

# L'éclipse totale de Lune du 26 mai 2021.

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

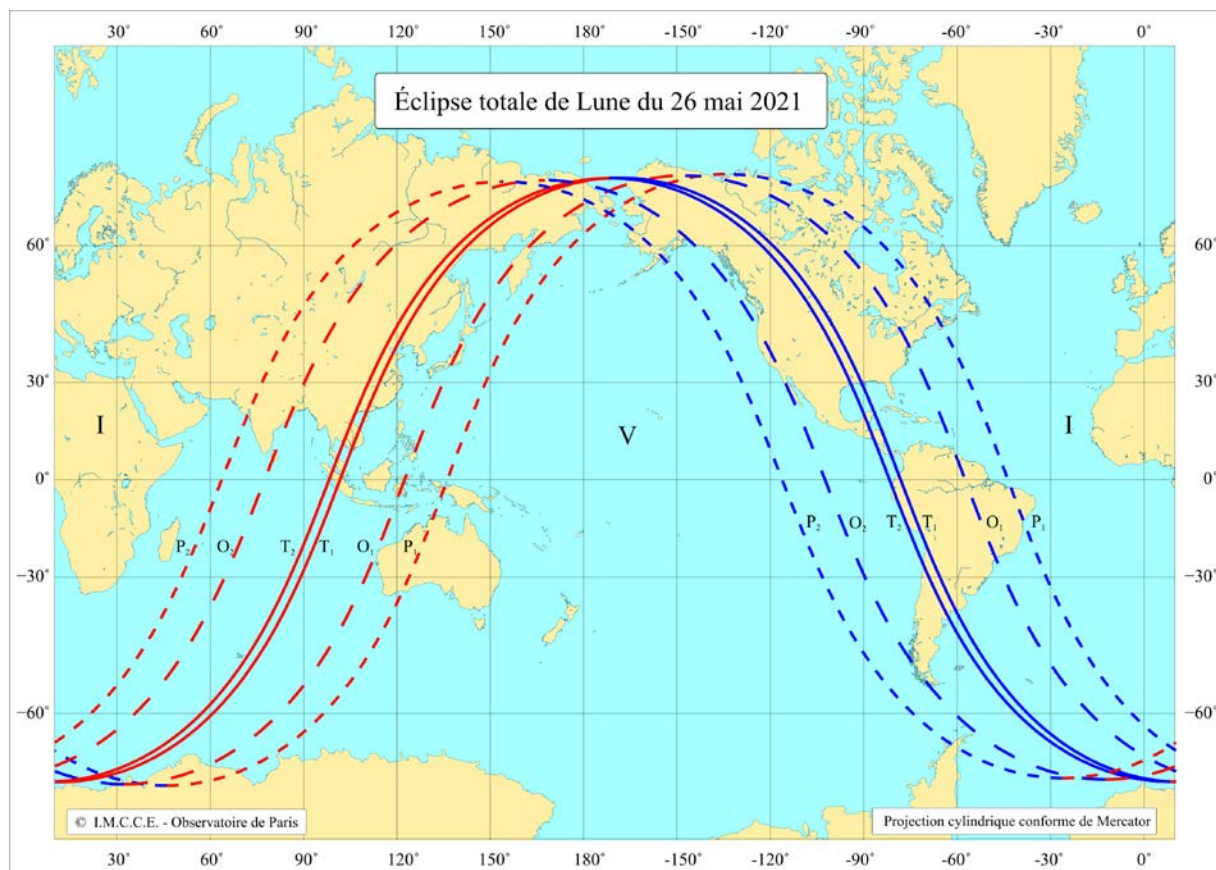


Figure 1 : Carte de l'éclipse totale de Lune du 26 mai 2021

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 première éclipse de Lune de l'année 2021. Une seconde éclipse, partielle, aura lieu la nuit du 19 novembre 2021.

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 sera visible en totalité sur l'océan Pacifique, la phase de totalité, relativement courte ne sera visible le soir que dans l'est de l'Asie et le matin en Amérique du Nord et sur une partie de l'Amérique du Sud. Elle ne sera pas visible en France métropolitaine, mais sera visible en totalité en Nouvelle-Calédonie, à Wallis-et-Futuna et en Polynésie française. La phase de totalité ne durera que 14min 42,3s. À l'instant du maximum la Lune se trouve dans la constellation du Scorpion. Les instants sont donnés en UTC.

Circonstances de l'éclipse Magnitude : 1,0097403				
Phases	Instant en UTC	Longitude	Latitude	Angle au pôle
Entrée dans la pénombre	8h 47,6min	134° 02,4' O	20° 18,2' S	123,9°
Entrée dans l'ombre	9h 44,9min	147° 47,4' O	20° 28,2' S	133,5°
Début de la totalité	11h 11,3min	168° 30,3' O	20° 43,0' S	7,3°
Maximum de l'éclipse	11h 18,7min	170° 16,1' O	20° 44,3' S	15,8°
Fin de la totalité	11h 26,0min	172° 01,8' O	20° 45,5' S	24,3°
Sortie de l'ombre	12h 52,4min	167° 15,6' E	20° 59,9' S	258,1°
Sortie de la pénombre	13h 49,7min	153° 30,6' E	21° 09,3' S	267,8°

Durée totale de l'éclipse : 5h 2m 10,13s.

Durée de la phase de pénombre : 1h 54m 41,68s.

Durée de la phase partielle : 2h 52m 46,13s.

Durée de la phase totale : 14m 42,31s.

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 26 mai 2021 à 11h 18m 42,733s UTC.

Ascension droite du centre de l'ombre : 16h 14m 3,59s.

Déclinaison du centre de l'ombre : -21° 12' 25,38".

Diamètre du cône d'ombre : 92,64'.

Diamètre du cône de pénombre : 155,79'.

Parallaxe équatoriale du Soleil : 8,68".

Ascension droite du centre de la Lune : 16h 14m 37,77s.

Déclinaison du centre de la Lune : -20° 44' 15,13".

Diamètre apparent de la Lune : 33,43'.

Parallaxe équatoriale de la Lune : + 1° 1' 20,53".

## Éclipse totale de Lune du 26 mai 2021

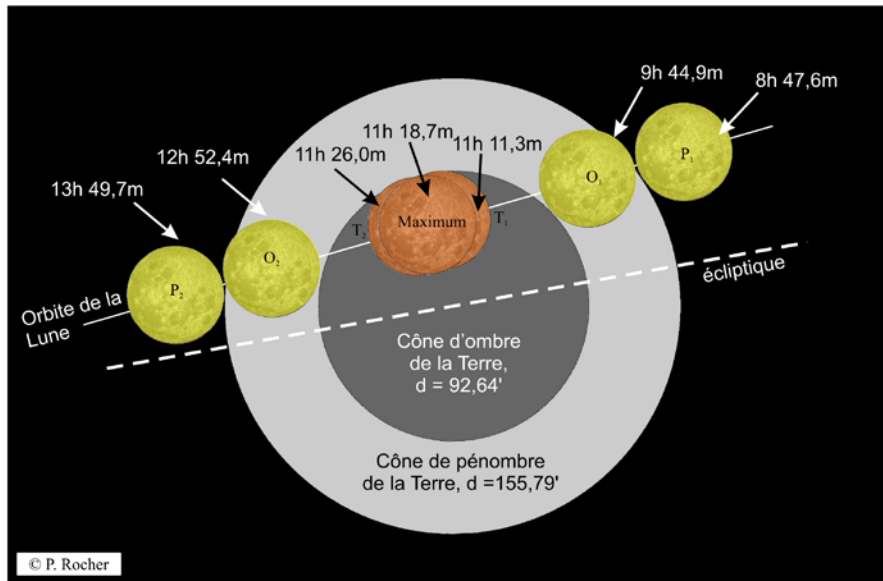


Figure 2 : Évolution des positions de la Lune durant les différentes phases de l'éclipse.

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 juste après le passage de la Lune à son périégée, le diamètre apparent de la Pleine Lune est donc important (33,43'). Cela participe également à la courte durée de la totalité, la vitesse angulaire de la Lune est rapide, car proche de son périégée. L'éclipse a lieu avant le passage de la Lune par son nœud descendant, durant l'éclipse la Lune se trouve dans la constellation du Scorpion.

Voici la suite des événements relatifs à la Lune la journée du 26 mai :

- le 26/05/2021 à 01h 49m 54s UTC : La Lune au périégée (distance minimale à la Terre)  $d : 357\,310,962$  km, diamètre apparent : 33,52'. longitude moyenne : 239,48°.
- le 26/05/2021 à 07h 03m 04s UTC : la Lune entre dans la constellation du Scorpion.
- le 26/05/2021 à 11h 13m 53s UTC : Pleine Lune.
- le 26/05/2021 à 11h 18m 43s UTC : Maximum de l'éclipse de Lune.
- le 26/05/2021 à 15h 07m 22s UTC : la Lune entre dans la constellation d'Ophiuchus.
- le 26/05/2021 à 19h 36m 58s UTC : la Lune passe par le nœud descendant de son orbite, longitude moyenne : +250° 44,0'.

### 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

périgée. 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 82 éclipses successives. Cette série commence avec l'éclipse par la pénombre du 6 octobre 1047 (les dates antérieures à 1582 sont données dans le calendrier julien) et se termine par l'éclipse par la pénombre du 18 mars 2508. Elle se compose de 20 éclipses par la pénombre (dont une totale par la pénombre en 1390), suivies de 6 éclipses partielles par l'ombre, puis de 29 éclipses totales, puis 7 éclipses partielles par l'ombre et se termine par 20 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 26 mai 2021 est la dernière éclipse totale de la série longue, la trajectoire de la Lune est donc très proche du bord nord sur le cône d'ombre, ce qui explique la courte durée de la phase de totalité. L'éclipse totale de la série qui a eu la phase de totalité la plus longue est celle 18 octobre 1660. On peut également remarquer la bonne symétrie dans la répartition des différents types d'éclipse de cette série longue.

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

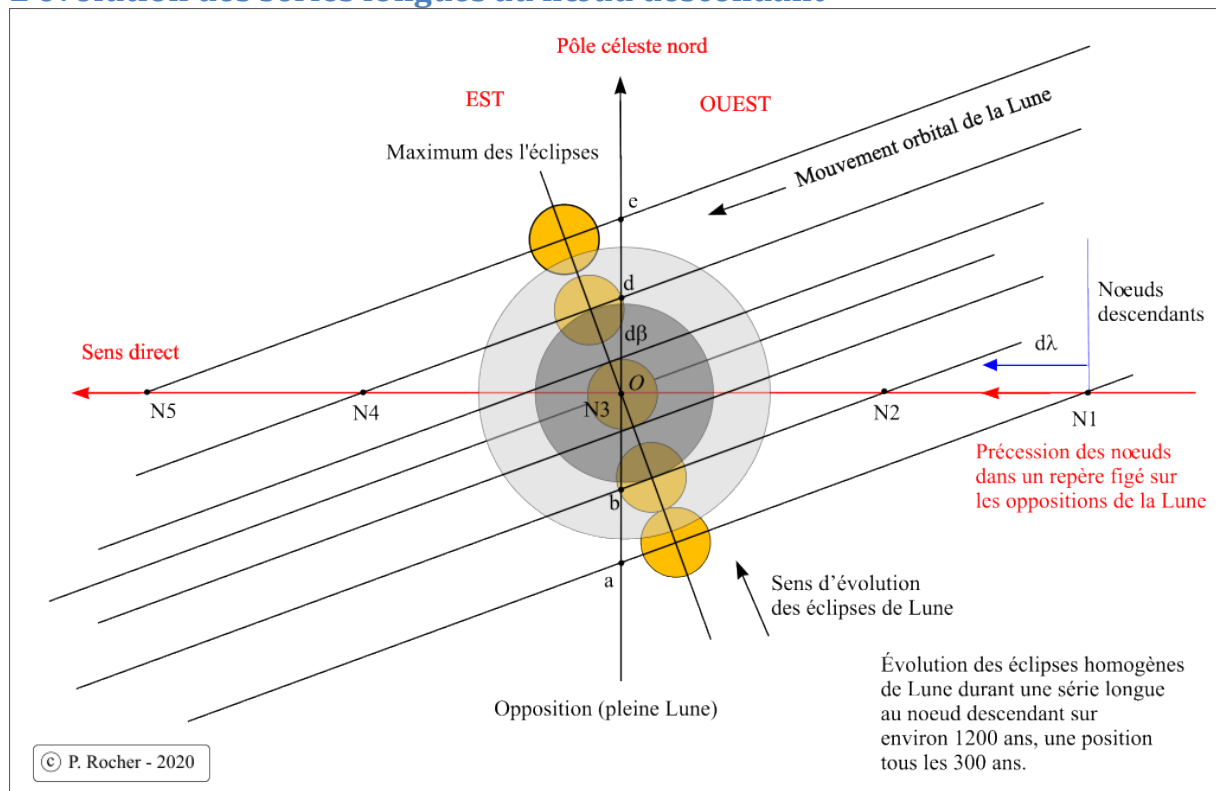


Figure 3 : Projection orthogonale de la sphère céleste écliptique.

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 26 mai 2021. 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	06/10/1047	0.0467112		42 T	03/01/1787 - 04/01/1787	1.7467654	01h38m15s
2 P	17/10/1065	0.0992830		43 T	15/01/1805	1.7422408	01h38m04s
3 P	28/10/1083	0.1421171		44 T	26/01/1823	1.7317152	01h37m49s
4 P	07/11/1101	0.1731862		45 T	05/02/1841 - 06/02/1841	1.7180969	01h37m30s
5 P	19/11/1119	0.1981237		46 T	17/02/1859	1.6946864	01h36m58s
6 P	29/11/1137	0.2147218		47 T	27/02/1877	1.6646289	01h36m10s
7 P	10/12/1155	0.2290927		48 T	11/03/1895	1.6206308	01h34m48s
8 P	21/12/1173	0.2421354		49 T	22/03/1913	1.5685343	01h32m48s
9 P	01/01/1192	0.2573126		50 T	02/04/1931	1.5023862	01h29m37s
10 P	11/01/1210	0.2758487		51 T	13/04/1949	1.4253701	01h24m57s
11 P	23/01/1228	0.3017370		52 T	24/04/1967	1.3358417	01h17m58s
12 P	02/02/1246	0.3361625		53 T	04/05/1985	1.2371237	01h07m43s
13 P	13/02/1264	0.3806740		54 T	16/05/2003	1.1278494	00h51m28s
14 P	24/02/1282	0.4357917		55 T	26/05/2021	1.0097403	00h14m42s
15 P	06/03/1300	0.5055102		56 O	06/06/2039	0.8848853	
16 P	17/03/1318	0.5856796		57 O	16/06/2057 - 17/06/2057	0.7557336	
17 P	27/03/1336 - 28/03/1336	0.6799572		58 O	28/06/2075	0.6222689	
18 P	08/04/1354	0.7840608		59 O	08/07/2093	0.4874244	
19 P	18/04/1372	0.9022659		60 O	20/07/2111 - 21/07/2111	0.3532497	
20 P(T)	29/04/1390 - 30/04/1390	1.0274959		61 O	31/07/2129	0.2227018	
21 O	10/05/1408	0.1378167		62 O	11/08/2147	0.0943255	
22 O	21/05/1426	0.2832702		63 P	21/08/2165 - 22/08/2165	0.9195539	
23 O	31/05/1444	0.4346822		64 P	02/09/2183	0.8074425	
24 O	11/06/1462 - 12/06/1462	0.5859773		65 P	13/09/2201	0.7062021	
25 O	22/06/1480	0.7374720		66 P	24/09/2219 - 25/09/2219	0.6128413	
26 O	03/07/1498	0.8867310		67 P	05/10/2237	0.5328040	
27 T	13/07/1516 - 14/07/1516	1.0308416	00h27m21s	68 P	16/10/2255	0.4623973	
28 T	25/07/1534	1.1687931	01h01m08s	69 P	26/10/2273 - 27/10/2273	0.4039903	
29 T	04/08/1552	1.2977786	01h17m31s	70 P	07/11/2291	0.3555993	
30 T	15/08/1570	1.4182714	01h27m36s	71 P	18/11/2309	0.3176658	
31 T	05/09/1588	1.5254548	01h33m46s	72 P	29/11/2327 - 30/11/2327	0.2889126	
32 T	16/09/1606	1.6215850	01h37m29s	73 P	10/12/2345	0.2660360	
33 T	26/09/1624	1.7042521	01h39m29s	74 P	21/12/2363	0.2500756	
34 T	08/10/1642	1.7746478	01h40m21s	75 P	01/01/2382	0.2363690	
35 T	18/10/1660	1.8315847	01h40m30s	76 P	12/01/2400	0.2250019	
36 T	29/10/1678	1.8424411	01h40m15s	77 P	22/01/2418	0.2111801	
37 T	09/11/1696	1.8080631	01h39m50s	78 P	03/02/2436	0.1950209	
38 T	21/11/1714	1.7838501	01h39m24s	79 P	13/02/2454	0.1729309	
39 T	01/12/1732 - 02/12/1732	1.7680664	01h39m00s	80 P	24/02/2472	0.1429461	
40 T	13/12/1750	1.7578878	01h38m41s	81 P	07/03/2490	0.1039365	
41 T	23/12/1768	1.7520192	01h38m27s	82 P	18/03/2508	0.0548014	