

# L'éclipse annulaire de Soleil du 2 octobre 2024.

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

Cette éclipse est la dix-huitième éclipse annulaire de Soleil du XXI<sup>e</sup> siècle et la seconde éclipse de l'année 2024.

## Lieux d'observation

Nous sommes proches de la date de l'équinoxe d'automne, donc le terminateur correspondant à la limite du jour passe proche des pôles terrestres. Cette éclipse est visible principalement dans l'hémisphère sud et elle passe sur le pôle Sud. Elle débute dans le nord de l'océan Pacifique et se termine dans l'océan Atlantique sud. Sous forme d'éclipse partielle, elle recouvre uniquement le sud de l'Amérique du Sud, des îles du Pacifique sud et l'Antarctique. De même, sa bande de centralité ne recouvre que l'extrême sud de l'Amérique du Sud (Le Parc national Torres del Paine au Chili et la province de Santa Cruz en Argentine). Par contre, elle sera visible sous la forme d'éclipse partielle en Polynésie et sur de nombreuses îles du Pacifique sud.

Magnitude 0.9667			
	Instant en UTC	Longitude	Latitude
Commencement de l'éclipse générale	15h 43,0min	147° 19,4' O	16° 2,3' N
Commencement de l'éclipse annulaire	16h 50,6min	164° 45,5' O	8° 52,6' N
Commencement de l'éclipse centrale	16h 53,6min	165° 32,9' O	8° 22,6' N
Maximum de l'éclipse	18h 45,0min	114° 30,9' O	21° 57,4' S
Eclipse centrale à midi ou minuit vrai	19h 8,1min	109° 45,0' O	27° 47,5' S
Fin de l'éclipse centrale	20h 36,2min	37° 5,0' O	49° 28,9' S
Fin de l'éclipse annulaire	20h 39,2min	37° 55,3' O	48° 59,0' S
Fin de l'éclipse générale	21h 47,0min	55° 52,2' O	41° 51,4' S

Durée de l'éclipse générale : 6h 4,0min.

Durée de la phase de centralité : 3h 42,6min.

Le maximum de cette éclipse a lieu moins d'une heure avant le passage de la Lune à son apogée, le diamètre apparent de la Lune (29' 23,6") est donc très faible. Il a lieu peu de temps (4,3 min) avant l'instant de la nouvelle lune et après le passage de la Lune par son nœud descendant. Durant l'éclipse, la Lune se trouve dans la constellation de la Vierge.

Voici la suite des événements relatifs à la Lune sur cette courte période de temps.

- le 01/10/2024 à 09h 28min 26s UTC : la Lune entre dans la constellation de la Vierge.
- le 02/10/2024 à 00h 42min 28s UTC : la Lune a une déclinaison nulle et décroissante, ascension droite = 12h 05,1min.
- le 02/10/2024 à 11h 52min 00s UTC : la Lune passe par le nœud descendant de son orbite, longitude moyenne : +186° 39,0'.
- le 02/10/2024 à 18h 45min 00s UTC : maximum de l'éclipse
- le 02/10/2024 à 18h 49min 17s UTC : Nouvelle lune.
- le 02/10/2024 à 19h 39min 04s UTC : La Lune à l'apogée, distance à la Terre : 406 515,628 km, diamètre apparent : 29,48', longitude moyenne : 190,47°.

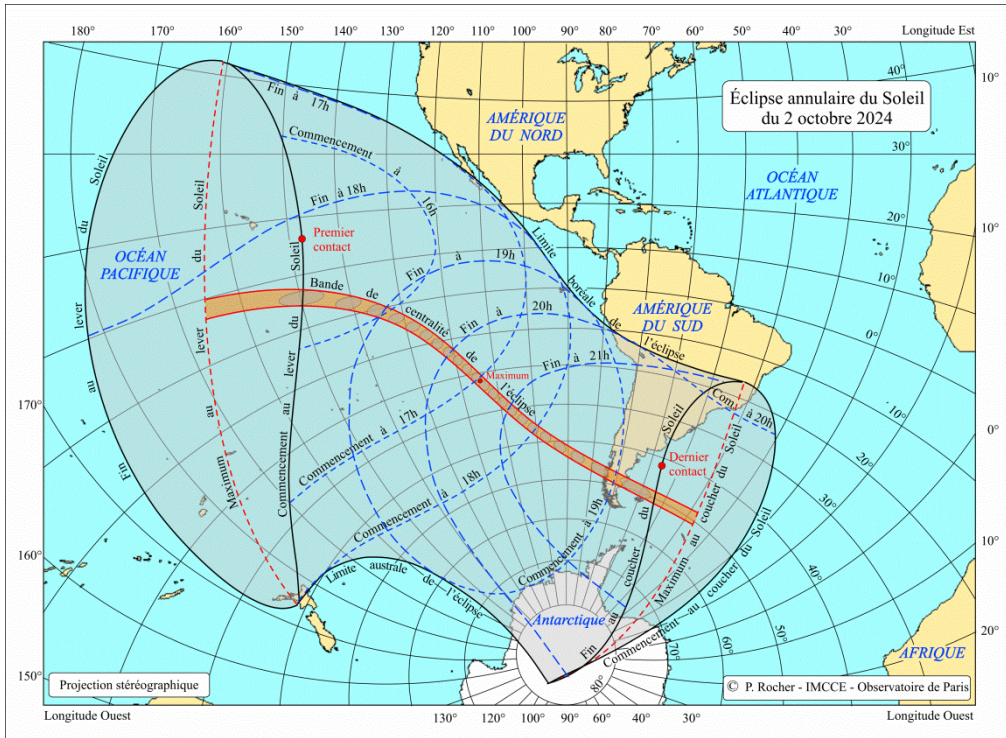


Figure 1 : Carte générale de l'éclipse © P. Rocher

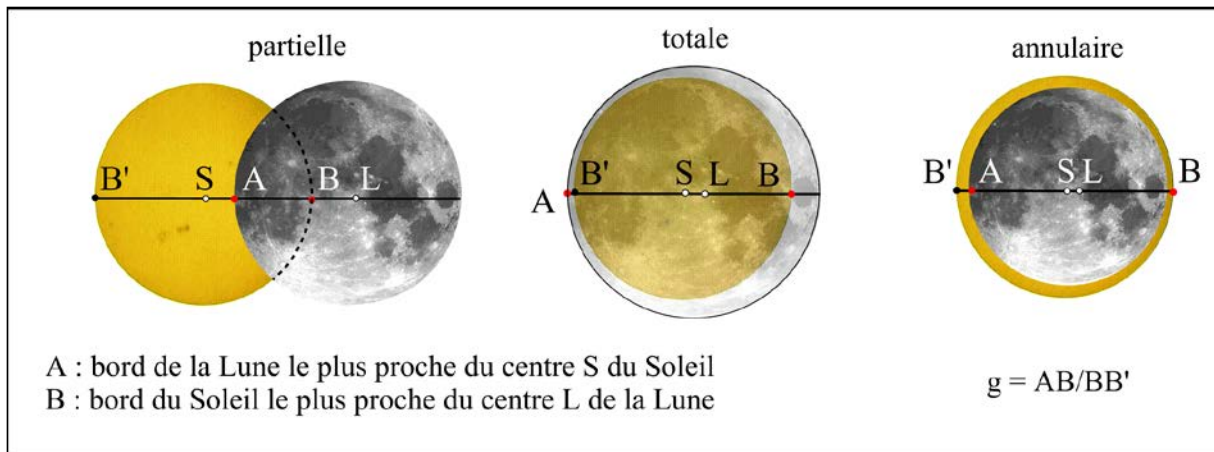


Figure 2 : Définition de la grandeur ou la magnitude  $g$  d'une éclipse de Soleil.

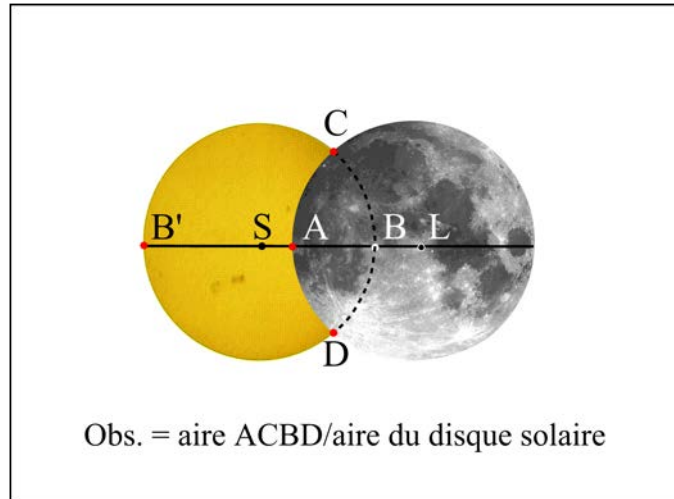


Figure 3 : Définition du degré d'obscurité d'une éclipse de Soleil.

## Série longue de Saros

Le Saros est une période de récurrence des éclipses égale à  $223 \times L$  lunaisons moyennes de 6585,321314<sup>1</sup> jours. Cette période est proche de  $242 \times D$  révolutions draconitiques<sup>2</sup> moyennes égales à 6585,357436 jours, la différence  $242 \times D - 223 \times L$  est de 0,03612 jour, soit 52 minutes. Elle est également proche de  $239 \times A$  révolutions anomalistiques<sup>3</sup> moyennes de 6585,537419 jours, la différence  $239 \times A - 223 \times L$  est de 0,21610 jours, au bout d'un Saros, la pleine lune se retrouve donc en moyenne à  $2,8^\circ$  en amont sur sa position orbitale précédente. La proximité numérique de ces trois périodes fait que l'on retrouve avec chaque période d'un Saros des conditions très voisines et que l'évolution du type d'éclipse après chaque Saros est relativement lente, ce qui permet de construire des séries longues d'éclipses homologues séparées par un Saros. On remarque que la partie décimale de cette période (0,321314) est proche de  $1/3$ , donc après un Saros la Terre tourne d'environ  $116^\circ$ , ce qui déplace, d'est en ouest, l'ombre et pénombre de  $116^\circ$  à la surface de la Terre. Et après trois Saros, on retrouve l'ombre et la pénombre de l'éclipse seulement décalées en longitude de  $12^\circ$  vers l'ouest, par contre il y a une évolution parfois importante en latitude. Cette période de trois Saros porte le nom d'Exeligmos.

Cette éclipse appartient à une série longue de Saros comportant 70 éclipses successives. Cette série commence avec l'éclipse partielle du 11 avril 1736 (les dates antérieures à 1582 sont données dans le calendrier julien) et elle se termine par l'éclipse partielle du 5 mai 2980. Elle se compose de huit éclipses partielles, suivies de trente-neuf éclipses annulaires, puis la série longue se termine avec vingt-trois éclipses partielles. On remarque que toutes les éclipses centrales sont annulaires. L'éclipse annulaire du 29 décembre 2168 est celle qui a la phase centrale la plus longue.

Toutes les éclipses de la série ont lieu au nœud descendant de la Lune, donc les éclipses successives de la série vont parcourir la surface du globe terrestre du sud au nord. L'éclipse du 2 octobre 2024 est dans la première moitié de la série (17<sup>e</sup> éclipse de la série et 9<sup>e</sup> éclipse annulaire), elle passe donc principalement sur l'hémisphère sud du globe terrestre.

---

<sup>1</sup> Il est préférable d'indiquer cette période en jours, en effet si l'on utilise des années et des jours (18 ans et x jours) on a le nombre de jours qui évolue en fonction du nombre d'années contenu dans 18 ans.

<sup>2</sup> La révolution draconitique est la période qui sépare deux passages consécutifs de la Lune à l'un de ses nœuds.

<sup>3</sup> La révolution anomalistique est la période qui sépare deux passages consécutifs de la Lune à son périhélie ou à son apogée.

## Liste des éclipses du Saros

N° Type	Date	Magnitude	Durée	N° Type	Date	Magnitude	Durée
1 P	11/04/1736	0.0747272		36 A	29 - 30/04/2367	0.9807621	4m31.85s
2 P	22/04/1754	0.1668651		37 A	10/05/2385	0.9832638	3m47.21s
3 P	02/05/1772	0.2683216		38 A	21/05/2403	0.9856622	3m05.02s
4 P	14/05/1790	0.3840082		39 A	31/05/2421	0.9879057	2m27.14s
5 P	25/05/1808	0.5064461		40 A	11 - 12/06/2439	0.9899447	1m54.70s
6 P	05/06/1826	0.6408711		41 A	22/06/2457	0.9917741	1m27.87s
7 P	15 - 16/06/1844	0.7779404		42 A	03/07/2475	0.9932845	1m07.27s
8 P	27/06/1862	0.9223867		43 A	13 - 14/07/2493	0.9945174	0m51.75s
9 A	07/07/1880	0.9724277	5m41.81	44 A	26/07/2511	0.9953616	0m41.47s
10 A	18/07/1898	0.9728758	6m05.35	45 A	05/08/2529	0.9958893	0m34.99s
11 A	29 - 30/07/1916	0.9727321	6m18.65	46 A	16/08/2547	0.9959173	0m33.16s
12 A	10/08/1934	0.9721827	6m27.67	47 A	26 - 27/08/2565	0.9953872	0m35.48s
13 A	20/08/1952	0.9713922	6m34.36	48 P	07/09/2583	0.9600546	
14 A	31/08 - 01/09/1970	0.9703617	6m42.03	49 P	18/09/2601	0.8544731	
15 A	11/09/1988	0.9692144	6m51.38	50 P	29 - 30/09/2619	0.7623284	
16 A	22/09/2006	0.9679617	7m03.92	51 P	10/10/2637	0.6805230	
17 A	02/10/2024	0.9666760	7m19.75	52 P	21/10/2655	0.6125937	
18 A	13 - 14/10/2042	0.9653991	7m38.82	53 P	31 - 01/11/2673	0.5546767	
19 A	24/10/2060	0.9641996	8m00.39	54 P	12/11/2691	0.5107367	
20 A	04/11/2078	0.9631249	8m23.65	55 P	23/11/2709	0.4760783	
21 A	14/ - 15/11/2096	0.9622210	8m47.06	56 P	04 - 05/12/2727	0.4523114	
22 A	27/11/2114	0.9615255	9m08.95	57 P	15/12/2745	0.4360376	
23 A	07/12/2132	0.9611066	9m27.02	58 P	26/12/2763	0.4284407	
24 A	18 - 19/12/2150	0.9609391	9m40.52	59 P	05 - 06/01/2782	0.4229985	
25 A	29/12/2168	0.9611134	9m46.38	60 P	17/01/2800	0.4201408	
26 A	09/01/2187	0.9615689	9m45.26	61 P	27/01/2818	0.4168916	
27 A	20 - 21/01/2205	0.9624052	9m35.69	62 P	08/02/2836	0.4131363	
28 A	01/02/2223	0.9635003	9m20.14	63 P	18/02/2854	0.4022537	
29 A	11/02/2241	0.9649666	8m57.43	64 P	29/02/2872	0.3865011	
30 A	22 - 23/02/2259	0.9666683	8m30.28	65 P	12/03/2890	0.3601162	
31 A	05/03/2277	0.9686720	7m57.97	66 P	23/03/2908	0.3263495	
32 A	16/03/2295	0.9708383	7m22.61	67 P	03/04/2926	0.2786031	
33 A	27 - 28/03/2313	0.9732064	6m43.31	68 P	14/04/2944	0.2219946	
34 A	08/04/2331	0.9756770	6m01.35	69 P	25/04/2962	0.1507504	
35 A	18/04/2349	0.9782187	5m17.04	70 P	05/05/2980	0.0696901	4m31.85s

*Ce tableau donne les éclipses de la série longue de Saros contenant l'éclipse du 2 octobre 2024*

Pour les types d'éclipse :

- P : désigne les éclipses partielles,
- A : désigne les éclipses annulaires centrales,
- (A) : désigne les éclipses annulaires non centrales
- A-T : désigne les éclipses hybrides (annulaires-totales),
- T : désigne les éclipses totales centrales.
- (T) : désigne les éclipses totales non centrales.
- La durée indiquée est celle de la phase centrale pour le lieu où l'éclipse est maximale.

On remarque que cette série comporte uniquement des éclipses annulaires.

## Explications

En raison des mouvements orbitaux de la Terre et de la Lune, les distances Terre-Lune et Soleil-Terre ne sont pas constantes, les diamètres apparents de la Lune et du Soleil sont donc variables. Le diamètre apparent de la Lune est maximal lorsque la Lune est proche de la Terre donc à son périhélie, et il est minimal lorsque la Lune est loin de la Terre donc à son apogée.

De même, le diamètre apparent du Soleil est maximal lorsqu'il est proche de la Terre donc lorsque le Soleil apparent est à son périégée ou la Terre est à son périhélie (actuellement vers le 4 janvier) et le diamètre apparent du Soleil est minimal lorsque le Soleil est loin de la Terre, donc lorsque le Soleil apparent est à l'apogée ou la Terre à l'aphélie (actuellement vers le 4 juillet).

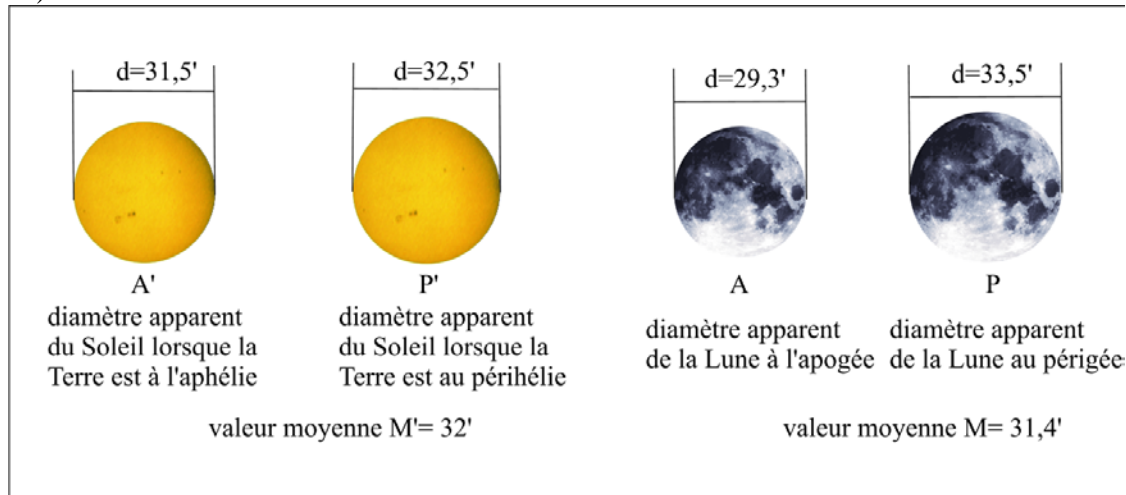


Figure 4 : Valeurs extrêmes et moyennes des diamètres apparents du Soleil et de la Lune.

Comme on le constate sur la figure, le diamètre apparent moyen de la Lune est plus petit que le diamètre apparent moyen du Soleil, on peut donc s'attendre à avoir en moyenne plus d'éclipses annulaires que d'éclipses totales.

Nous pouvons calculer les valeurs extrêmes des diamètres apparents de la Lune et du Soleil vus depuis la Terre. De plus, nous pouvons déterminer approximativement la portion de l'orbite lunaire sur laquelle le diamètre apparent de la Lune est toujours plus grand que le plus grand diamètre apparent du Soleil (32,5'), c'est l'arc d'orbite LJ sur la figure suivante. Sur cette portion d'orbite lunaire, les éclipses centrales sont toujours totales, quelle que soit la position de la Terre sur son orbite. Nous pouvons également déterminer la portion de l'orbite lunaire sur laquelle la Lune a un diamètre apparent toujours plus petit que le plus petit diamètre apparent du Soleil (31,5'), c'est l'arc d'orbite IK sur la figure. Sur cette portion d'orbite les éclipses centrales sont toujours annulaires quelle que soit la position de la Terre sur son orbite. Sur les portions d'orbites IJ et KL le diamètre apparent de la Lune varie entre 31,5' et 32,5' (valeurs extrêmes du diamètre apparent du Soleil) le type de l'éclipse centrale est donc déterminé par le diamètre apparent du Soleil donc par la position de la Terre sur son orbite. C'est sur ces portions de l'orbite de la Lune que l'on peut trouver des éclipses hybrides, marquant la transition entre éclipses annulaires et éclipses totales sur l'arc KL ou marquant la transition entre éclipses totales et éclipses annulaires sur l'arc JI.



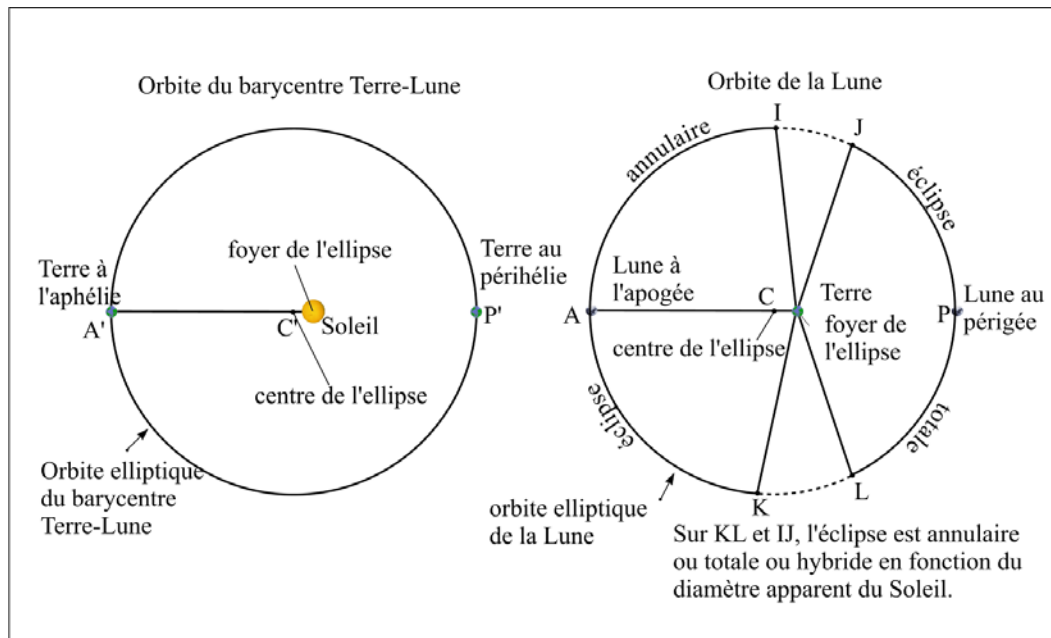


Figure 5 : Orbites osculatrices de la Terre et de la Lune.

En raison de l'écart entre un saros et 239 révolutions anomalistiques, la distance angulaire de la nouvelle lune à son périgée varie en moyenne de  $2,8^{\circ 4}$  d'une éclipse à la suivante. Au cours d'une suite longue moyenne de 72 saros, toutes les conjonctions lunaires liées aux éclipses homologues (donc la Lune) ne vont parcourir que  $202^{\circ}$  de l'orbite lunaire, soit un peu plus que la moitié. De plus durant les 48 éclipses centrales du saros, cet arc se réduit à  $134^{\circ}$ , il convient de comparer cette valeur avec les portions de l'orbite lunaire où les éclipses sont totales.

Ainsi si le périgée est proche du milieu de cet arc de  $134^{\circ}$ , la suite longue est très riche en éclipses totales, si au contraire, cet arc avoisine l'apogée la suite longue est très riche en éclipses annulaires.

Dans le cas de notre éclipse, sa série longue comporte 70 éclipses, l'arc est donc d'environ  $196^{\circ}$  et l'arc des éclipses centrales ne comporte que 39 éclipses, valeur assez éloignée de la valeur moyenne, l'arc fait environ  $109^{\circ}$ .

En utilisant la figure ci-dessus, on comprend que notre série longue qui ne comporte que des éclipses annulaires débute avant le point A et que notre éclipse est très proche de ce point (car le maximum de l'éclipse est très proche du passage de la Lune à l'apogée), puis la suite des éclipses annulaires parcourt l'arc AK en ayant des magnitudes de plus en grandes, mais sans atteindre la région KL des éclipses hybrides.

<sup>4</sup> Cette valeur de  $2,8^{\circ}$  est une valeur moyenne, il ne faut pas oublier que la vitesse angulaire de la Lune est 30% plus forte au périgée qu'à l'apogée.