

# L'éclipse de Lune par la pénombre du 5 mai 2023.

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

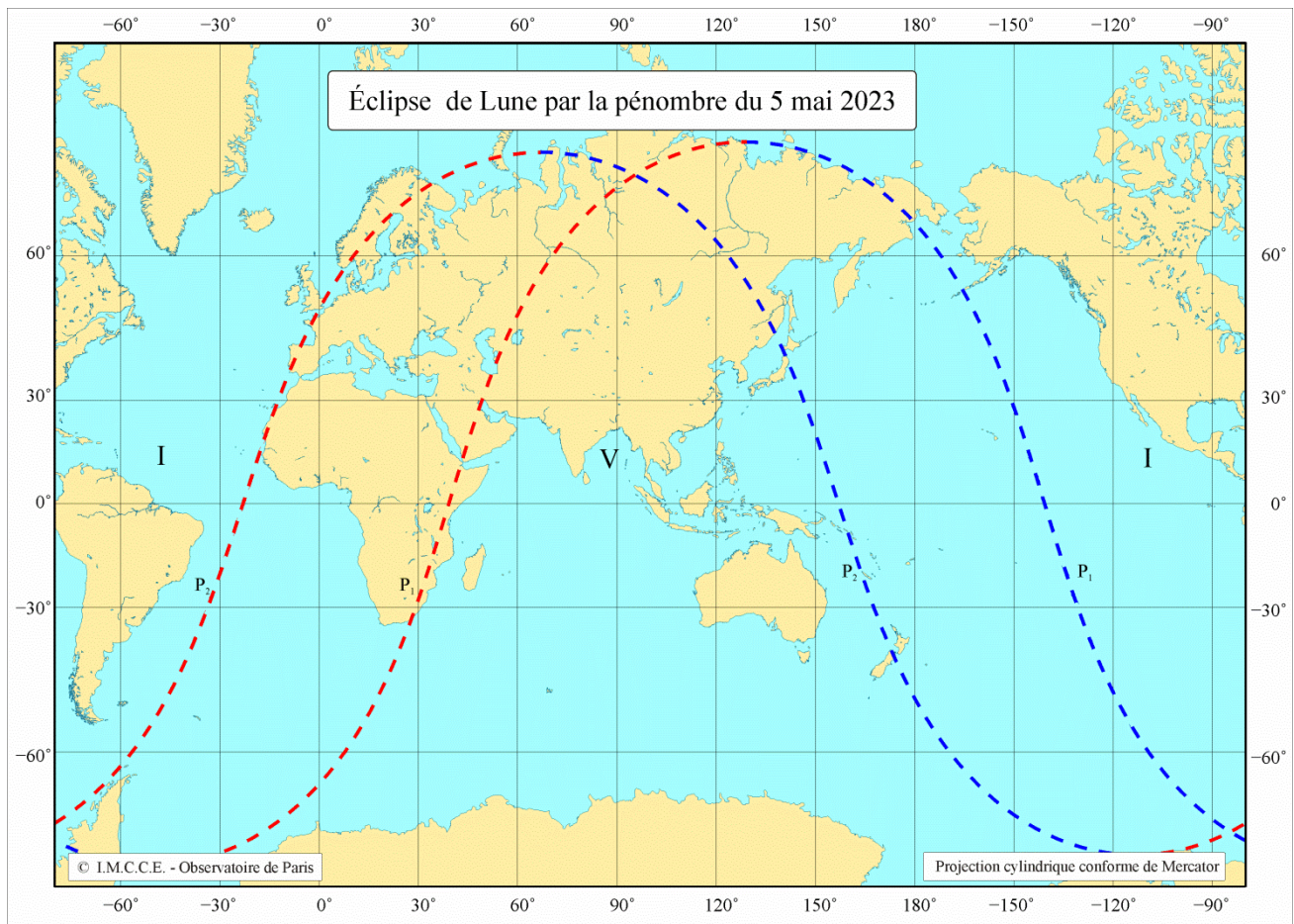


Figure 1 : Carte de l'éclipse de Lune par la pénombre du 5 mai 2023

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)

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 première éclipse de Lune de l'année 2023.

Les éclipses de Lune par la pénombre 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. 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 l'océan Indien, sur une partie de l'océan Pacifique, sur une partie de l'Asie et en Australie. Elle est en partie visible en France métropolitaine, on n'observera la fin de l'éclipse lorsque la pleine Lune se lèvera le soir à l'est, mais elle est visible en totalité à la Réunion. À l'instant du maximum la Lune se trouve dans la constellation de la Balance. Les instants sont donnés en UTC, il faut ajouter deux heures pour avoir l'heure légale en France métropolitaine.

| Circonstances de l'éclipse<br>Magnitude : 0,9637796 |                |             |             |               |
|---|----------------|-------------|-------------|---------------|
| Phases  | Instant en UTC | Longitude   | Latitude    | Angle au pôle |
| Entrée dans la pénombre                             | 15h 14,1min    | 129° 9,8' E | 16° 46,8' S | 71,1°         |
| Maximum de l'éclipse                                | 17h 22,9min    | 98° 3,0' E  | 17° 14,5' S | 202,6°        |
| Sortie de la pénombre                               | 19h 31,8min    | 66° 55,3' E | 17° 41,9' S | 334,1°        |

Durée totale de l'éclipse : 4h 17min 37,62s.

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 5 mai 2023 à 17h 22min 54,174s UTC,

Ascension droite du centre de l'ombre : 14h 49min 59,66s.

Déclinaison du centre de l'ombre : -16° 19' 27,87".

Diamètre du cône d'ombre : 85,07'.

Diamètre du cône de pénombre : 148,51.

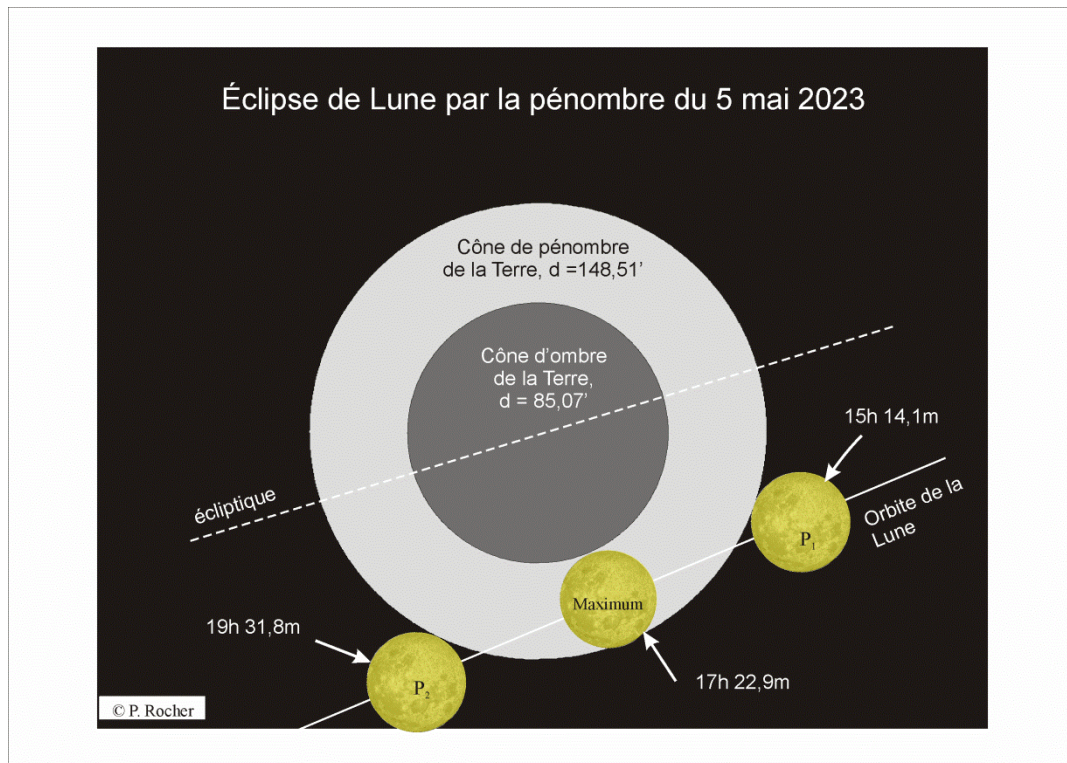
Parallaxe équatoriale du Soleil : 8,72".

Ascension droite du centre de la Lune : 14h 48min 23,50s.

Déclinaison du centre de la Lune : -17° 14' 31,91".

Diamètre apparent de la Lune : 31,43'.

Parallaxe équatoriale de la Lune : 57' 40,11".



**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 périhélie et de son apogée, le diamètre apparent de la pleine lune est donc moyen ( $31,43'$ ). On remarque que la distance entre les limites des cônes d'ombre et de pénombre est  $31,72'$ , donc supérieure au diamètre lunaire, on aurait pu avoir une éclipse totale par la pénombre si la latitude de la Lune avait été un tout petit peu plus faible. L'éclipse a lieu après le passage de la Lune par son nœud descendant, durant l'éclipse la Lune se trouve dans la constellation de la Balance.

Voici la suite des événements relatifs à la Lune au voisinage du 5 mai :

- le 04/05/2023 à 21h 56min 56s UTC : la Lune passe par le nœud descendant de son orbite, long. moyenne :  $+214^{\circ} 04,1'$ .
- le 05/05/2023 à 05h 33min 46s UTC : la Lune entre dans la constellation de la Balance.
- le 05/05/2023 à 17h 22min 54s UTC : Maximum de l'éclipse de Lune.
- le 05/05/2023 à 17h 34min 03s 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 périhélie. 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 25 août 1608 (les dates antérieures à 1582 sont données dans le calendrier julien) et se termine par l'éclipse par la pénombre du 11 octobre 2888. Elle se compose de 24 éclipses par la pénombre, suivies de 7 éclipses partielles par l'ombre, puis de 26 éclipses totales, puis 7 éclipses partielles par l'ombre et se termine par 8 éclipses par la pénombre. Ce sont toutes des éclipses au nœud descendant de la Lune, donc les latitudes célestes successives de la Lune croissent des latitudes négatives aux latitudes positives, 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 sud au nord. 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 5 mai 2023 est la 24<sup>e</sup> éclipse de la série longue et la dernière éclipse par la pénombre du début de la série, la trajectoire du bord de la Lune est donc assez proche du bord du cône d'ombre de la Terre. L'éclipse totale de la série qui a la phase de totalité la plus longue est celle du 15-16 octobre 2293 (1h 44min 37s). Comme l'éclipse de mai 2023 est antérieure à celle de 2293, la trajectoire de la Lune passe en dessous du cône d'ombre donc le maximum de l'éclipse a lieu avant la pleine lune et après le passage par le nœud descendant.

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 descendant

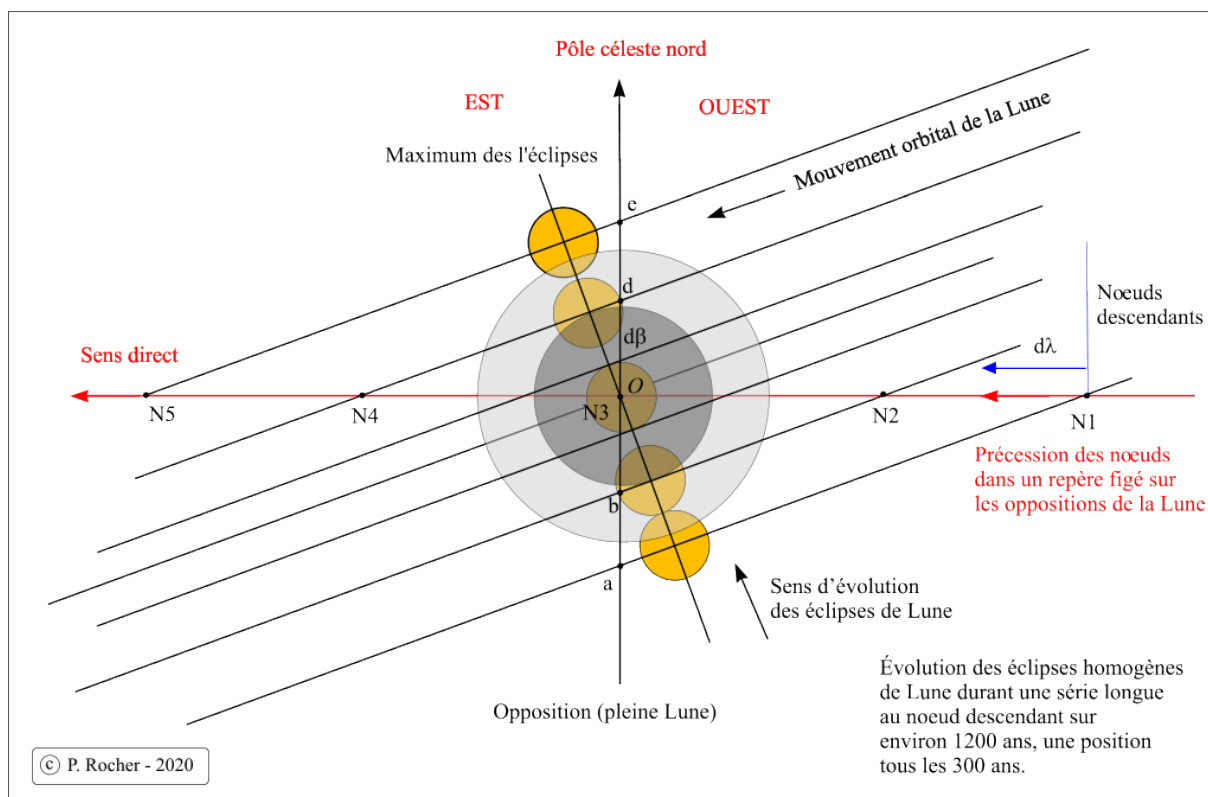


Figure 3 : Projection orthogonale de la sphère céleste écliptique.

La figure ci-dessus montre l'évolution des éclipses homologues de Lune durant une suite longue de saros au nœud descendant, 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 descendant qui vont varier dans le sens direct par rapport à l'opposition au cours du temps. Nous avons représenté la position du nœud descendant 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 descendant se trouve en position N1, à l'ouest de l'opposition, la Lune va donc passer d'ouest en est devant le bord sud du cône de pénombre, les premières éclipses de la suite seront des éclipses par la pénombre passant au bord sud de la pénombre (éclipsant donc le nord de la Lune). 300 ans plus tard, le nœud descendant de l'orbite lunaire est en N2, la Lune rencontre le bord sud du cône d'ombre, les éclipses de Lune sont donc partielles par l'ombre. 300 ans plus tard, le nœud descendant 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 nord du cône d'ombre (éclipsant le sud de la Lune), puis des éclipses par la pénombre au nord du cône de pénombre qui prennent fin après la dernière position N5 du nœud. On remarque que lorsque le nœud descendant est à l'ouest de l'opposition le maximum de l'éclipse a lieu avant l'opposition, et que lorsque le nœud descendant 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 (descendant) permet de situer la position de l'éclipse dans la suite longue d'éclipses homologues et la partie de la Lune éclipsée. 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.

Le tableau donne les éclipses de la série longue de Saros contenant l'éclipse du 5 mai 2023. 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     | 25/08/1608        | 0.0063188 |          | 37 T    | 24/09/2257    | 1.6239611 | 1h41m25s |
| 2 P     | 06/09/1626        | 0.1029881 |          | 38 T    | 05/10/2275    | 1.7172649 | 1h43m46s |
| 3 P     | 16/09/1644        | 0.1874741 |          | 39 T    | 15-16/10/2293 | 1.7979726 | 1h44m37s |
| 4 P     | 27/09/1662        | 0.2625980 |          | 40 T    | 28/10/2311    | 1.7775016 | 1h44m29s |
| 5 P     | 08/10/1680        | 0.3259358 |          | 41 T    | 07/11/2329    | 1.7148577 | 1h43m45s |
| 6 P     | 19/10/1698        | 0.3783533 |          | 42 T    | 18-19/11/2347 | 1.6653526 | 1h42m46s |
| 7 P     | 30/10/1716        | 0.4189886 |          | 43 T    | 29/11/2365    | 1.6253031 | 1h41m42s |
| 8 P     | 11/11/1734        | 0.4488608 |          | 44 T    | 10/12/2383    | 1.5963266 | 1h40m47s |
| 9 P     | 21/11/1752        | 0.4701761 |          | 45 T    | 20-21/12/2401 | 1.5713534 | 1h39m53s |
| 10 P    | 02/12/1770        | 0.4825771 |          | 46 T    | 01/01/2420    | 1.5540648 | 1h39m14s |
| 11 P    | 13/12/1788        | 0.4895128 |          | 47 T    | 11/01/2438    | 1.5367733 | 1h38m33s |
| 12 P    | 25/12/1806        | 0.4923587 |          | 48 T    | 22-23/01/2456 | 1.5208321 | 1h37m53s |
| 13 P    | 04-05/01/1825     | 0.4938312 |          | 49 T    | 02/02/2474    | 1.4999749 | 1h36m54s |
| 14 P    | 16/01/1843        | 0.4956660 |          | 50 T    | 13/02/2492    | 1.4759036 | 1h35m40s |
| 15 P    | 26/01/1861        | 0.5003129 |          | 51 T    | 24-25/02/2510 | 1.4427690 | 1h33m43s |
| 16 P    | 06-07/02/1879     | 0.5110017 |          | 52 T    | 07/03/2528    | 1.4005215 | 1h30m49s |
| 17 P    | 17/02/1897        | 0.5282860 |          | 53 T    | 18/03/2546    | 1.3464126 | 1h26m25s |
| 18 P    | 01/03/1915        | 0.5550051 |          | 54 T    | 28-29/03/2564 | 1.2815264 | 1h19m56s |
| 19 P    | 12/03/1933        | 0.5925119 |          | 55 T    | 09/04/2582    | 1.2018565 | 1h09m44s |
| 20 P    | 23/03/1951        | 0.6420301 |          | 56 T    | 20/04/2600    | 1.1102546 | 0h53m12s |
| 21 P    | 02/04/1969        | 0.7034528 |          | 57 T    | 01-02/05/2618 | 1.0050856 | 0h11m49s |
| 22 P    | 14/04/1987        | 0.7771090 |          | 58 O    | 12/05/2636    | 0.8895711 |          |
| 23 P    | 24/04/2005        | 0.8651493 |          | 59 O    | 23/05/2654    | 0.7598932 |          |
| 24 P    | 05/05/2023        | 0.9637796 |          | 60 O    | 02/06/2672    | 0.6239525 |          |
| 25 O    | 15-16/05/2041     | 0.0645938 |          | 61 O    | 13-14/06/2690 | 0.4781974 |          |
| 26 O    | 27/05/2059        | 0.1830340 |          | 62 O    | 25/06/2708    | 0.3293236 |          |
| 27 O    | 06/06/2077        | 0.3123802 |          | 63 O    | 06/07/2726    | 0.1737459 |          |
| 28 O    | 17-18/06/2095     | 0.4459821 |          | 64 O    | 16/07/2744    | 0.0203992 |          |
| 29 O    | 29/06/2113        | 0.5850272 |          | 65 P    | 28/07/2762    | 0.9302939 |          |
| 30 O    | 10/07/2131        | 0.7265598 |          | 66 P    | 07/08/2780    | 0.7797557 |          |
| 31 O    | 20/07/2149        | 0.8701244 |          | 67 P    | 18/08/2798    | 0.6337627 |          |
| 32 T    | 31/07- 01/08/2167 | 1.0108664 | 0h16m42s | 68 P    | 28-29/08/2816 | 0.4970923 |          |
| 33 T    | 11/08/2185        | 1.1483399 | 0h59m17s | 69 P    | 09/09/2834    | 0.3700307 |          |
| 34 T    | 23/08/2203        | 1.2806975 | 1h18m07s | 70 P    | 19/09/2852    | 0.2530501 |          |
| 35 T    | 02-03/09/2221     | 1.4048571 | 1h29m41s | 71 P    | 30/09/2870    | 0.1493011 |          |
| 36 T    | 14/09/2239        | 1.5195420 | 1h37m00s | 72 P    | 11/10/2888    | 0.0580151 |          |