22/02/1682	1.6596644	1h36m26s	70 P	04/04/2349	0.3665486	
34 T	05/03/1700	1.7028749	1h37m29s	71 P	15/04/2367	0.2876151	
35 T	16/03/1718	1.7579127	1h38m30s	72 P	26/04/2385	0.1969064	
36 T	26-27/03/1736	1.8225249	1h39m13s	73 P	07/05/2403	0.0933852	
37 T	07/04/1754	1.8507556	1h39m23s				