

Mouvement apparent des planètes

Sommaire

- La Lune
 - Description
 - Heures de lever et coucher
 - La rotation
 - Les éclipses
 - Les phases
 - Occultation, passages
- Petit historique des conceptions du monde
 - Du géocentrisme à l'héliocentrisme
 - Les premiers astronomes
 - La révolution copernicienne

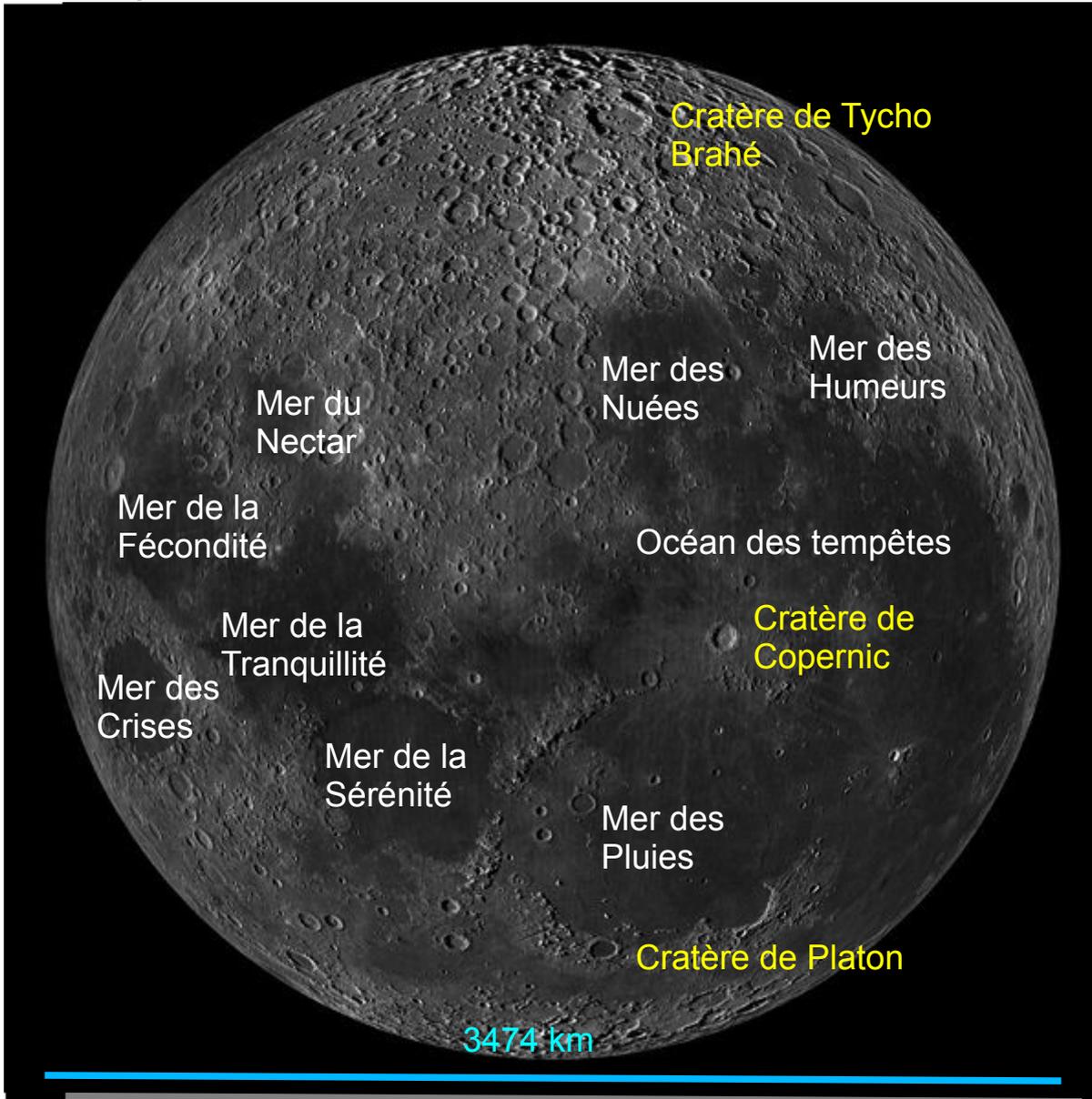
Sommaire

- Les Mouvements des planètes
 - Période sidérale
 - Période synodique
 - Rotation
 - Planètes inférieures
 - Phases, observation
 - Planètes Supérieures
 - Phases, Observation
 - Mouvement rétrograde
- Les occultations

Vu dans une lunette
dans l'hémisphère nord
ou à l'œil nu dans
l'hémisphère sud

Lune

Sud



Nord

Diamètres : 3474 km
Distance moyenne : 384000 km
Formation : il y a 4,6 GY
Mers (issu d'une masse fluide) :

- Zone sombres et plates , peu cratérisées
- Elles ne contiennent aucun liquide
- ~ 1/3 de la surface, elles sont toutes situées sur la face visible

Cratères :

- Impacts météoritiques

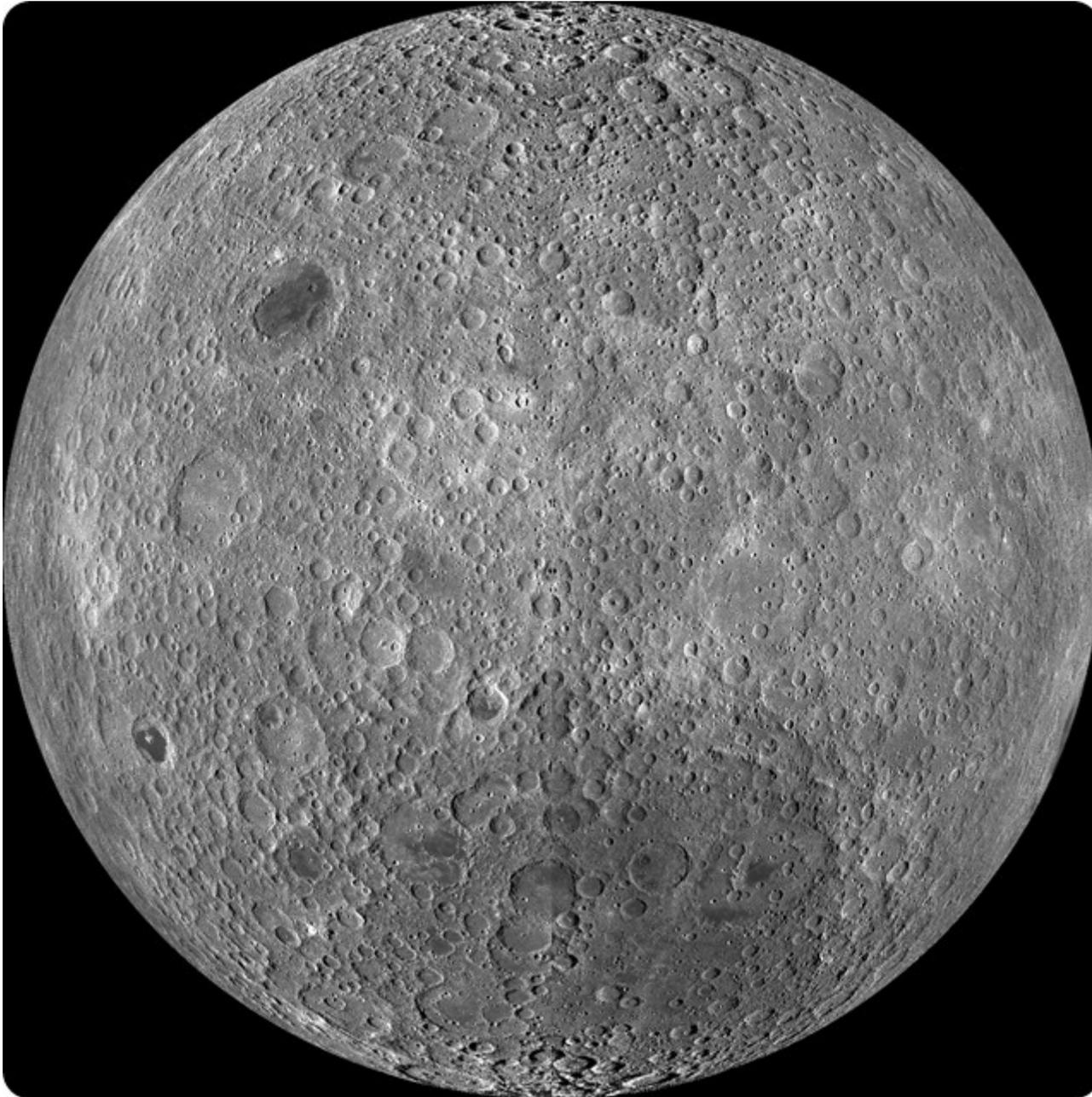
Origine 3 scénarios:

- Formation à partir de matériaux échappés de la Terre
- Formation simultanée
- Capture
- Reste un sujet de recherche

Combien de temps met la lumière de la Lune pour nous parvenir ?

$384000/300000=1.28$ seconde

Lune face cachée



Lunar Reconnaissance Orbiter

Différences frappantes due à la différence d'épaisseur de croûte entre les 2 hémisphères :

- Plus fine sur la face visible :
 - Craquées par les météorites
 - Lave à l'origine des mers
- Plus importante sur la face cachée
 - Formation de cratères, pas de rupture de la croûte

[Les 2 visages de la Lune](#)

Observation de la Lune

- Diamètre apparent 0.5° . Similaire à celui du Soleil
- Elle présente à l'observateur différentes fractions de sa surface éclairée par le Soleil. Phénomène de phases.
- 400000 fois moins brillante que le Soleil, la pleine Lune nous éclaire suffisamment pour lire la nuit
- En Quartier nous ne recevons plus que 10% de cette lumière (on verra pourquoi)
- Quand la Lune est en phase de croissant, on observe sa face nuit. Ce phénomène porte le nom de lumière cendrée (éclairage par la Terre, on est proche de la pleine Terre sur la Lune, c'est un clair de Terre)
- L'observation de la Lune : Pleine Lune, la Nuit. Dernier Quartier, fin de nuit. Nouvelle Lune, de jour. Premier Quartier et début de nuit.
- La Lune peut-être éclipsée
- La Lune peut éclipser le Soleil

Lune carte d'identité

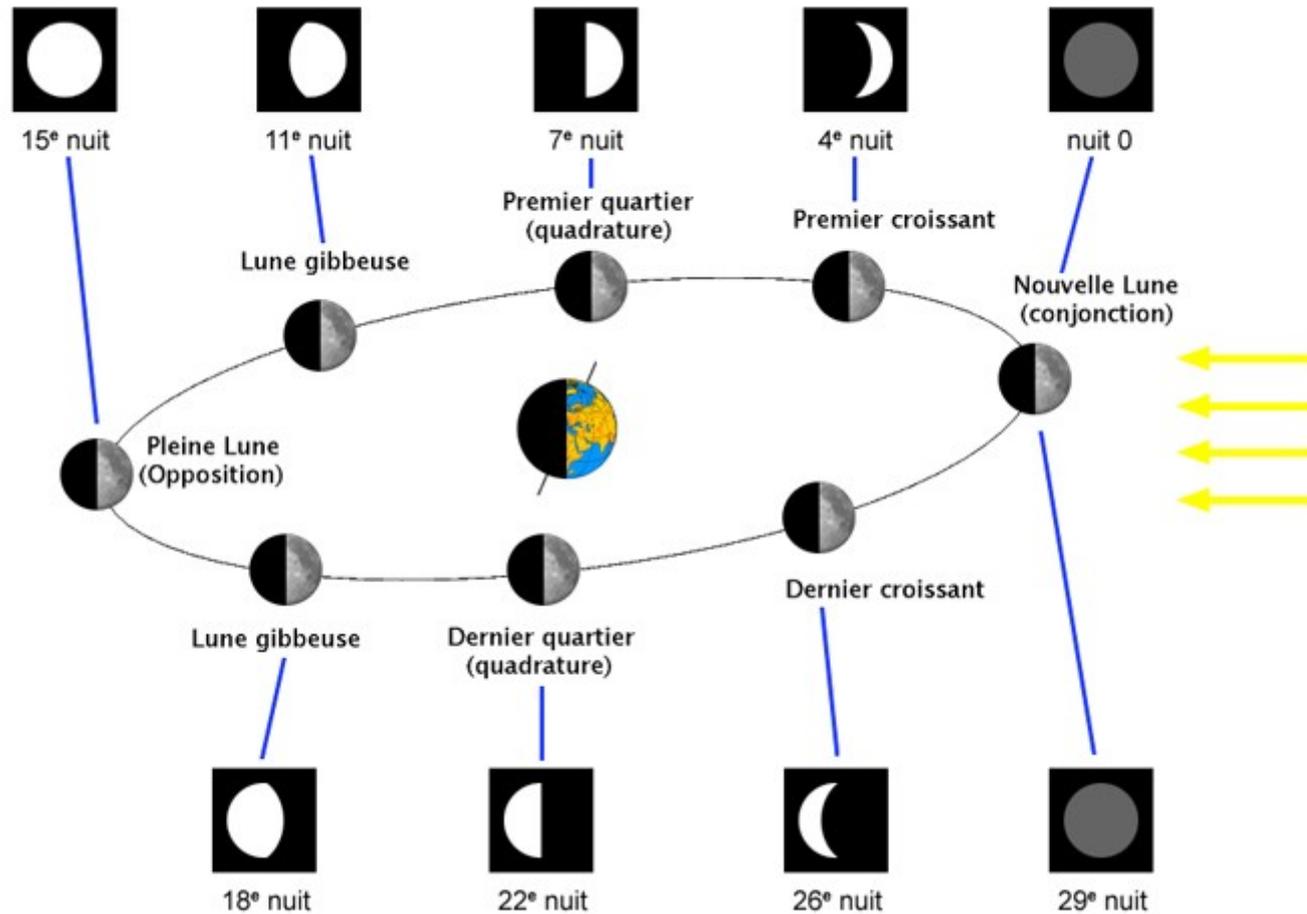
Demi grand axe :	384999 km
Apogée :	405696 km
Périgée :	363104 km
Excentricité :	0.0549
Période sidérale :	27.3 jours
Période synodique :	29.53 jours
Rayon équatorial :	1737 km
Inclinaison :	5.145°
Obliquité :	6.687°
Gravité :	1.622 ms ⁻²

Poids=Masse*Gravité (**)
Gravité Terre : 9.81 ms⁻²
Quel est le poids d'une
personne de 95 kg sur la
Lune :

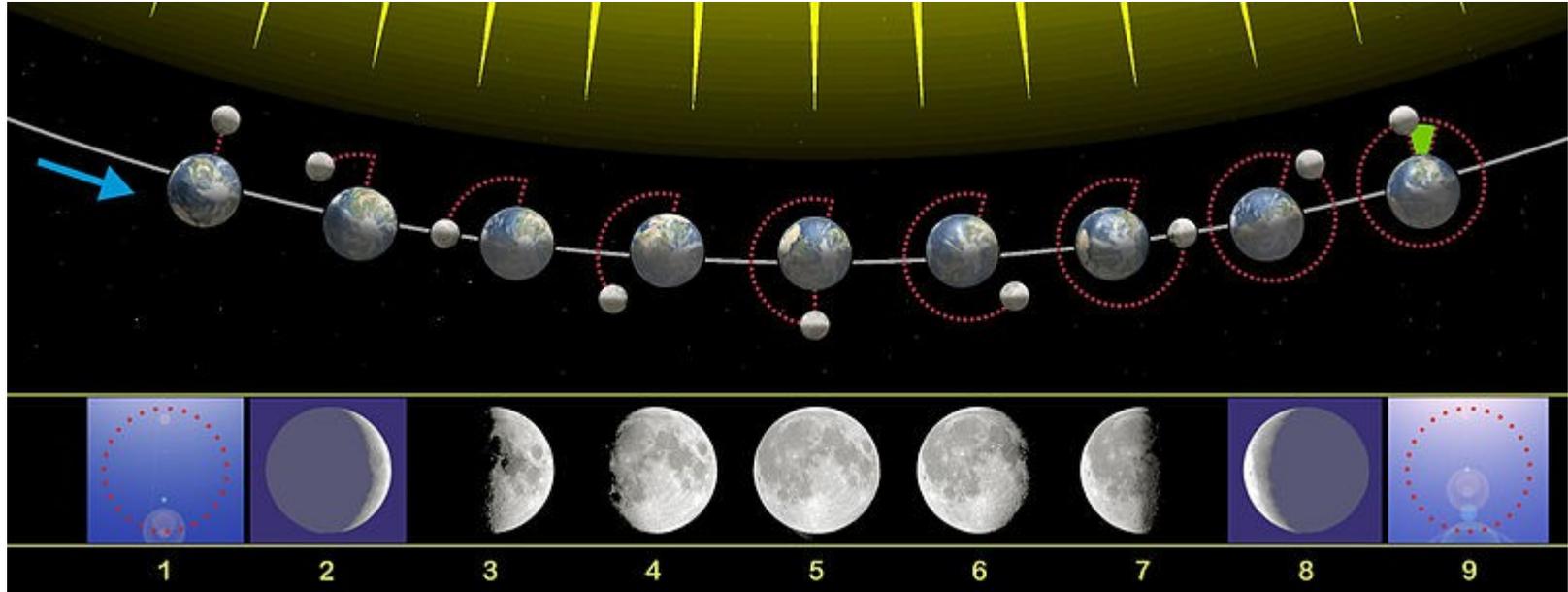
$$\text{Poids}_{\text{SurLune}} = \frac{95 \times 1.622}{9.81} = 15.70 \text{ kg}$$

(**)Loi de Newton, principe fondamental
de la dynamique $f=ma$.

Les phases de la Lune



Phases de la Lune



[Crédit wikipédia](#)

Due à l'orbite de la Lune autour de la Terre. Ci dessus une illustration de 1 à 9, nouvelle Lune vers pleine Lune.

Le cycle des phases est de 29,53 jours (*). Période synodique.

La période sidérale est de 27,3 jours

(*)Lorsque la Lune aura parcouru son orbite, la Terre se sera déplacée de 27,3 jours sur son orbite et sa position sera différente par rapport au soleil. Il faudra 29,3 jours pour atteindre de nouveau la nouvelle Lune

$$2\pi t/27,3 - 2\pi t/365 = 2\pi t \rightarrow t = 29,53 \text{ jours}$$

Lune lever et coucher

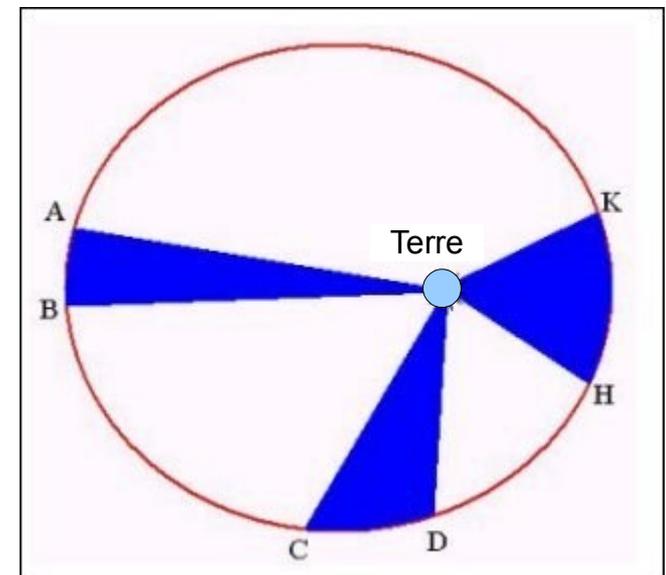
Données IMCCE

Date	Lever en UTC	Azimut des Astron	Passage des méridien UTC	Haut.	Coucher en UTC	Azimut des Astron	Ph
01/01/2014	7h 16,5m	299,7°	11h 54,3m	21,9°S	16h 36,0m	61,5°	NL
02/01/2014	8h 5,6m	295,9°	12h 56,0m	24,5°S	17h 53,2m	66,1°	
03/01/2014	8h 46,6m	290,3°	13h 55,1m	28,2°S	19h 12,5m	72,4°	
04/01/2014	9h 21,4m	283,6°	14h 51,0m	32,7°S	20h 30,9m	79,6°	
05/01/2014	9h 52,0m	276,4°	15h 43,9m	37,6°S	21h 46,9m	87,2°	
06/01/2014	10h 20,3m	269,1°	16h 34,5m	42,5°S	23h 0,0m	94,5°	
07/01/2014	10h 47,7m	262,1°	17h 23,4m	47,1°S			
08/01/2014	11h 15,8m	255,8°	18h 11,6m	51,2°S	0h 10,4m	101,4°	PQ
09/01/2014	11h 45,7m	250,2°	18h 59,6m	54,7°S	1h 18,1m	107,6°	
10/01/2014	12h 18,5m	245,6°	19h 47,7m	57,4°S	2h 22,9m	112,7°	
11/01/2014	12h 55,5m	242,3°	20h 36,1m	59,2°S	3h 24,3m	116,6°	
12/01/2014	13h 37,3m	240,4°	21h 24,5m	60,1°S	4h 21,4m	119,1°	
13/01/2014	14h 24,3m	240,0°	22h 12,8m	60,1°S	5h 13,2m	120,1°	
14/01/2014	15h 16,1m	241,1°	23h 0,4m	59,1°S	5h 59,3m	119,5°	
15/01/2014	16h 11,9m	243,7°	23h 47,0m	57,2°S	6h 39,7m	117,5°	
16/01/2014	17h 10,4m	247,5°			7h 14,8m	114,2°	PL
17/01/2014	18h 10,7m	252,2°	0h 32,5m	54,6°S	7h 45,6m	109,8°	
18/01/2014	19h 12,1m	257,8°	1h 16,8m	51,4°S	8h 13,1m	104,7°	
19/01/2014	20h 14,2m	263,8°	2h 0,3m	47,7°S	8h 38,4m	99,0°	
20/01/2014	21h 17,1m	270,2°	2h 43,3m	43,7°S	9h 2,5m	93,0°	
21/01/2014	22h 21,2m	276,6°	3h 26,6m	39,5°S	9h 26,4m	86,7°	
22/01/2014	23h 26,8m	283,0°	4h 10,9m	35,3°S	9h 51,4m	80,4°	
23/01/2014			4h 56,8m	31,2°S	10h 18,5m	74,3°	
24/01/2014	0h 34,0m	289,0°	5h 45,4m	27,5°S	10h 49,5m	68,7°	DQ
25/01/2014	1h 42,5m	294,2°	6h 37,1m	24,3°S	11h 26,1m	64,0°	
26/01/2014	2h 50,9m	298,3°	7h 32,5m	22,0°S	12h 10,4m	60,7°	
27/01/2014	3h 56,8m	300,5°	8h 31,1m	20,9°S	13h 4,4m	59,2°	
28/01/2014	4h 57,6m	300,5°	9h 32,1m	21,2°S	14h 8,7m	60,1°	
29/01/2014	5h 51,0m	298,1°	10h 33,8m	22,9°S	15h 21,7m	63,4°	
30/01/2014	6h 36,6m	293,6°	11h 34,5m	26,0°S	16h 40,2m	68,7°	NL
31/01/2014	7h 15,4m	287,5°	12h 33,2m	30,1°S	18h 0,6m	75,5°	

Comparaison lever coucher Lune et Soleil

Date	Lever Lune	Lever Soleil	Retard	Écart	Phase
01/01/14	07:16	06:27	00:49:00		NL
02/01/14	08:05:00	06:27:00	01:38:00	00:49:00	
03/01/14	08:45:00	06:27:00	02:18:00	00:40:00	
04/01/14	09:21:00	06:27:00	02:54:00	00:36:00	
05/01/14	09:52:00	06:27:00	03:25:00	00:31:00	
06/01/14	10:20:00	06:27:00	03:53:00	00:28:00	
07/01/14	10:47:00	06:27:00	04:20:00	00:27:00	
08/01/14	11:15:00	06:26:00	04:49:00	00:29:00	PQ
09/01/14	11:45:00	06:26:00	05:19:00	00:30:00	
10/01/14	12:18:00	06:26:00	05:52:00	00:33:00	
11/01/14	12:55:00	06:25:00	06:30:00	00:38:00	
12/01/14	13:37:00	06:25:00	07:12:00	00:42:00	
13/01/14	14:24:00	06:25:00	07:59:00	00:47:00	
14/01/14	15:16:00	06:24:00	08:52:00	00:53:00	
15/01/14	16:11:00	06:24:00	09:47:00	00:55:00	
16/01/14	17:10:00	06:23:00	10:47:00	01:00:00	PL
17/01/14	18:10:00	06:23:00	11:47:00	01:00:00	
18/01/14	19:12:00	06:22:00	12:50:00	01:03:00	
19/01/14	20:14:00	06:21:00	13:53:00	01:03:00	
20/01/14	21:17:00	06:21:00	14:56:00	01:03:00	
21/01/14	22:21:00	06:20:00	16:01:00	01:05:00	
22/01/14	23:26:00	06:19:00	17:07:00	01:06:00	
23/01/14					
24/01/14	00:34:00	06:17:00	-05:43:00		DQ
25/01/14	01:42:00	06:16:00	-04:34:00	01:09:00	
26/01/14	02:50:00	06:16:00	-03:26:00	01:08:00	
27/01/14	03:56:00	06:15:00	-02:19:00	01:07:00	
28/01/14	04:57:00	06:14:00	-01:17:00	01:02:00	
29/01/14	05:51:00	06:12:00	-00:21:00	00:56:00	
30/01/14	06:36:00	06:11:00	00:25:00	00:46:00	NL
31/01/14	07:15:00	06:10:00	01:05:00	00:40:00	

Chaque jour le lever de la Lune prend en moyenne 49 mn de retard sur le lever du soleil.



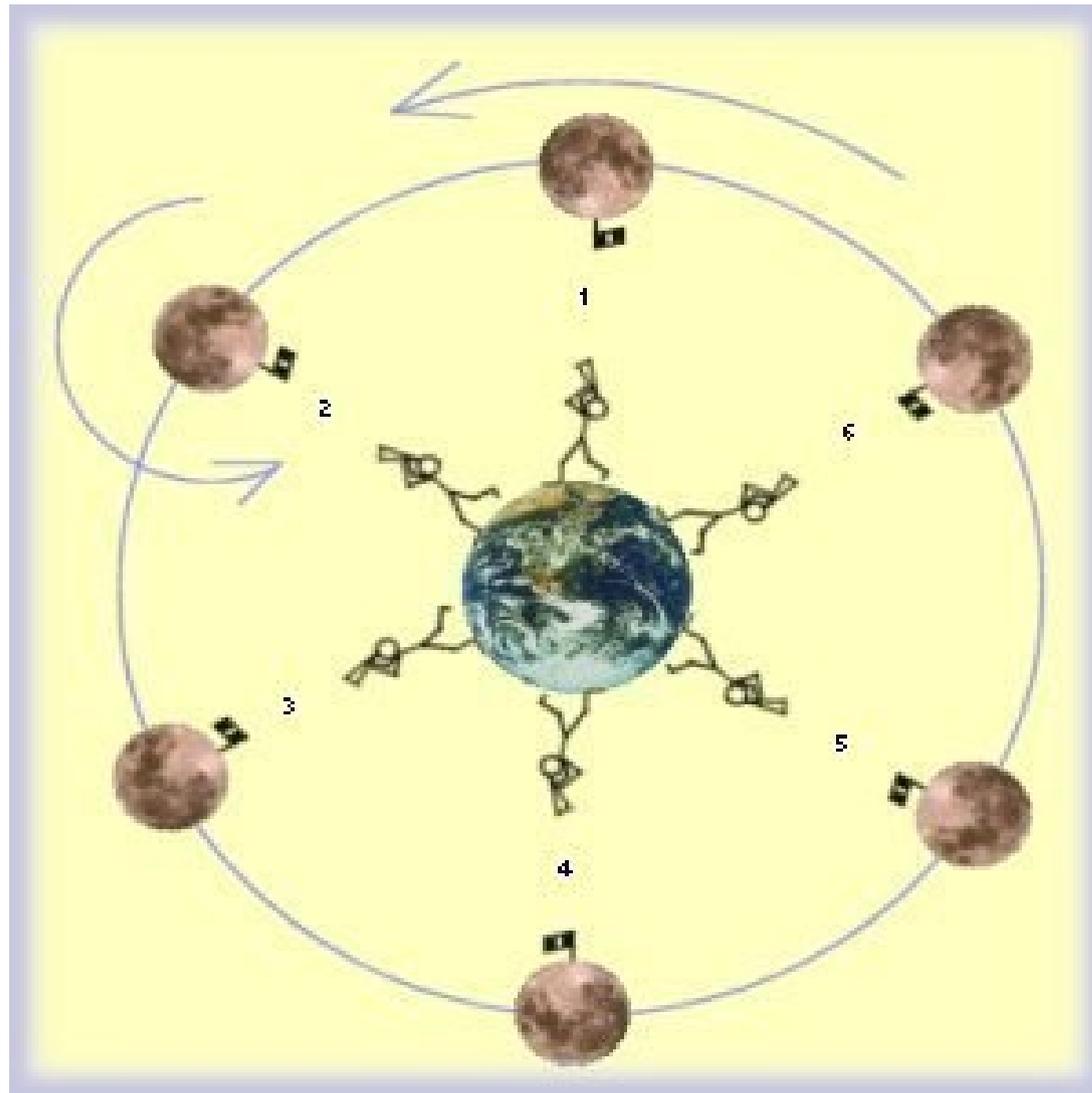
La Luminosité de la pleine lune (tous les 29,5j) sera la plus forte lorsqu'elle se produit :

- Au périgée de l'orbite lunaire (tous les 27,3j)
- Et que la Terre est au plus près du Soleil (tous les ans)
- Conjonction triple ~ tous le 133 ans

Heures de lever et de coucher

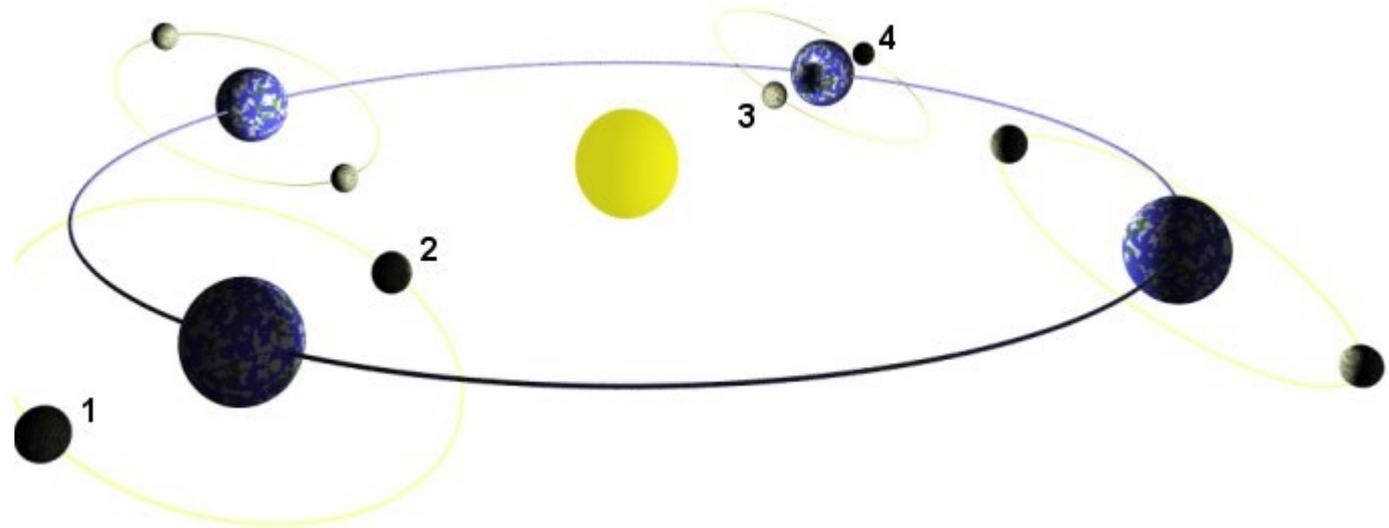
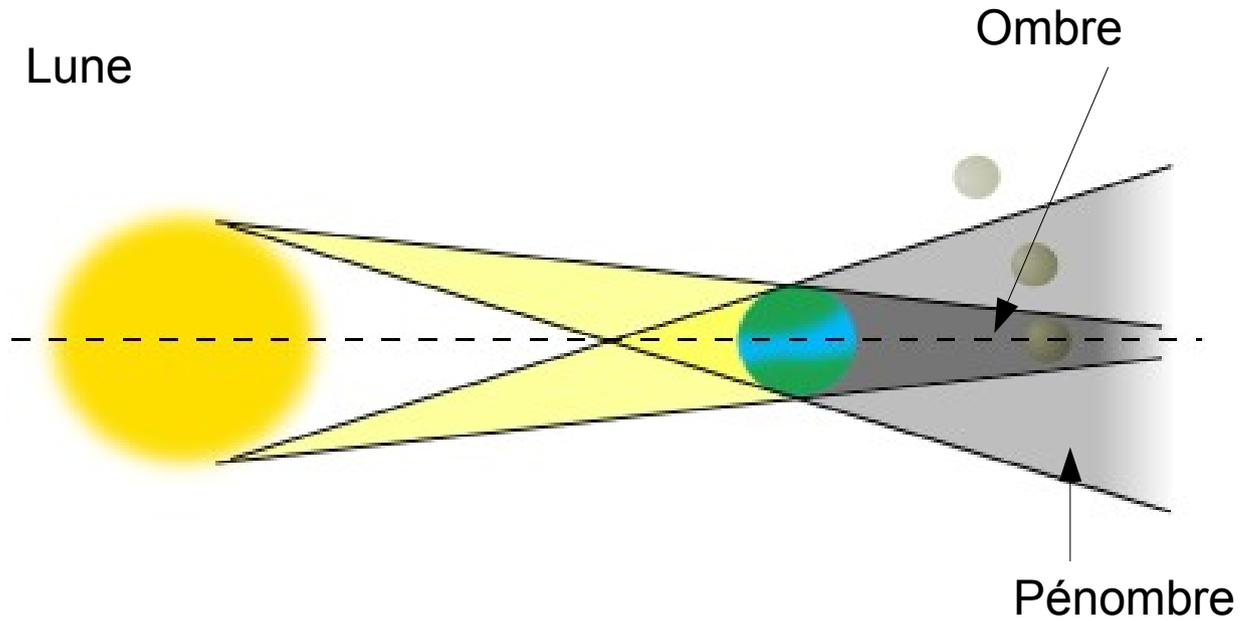
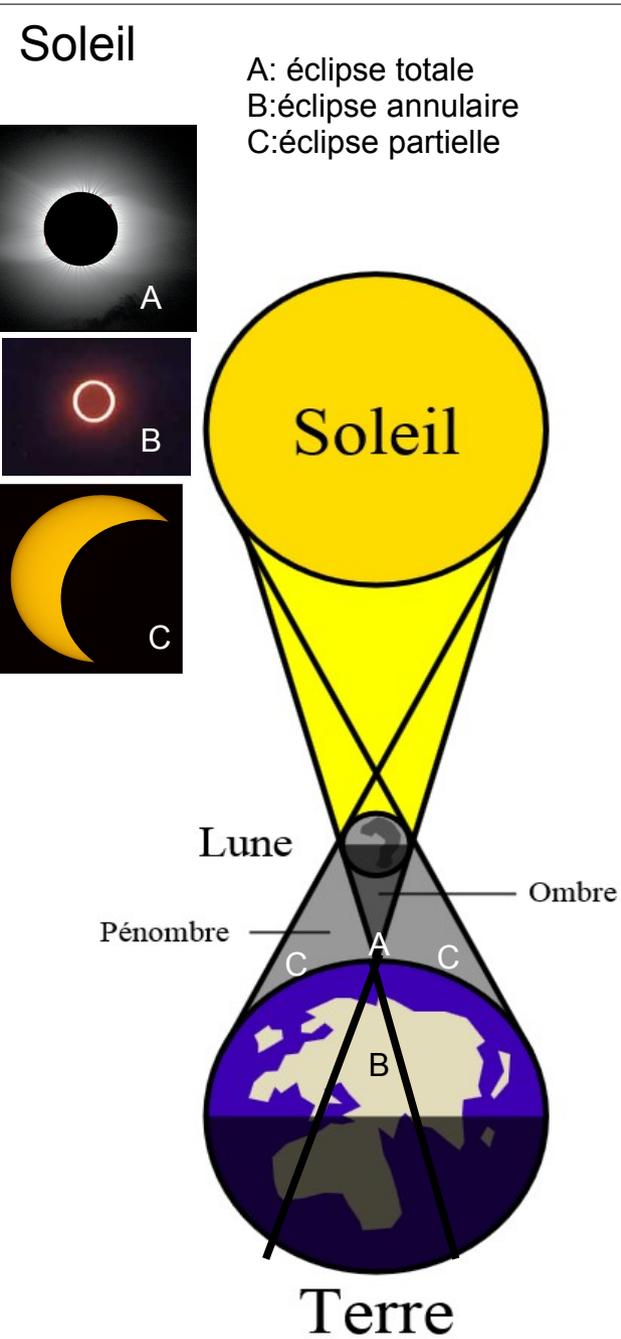
- La lune se déplace par rapport aux étoiles (période sidérale) en 27,3 jours soit 13° par jour
- Le Soleil se déplace par rapport aux étoiles de 360° en 365 jours soit 0.99° par jour
- La Lune prend donc une avance de 12° chaque jour sur le Soleil
- Au rythme diurne (15° par heure), elle passe donc à la même position que le Soleil avec une avance qui augmente chaque jour de $12/15$ (0,8 heures~49mn)

Lune rotation



La lune tourne sur elle même dans le même temps qu'elle met a effectuer une révolution autour de la Terre, 27,3 jours. Elle présente toujours la même face.

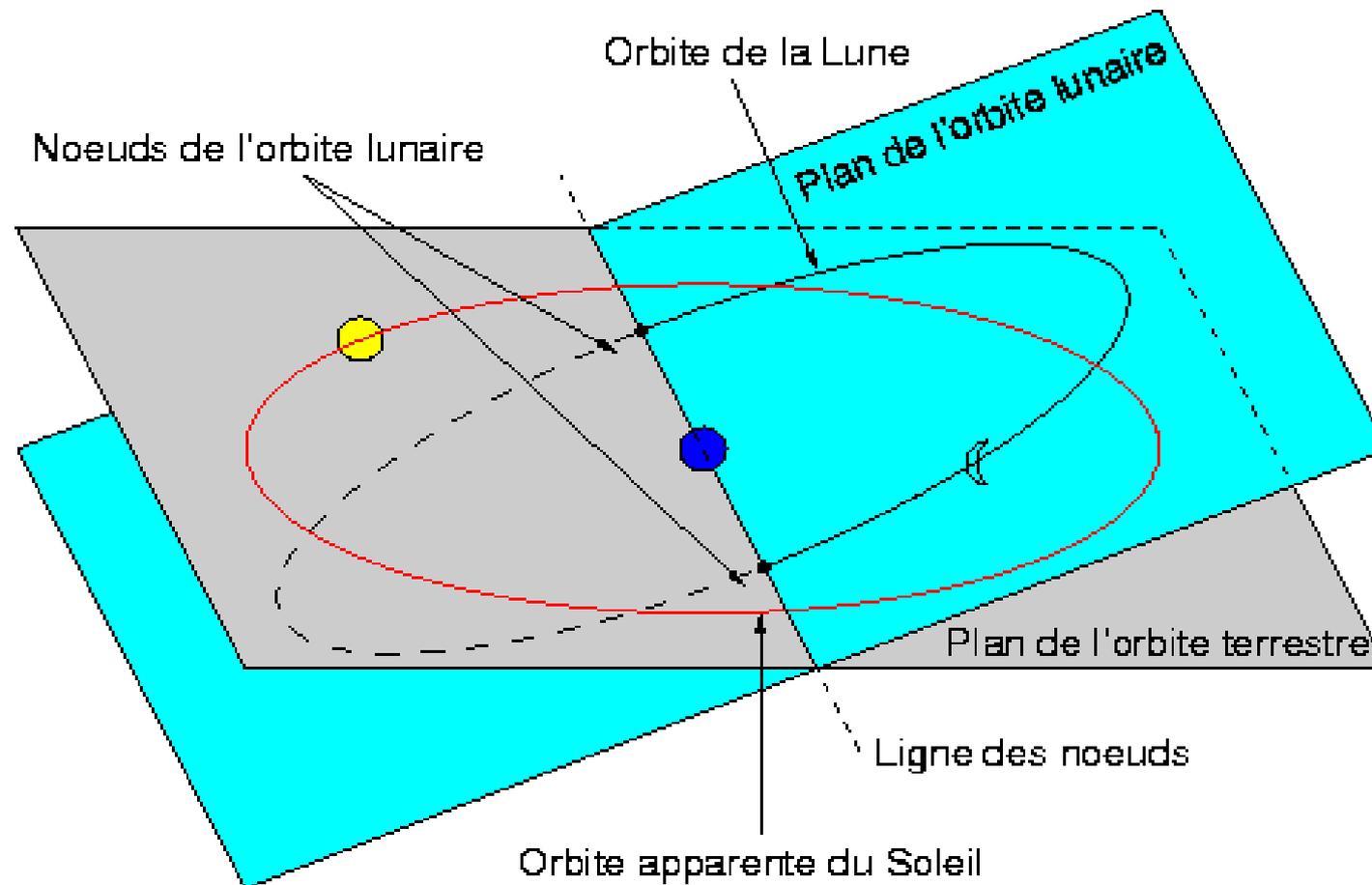
Éclipses



Éclipse lunaire possible
1 et 4

Éclipse solaire possible
2 et 3

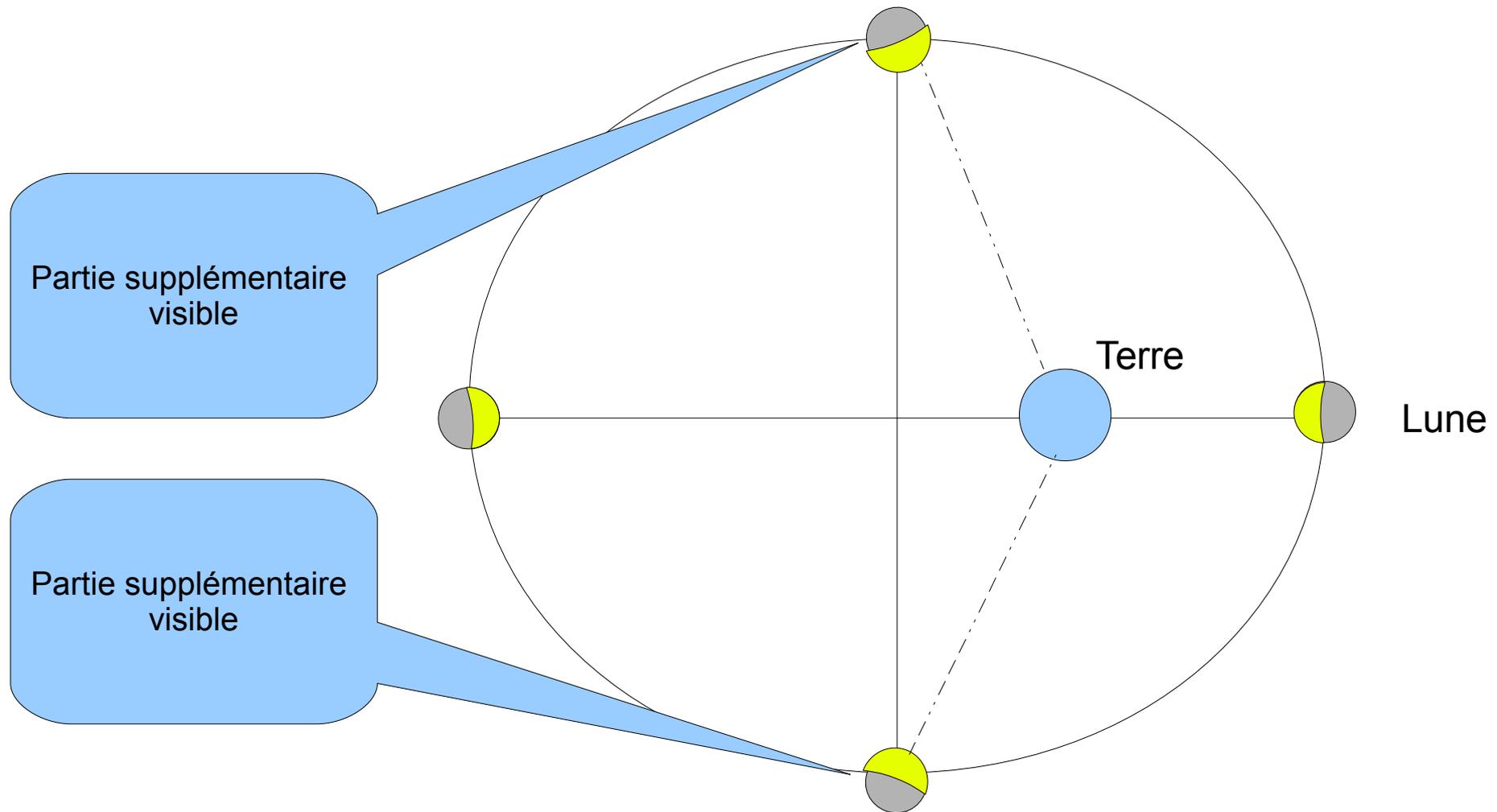
Condition d'éclipse



- L'orbite de la Lune est inclinée de 5° par rapport à l'écliptique, il n'y a donc pas d'éclipses à chaque pleine Lune ou nouvelle Lune.
- Les éclipses se produisent sur les noeuds.

Libration

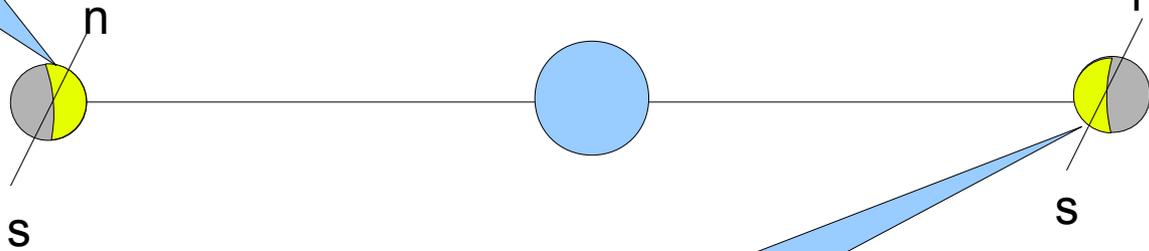
- Libration en longitude : Deuxième loi de Kepler vitesse variable le long de son orbite.



Libration

- Libration en latitude : L'axe de rotation de la Lune n'est pas perpendiculaire à son plan orbital.

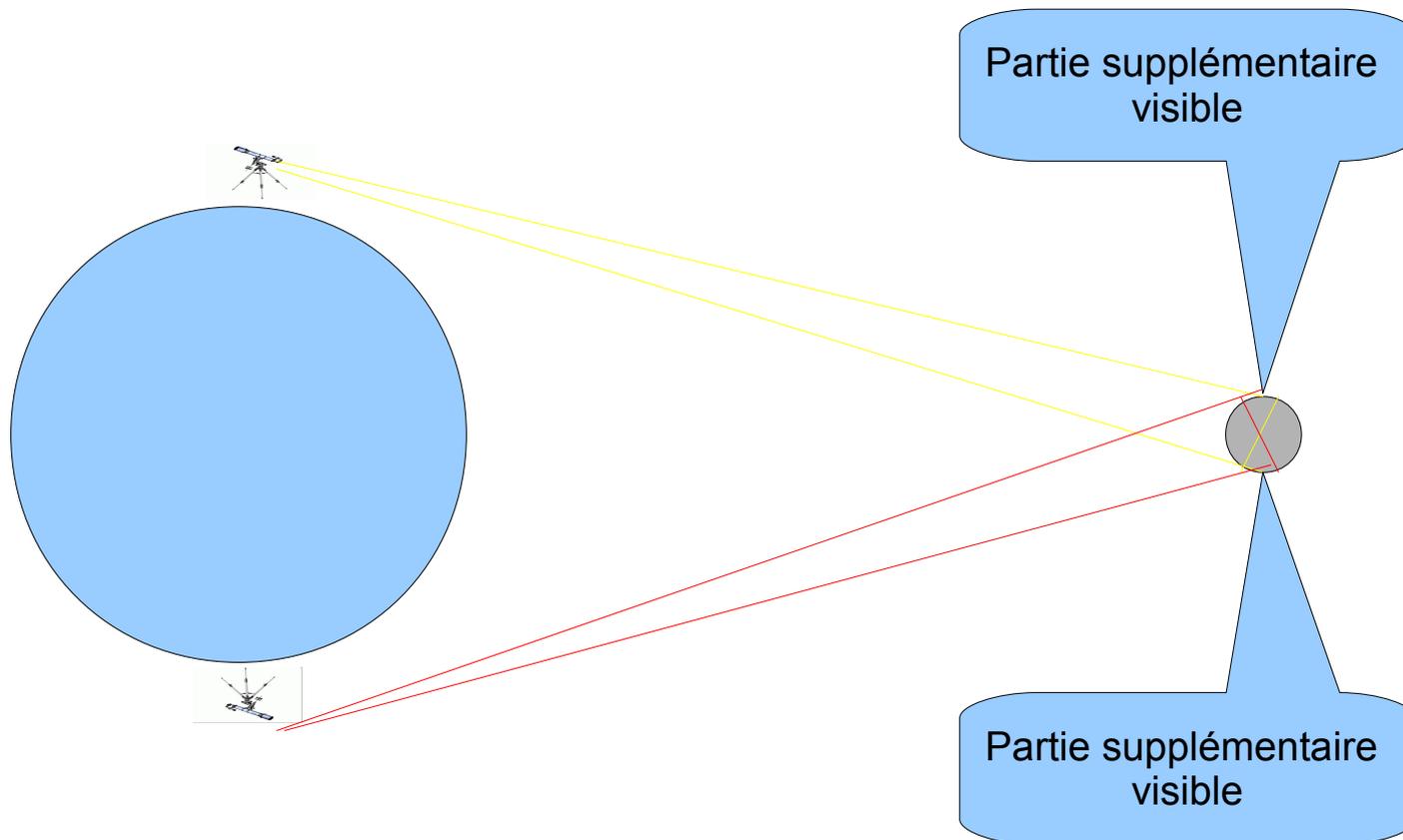
Partie supplémentaire visible



Partie supplémentaire visible

Libration

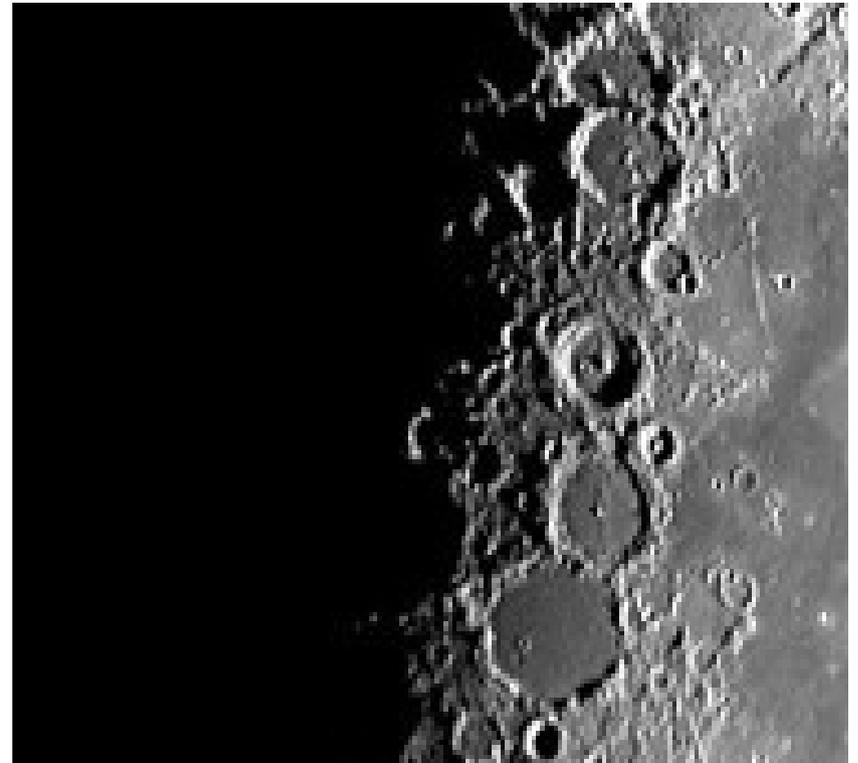
- Libration parallactique: Position respective de l'observateur.



La somme des effets des 3 librations permet de voir ~ 59% de la surface de la Lune.

Terminateur

- Le terminateur définit la limite jour nuit (sur la Lune comme sur Terre). C'est la zone la plus intéressante à observer sur la Lune.

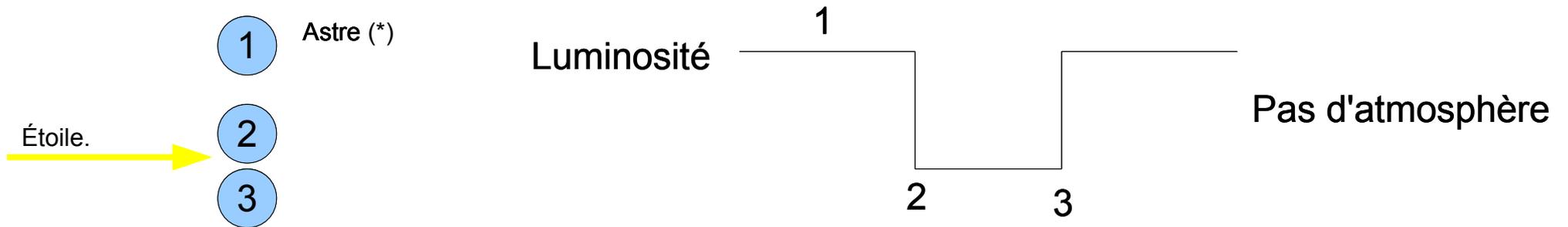


Phénomène d'occultation, passage

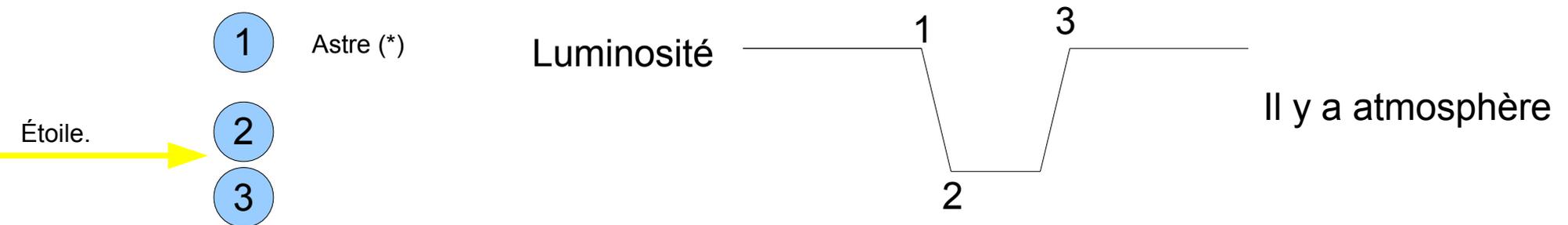
Les phénomènes d'éclipses qui impliquent la Lune la Terre et le Soleil. Les mêmes situations se produisent pour d'autres astres ; ce sont les occultations et les transits

Occultations

- La Lune passe devant une étoile. Il y a occultation d'une étoile par la Lune.



- Une planète passe devant une étoile. Il y a occultation d'une étoile par la Planète.

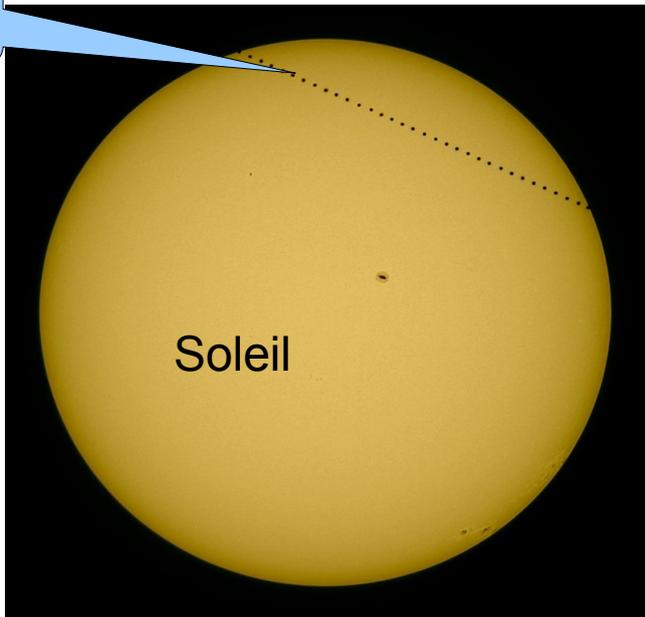


(*) Lune, Planète, autres...

Passages

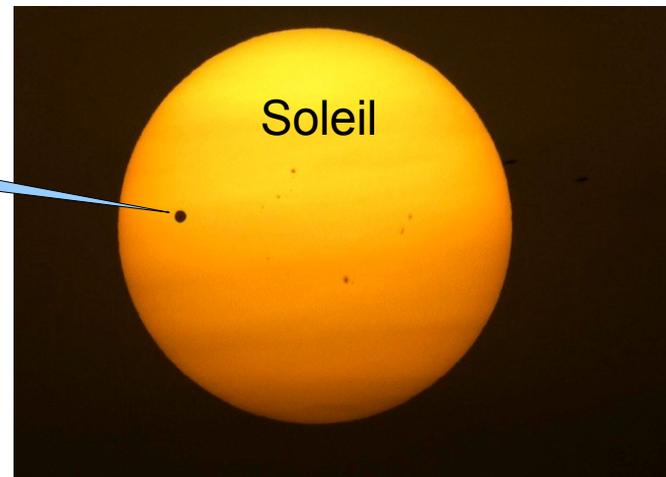
Mercure et Vénus qui sont des planètes inférieures (orbites internes à celui de la Terre) peuvent passer devant le Soleil. Ce sont des situations similaires à des éclipses annulaires de Soleil.

Mercure.
Plusieurs
clichés



Passage de Mercure 7 mai 2003

Vénus



Vénus.
Plusieurs
clichés

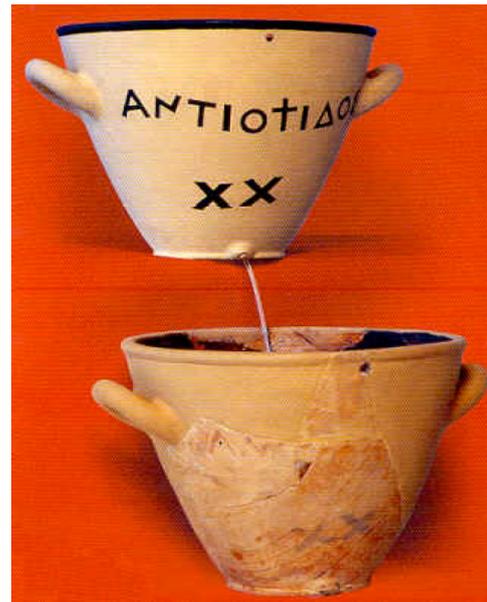
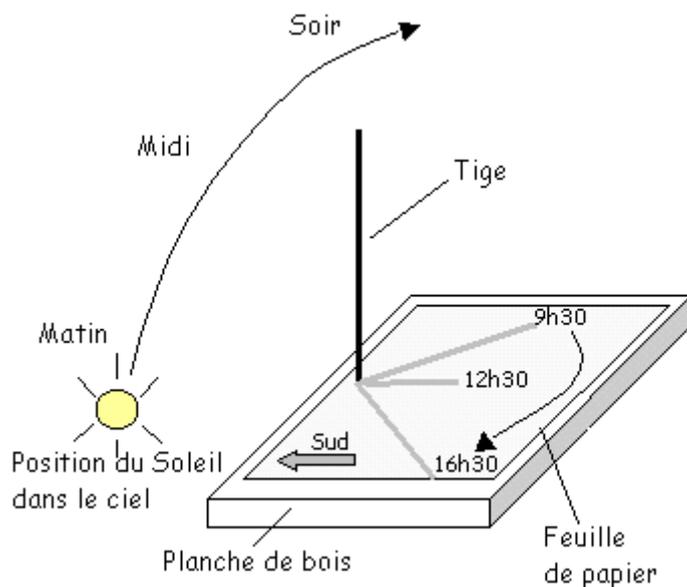


Passage de Vénus 5 au 6 Juin 2012

[Film NASA](#)

Petit historique des conceptions du monde

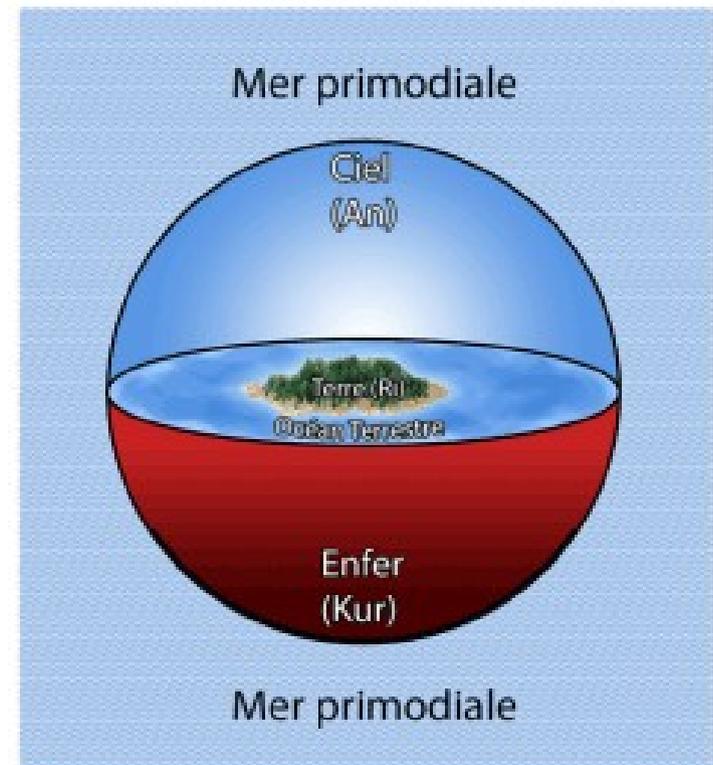
- L'astronomie Babylonienne (II millénaire avant JC)
 - Liste des constellations dans lesquelles passe le Soleil au cours de l'année.
 - Instruments
 - Gnomon (longueur des ombres)
 - Clepsydre
 - Polos



Petit historique des conceptions du monde

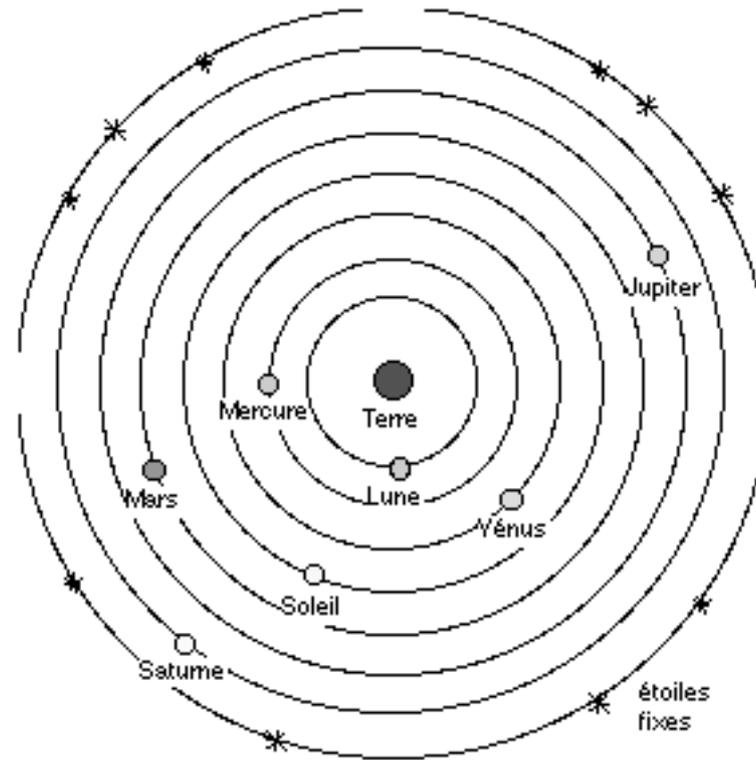
- L'astronomie Babylonienne (II millénaire avant JC)
 - Cosmologie
 - Le monde est conçu comme une bulle immergée dans une mer primordiale
 - Ils ont découvert le saros (cycle des éclipses Lune Soleil)
 - Ils divisent l'écliptique en 12 arcs (constellations du zodiaque)

La représentation sumérienne du monde
(d'après S. Kramer - L'histoire commence à Sumer Ed. Arthaud)



Petit historique des conceptions du monde

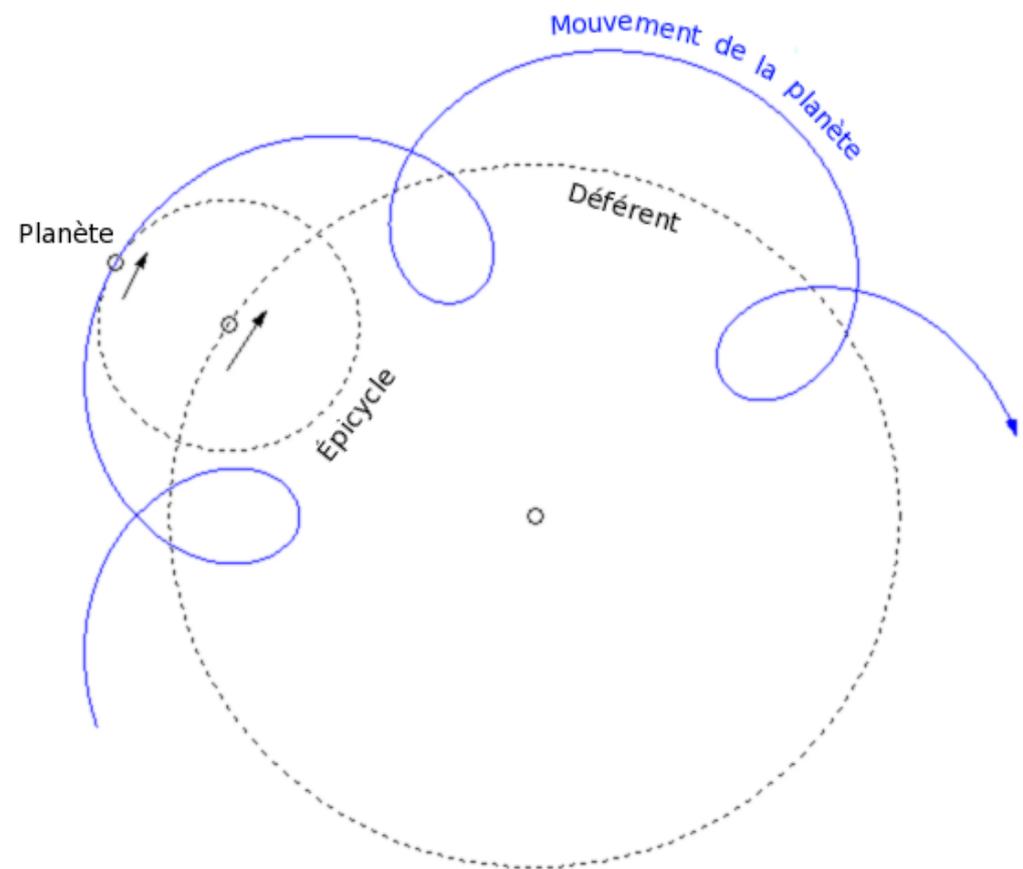
- Aristote (384 322 avant JC)
 - La Terre est au centre de l'Univers
 - Séparation entre le monde terrestre imparfait et le monde céleste (au delà de l'orbite de la Lune)
 - Le seul mouvement possible des astres est circulaire
 - Les astres sont portés par des sphères de cristal
 - Les étoiles constituent la sphère des fixes
 - Il n'explique pas la rétrogradation des planètes. Pour y répondre Aristote imaginera un système à 55 sphères.



[Pour en savoir plus sur l'histoire des sciences de l'astronomie : Cours de Jérôme Lamy](#)

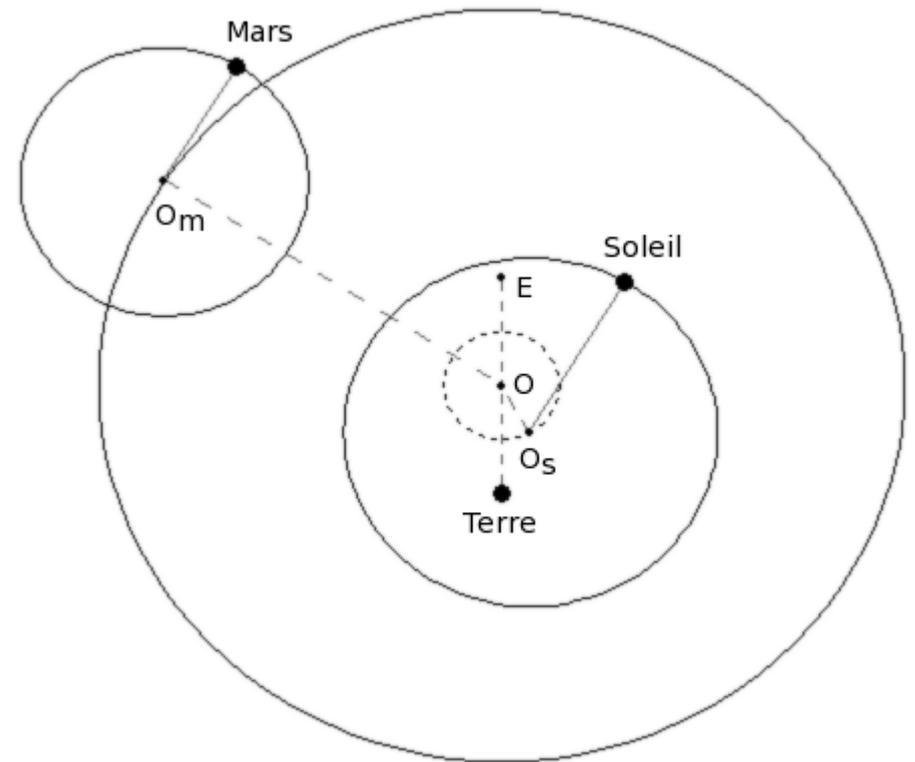
Petit historique des conceptions du monde

- Hipparque (II^{ème} siècle avant JC.).
La théorie des épicycles.
- Progrès capital en astronomie antique
- Permet la confection de tables
- Permet la prévision des éclipses
- La théorie géocentrique bien que fausse fonctionne



Petit historique des conceptions du monde

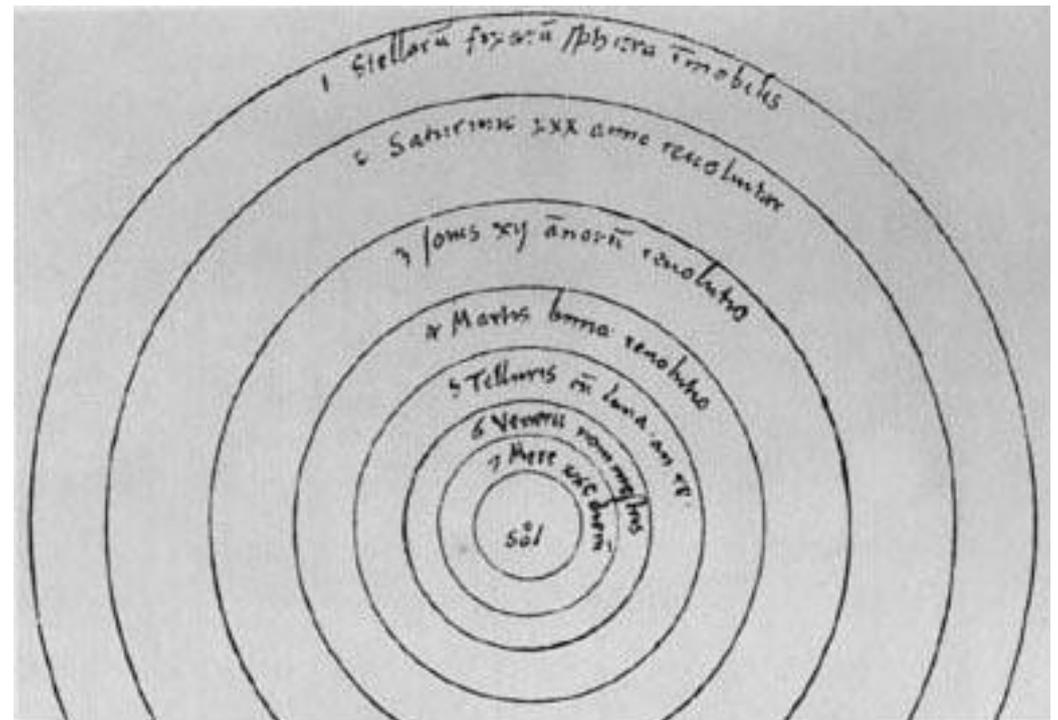
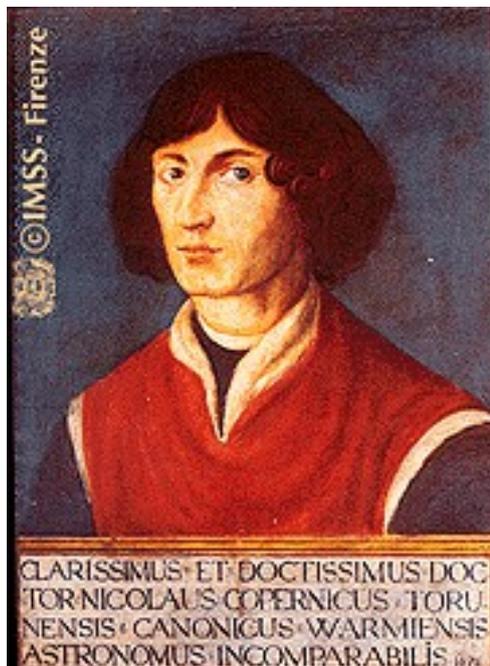
- Ptolémée II^{ème} siècle
- Il perfectionne la théorie des épicycles
- Sommet de l'évolution du modèle pour l'antiquité
- Il laisse une œuvre en 13 volumes sur l'astronomie
- Il faudra attendre la renaissance pour qu'une théorie nouvelle remette en cause le modèle



La trajectoire de Mars selon Ptolémée. Le point E est l'équant ; O est le centre de l'excentrique, tracé en pointillés. Les droites (O_m -Mars) et (O_s -Soleil) restent toujours parallèles entre elles.

Petit historique des conceptions du monde

- Copernic (1474-1543). L'héliocentrisme
- Chanoine polonais médecin et astronome
- Il défend la théorie selon laquelle le Soleil est au centre de l'Univers et la Terre tourne autour de lui
- Changement profond des points de vues scientifiques



Période sidérale et synodique

- La mesure de la période d'un phénomène dépend du référentiel
 - Selon le point de vue, vu de la Terre ou du Soleil, un phénomène périodique ne présentera pas la même période.
- Période sidérale
 - Décrite dans le référentiel héliocentrique
 - C'est le temps entre 2 passages successifs d'une planète devant la même étoile
- Période synodique
 - Une période synodique est décrite dans un référentiel lié à la Terre, mais non géocentrique. Il se repère par rapport à un système d'axes dont l'une pointe en permanence vers le Soleil.
 - Pour une planète c'est le temps mis pour revenir dans la même configuration (opposition par exemple)
 - C'est la définition du jour moyen (24 h en moyenne s'écoulant entre 2 passages successifs du Soleil au méridien) qui impose le point de vue synodique

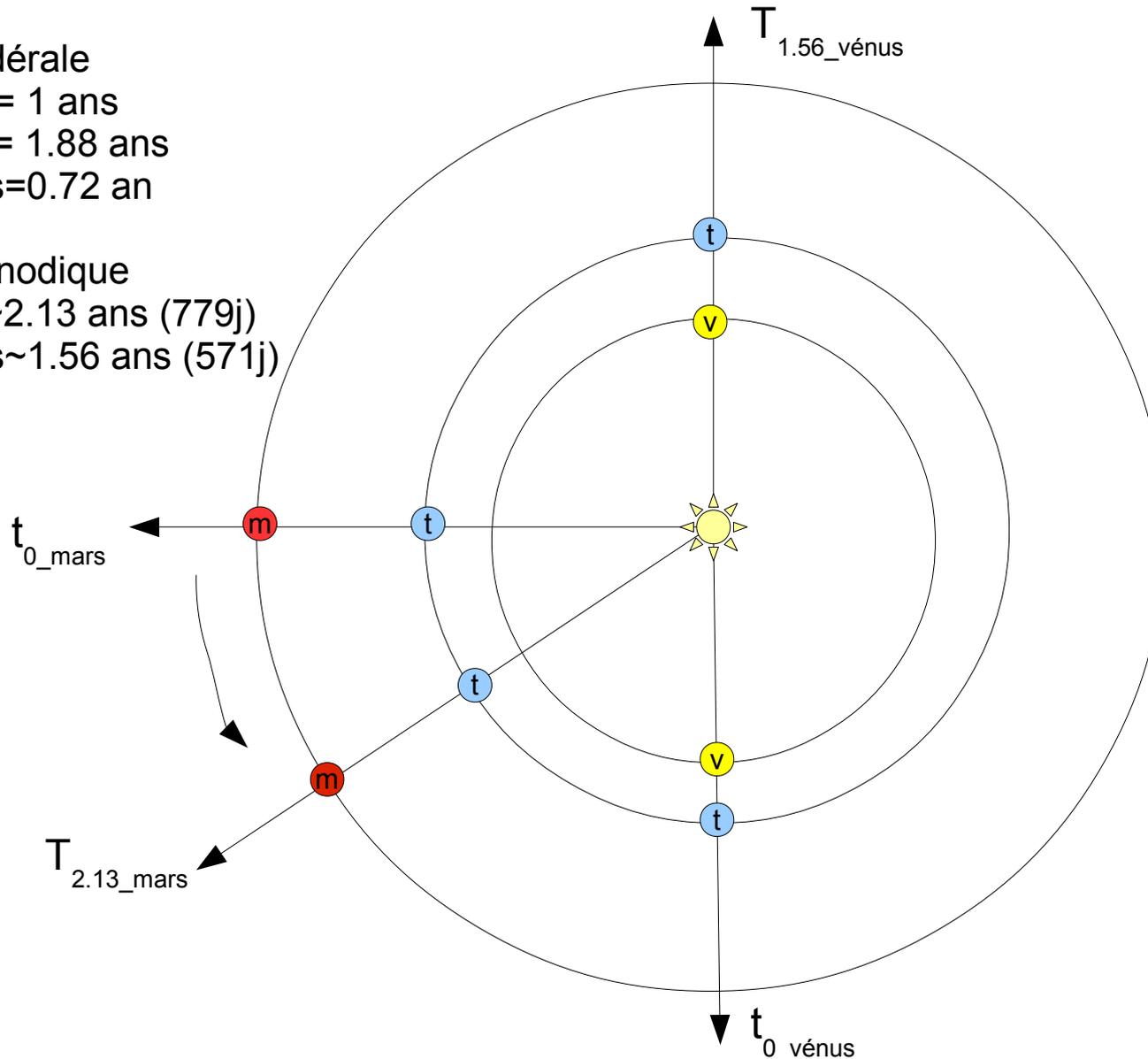
Période sidérale et synodique

Période sidérale

- Terre = 1 an
- Mars = 1.88 ans
- Vénus=0.72 an

Période synodique

- Mars~2.13 ans (779j)
- Vénus~1.56 ans (571j)



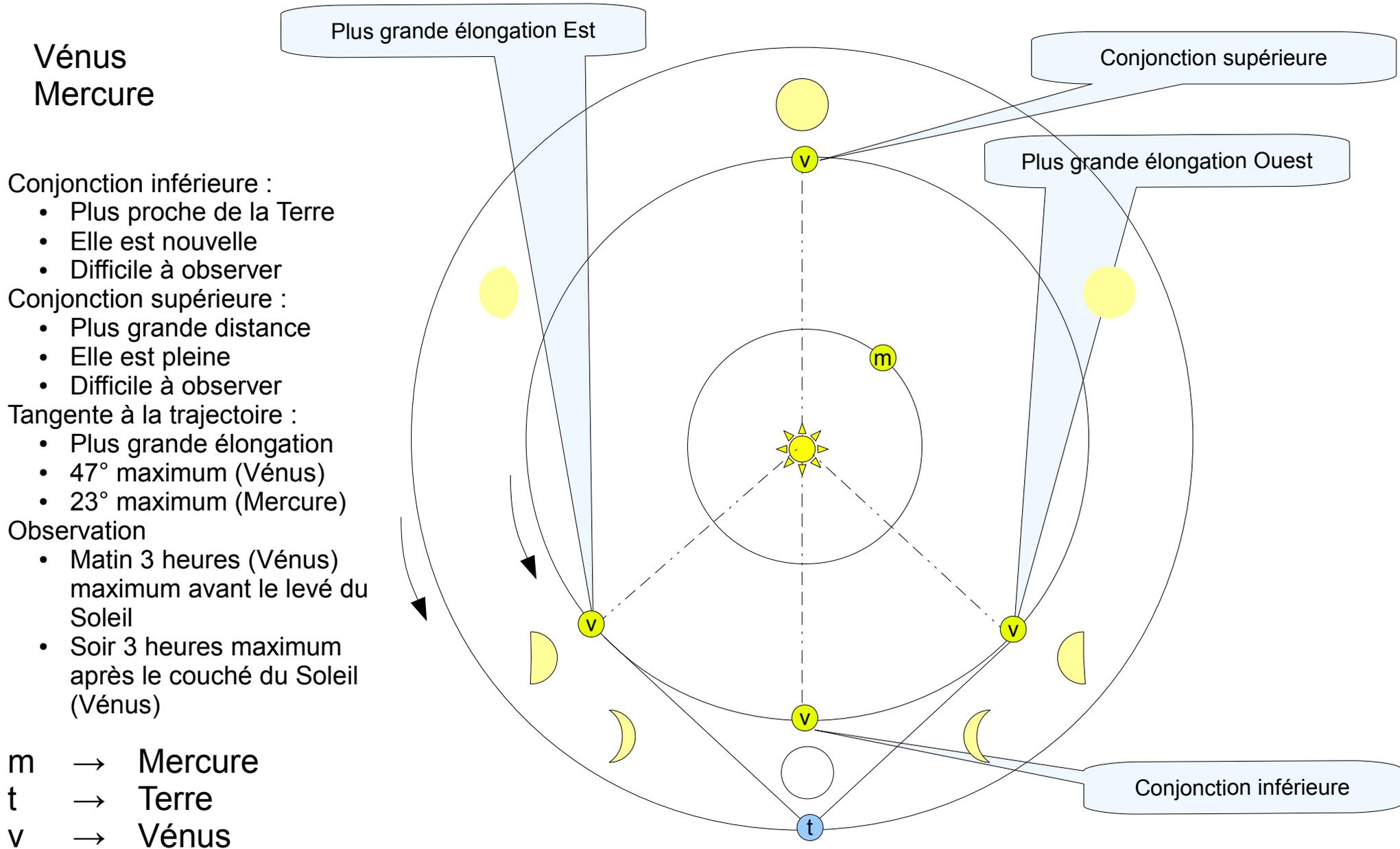
Si on considère les orbites circulaire

S est la période synodique cherchée
T est la période sidérale de la Terre
P est la période sidérale de la planète

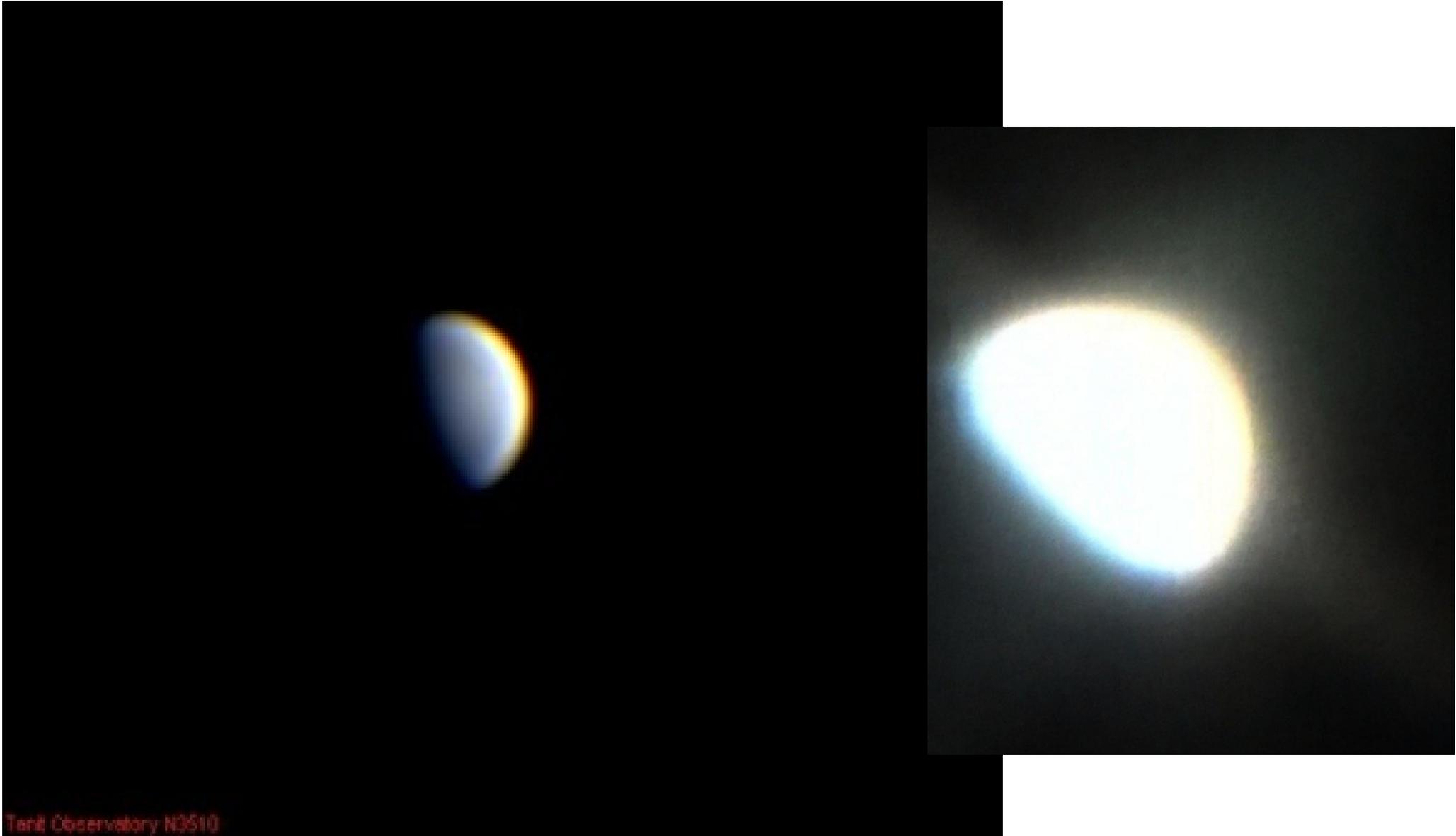
Planètes supérieures
 $S=PT/(P-T)$
Planètes inférieures
 $S=PT/(T-P)$

On peut retrouver la période sidérale en mesurant la période synodique

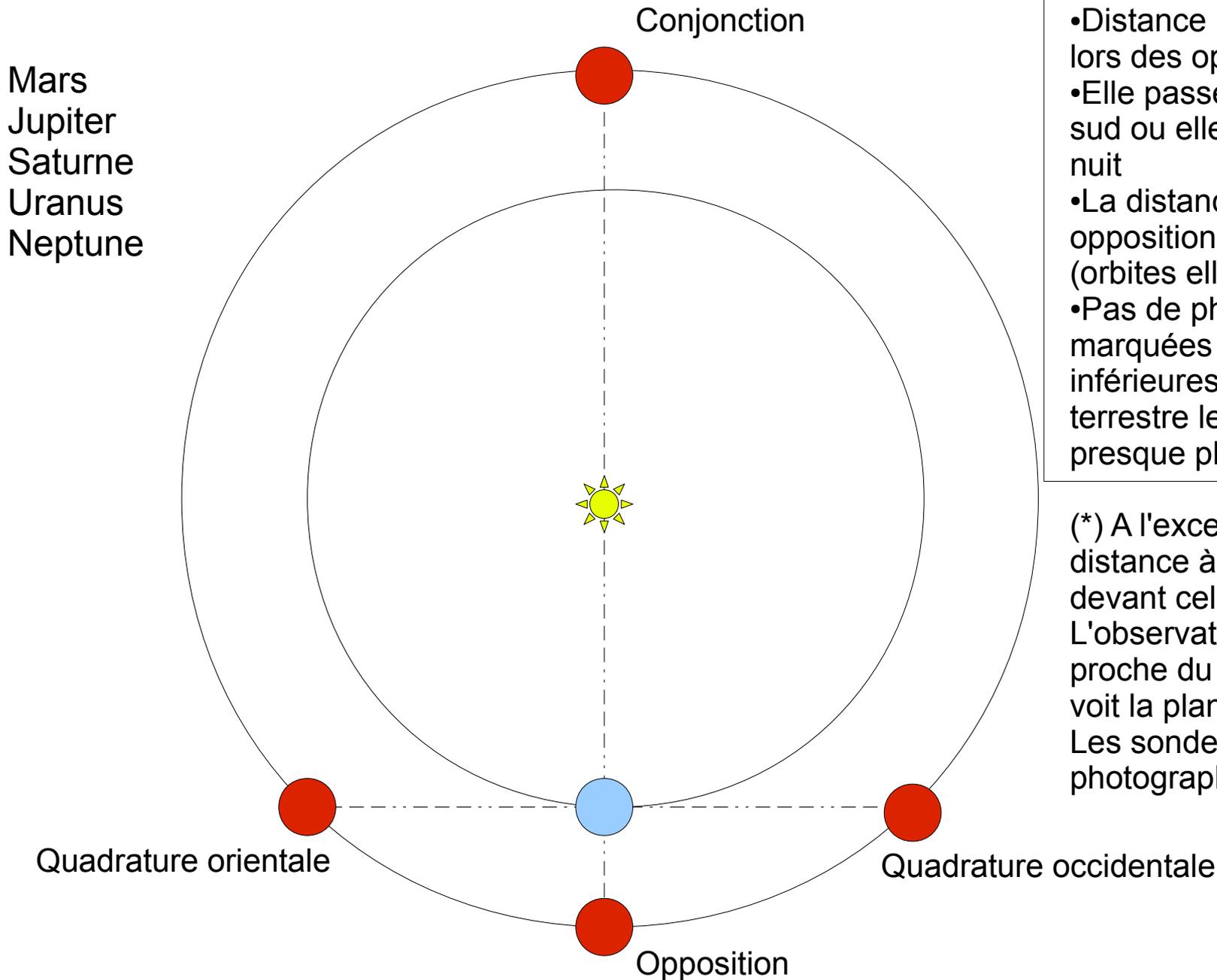
Phases et observation des planètes inférieures



Vénus quartier au télescope C8 Celestron



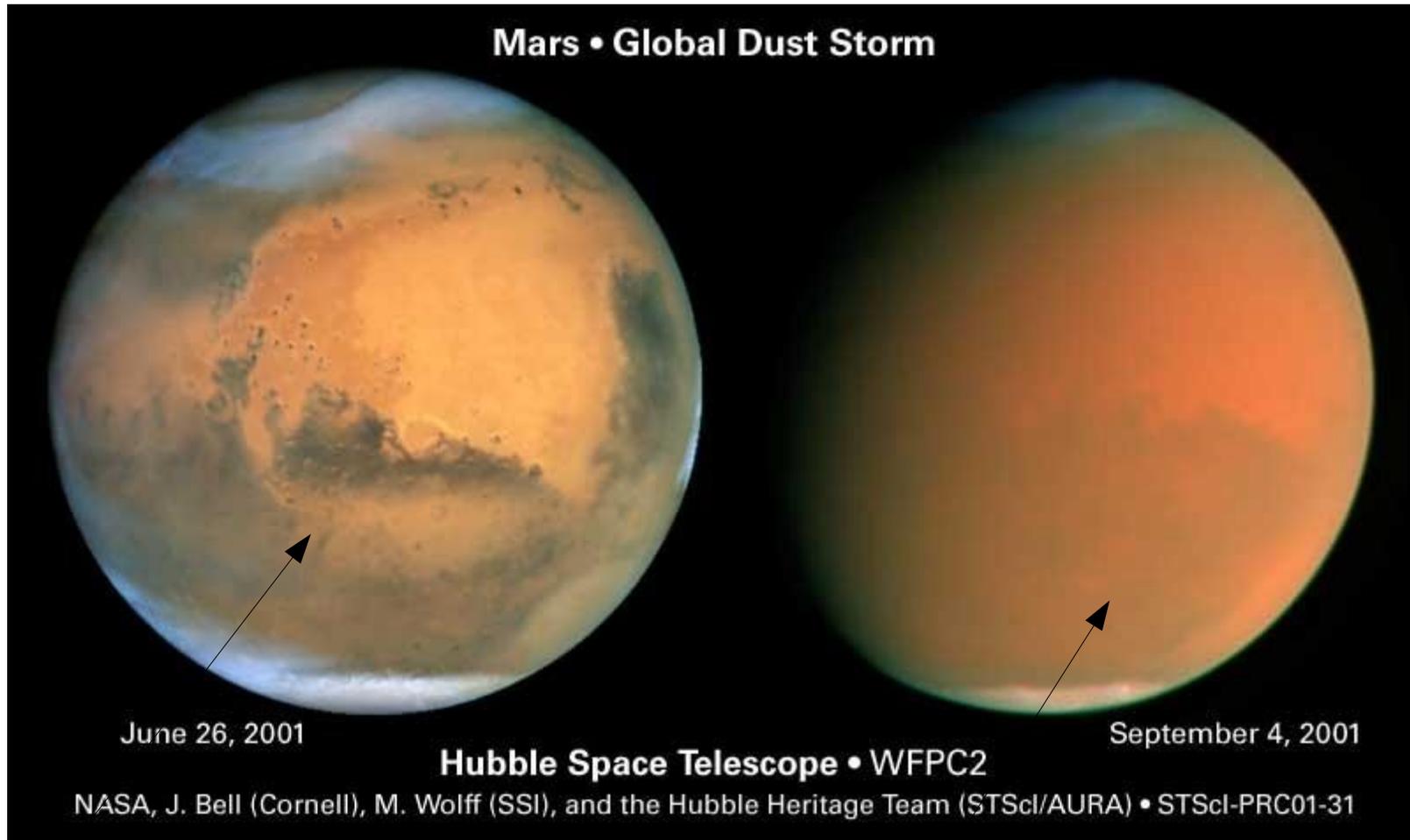
Phases et observation des planètes supérieures



- Distance minimale de la Terre lors des oppositions
- Elle passe alors au méridien sud ou elle culmine en pleine nuit
- La distance lors des oppositions n'est pas constante (orbites elliptiques)
- Pas de phases aussi marquées que les planètes inférieures. L'observateur terrestre les voit toujours presque pleines (*)

(*) A l'exception de Mars, Leur distance à la Terre est grande devant celle du Soleil. L'observateur terrestre est proche du lampadaire Soleil, voit la planète presque pleine. Les sondes spatiales ont pu photographier des croissants.

Mars gibbeuse et tempête de poussière



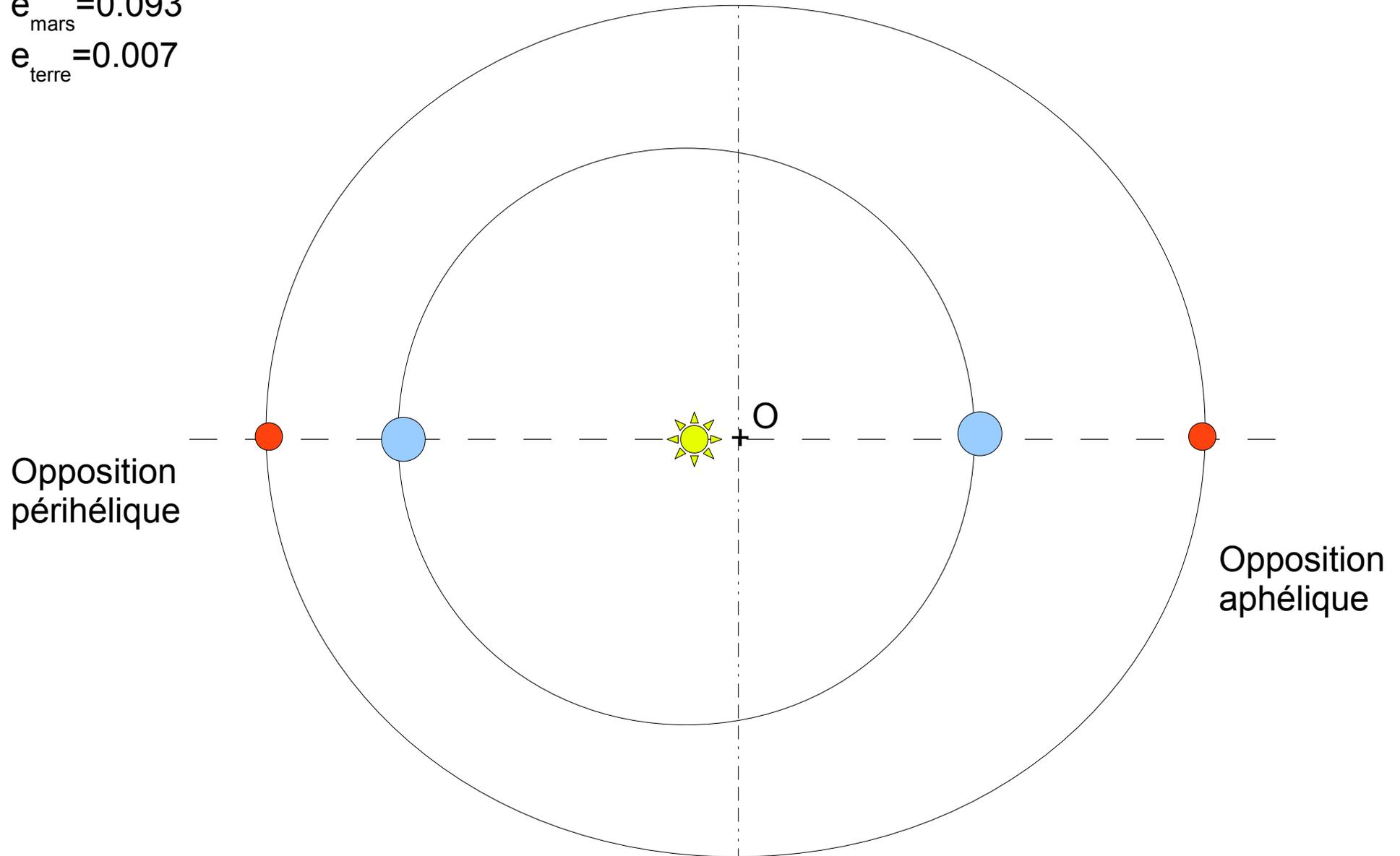
Opposition

Gibbeuse (26 millions de miles plus loin qu'à gauche, angle différent)
Tempête de poussière

Opposition périhélique

$e_{\text{mars}} = 0.093$

$e_{\text{terre}} = 0.007$



Opposition périhélique de Mars 2003 → diamètre apparent ~25" d'arc, Distance = 56 millions km
Opposition aphélique de Mars 2003 → diamètre apparent ~13" d'arc, Distance = 100 millions km

TABLEAU I. — *Oppositions de Mars, 1900-2000*

Opposition Mars XX^{eme} siècle

Date de l'opposition	Date du périégée	Distance périégée en millions de km	Diam. app.	Décl.
1901 fév. 22 6 ^h	fév. 23 3 ^h	0,6774 101,3	13,8	+ 15"
1903 mars 29 8	avril 2 24	0,6380 95,4	14,7	— 0
1905 mai 8 20	mai 16 19	0,5366 80,3	17,4	— 17
1907 juill. 6 15	juill. 13 5	0,4076 61,0	23,0	— 28
1909 sept. 24 10	sept. 18 19	0,3895 58,3	24,0	— 4
1911 nov. 25 5	nov. 17 11	0,5112 76,5	18,3	+ 22
1914 janv. 5 18	janv. 1 6	0,6224 93,1	15,0	+ 27
1916 fév. 10 2	fév. 9 11	0,6748 101,0	13,9	+ 19
1918 mars 15 7	mars 18 12	0,6613 98,9	14,2	+ 6
1920 avril 21 9	avril 28 5	0,5831 87,2	16,0	— 10
1922 juin 10 14	juin 18 23	0,4559 68,2	20,5	— 26
1924 août 23 17	août 23 0	0,3728 55,8	25,1	— 18
1926 nov. 4 9	oct. 27 5	0,4588 68,6	20,4	+ 14
1928 déc. 21 14	déc. 15 15	0,5850 87,5	16,0	+ 27
1931 janv. 27 19	janv. 25 14	0,6621 99,1	14,1	+ 23
1933 mars 1 20	mars 3 13	0,6746 100,9	13,9	+ 11
1935 avril 6 18	avril 12 5	0,6210 92,9	15,1	— 4
1937 mai 19 19	mai 28 4	0,5085 76,1	18,4	— 21
1939 juill. 23 8	juill. 27 21	0,3879 58,0	24,1	— 26
1941 oct. 10 13	oct. 3 7	0,4105 61,4	22,8	+ 3
1943 déc. 5 18	nov. 28 13	0,5395 80,7	17,3	+ 24
1946 janv. 14 1	janv. 10 8	0,6394 95,7	14,6	+ 26
1948 fév. 17 15	fév. 17 20	0,6776 101,4	13,8	+ 16
1950 mars 23 6	mars 27 6	0,6497 97,2	14,4	+ 2
1952 mai 1 1	mai 8 14	0,5582 83,5	16,8	— 14
1954 juin 24 17	juill. 2 8	0,4278 64,0	21,9	— 28
1956 sept. 10 22	sept. 7 5	0,3781 56,6	24,8	— 10
1958 nov. 16 14	nov. 8 13	0,4877 73,0	19,2	+ 19
1960 déc. 30 10	déc. 25 6	0,6068 90,8	15,4	+ 27
1963 fév. 4 12	fév. 3 3	0,6704 100,3	14,0	+ 21
1965 mars 9 12	mars 12 2	0,6685 100,0	14,0	+ 8
1967 avril 15 11	avril 21 18	0,6012 89,9	15,6	— 8
1969 mai 31 16	juin 9 5	0,4795 71,7	19,5	— 24
1971 août 10 7	août 12 2	0,3757 56,2	24,9	— 22
1973 oct. 25 3	oct. 17 3	0,4360 65,2	21,5	+ 10
1975 déc. 15 14	déc. 8 24	0,5655 84,6	16,6	+ 26
1978 janv. 22 0	janv. 19 3	0,6532 97,7	14,3	+ 24
1980 fév. 25 6	fév. 26 6	0,6773 101,3	13,8	+ 14
1982 mars 31 10	avril 5 7	0,6351 95,0	14,7	— 1
1984 mai 11 9	mai 19 11	0,5315 79,5	17,6	— 18
1986 juill. 10 5	juill. 16 12	0,4036 60,4	23,2	— 28
1988 sept. 28 3	sept. 22 3	0,3931 58,8	23,8	— 2
1990 nov. 27 20	nov. 20 3	0,5169 77,3	18,1	+ 23
1993 janv. 7 23	janv. 3 14	0,6261 93,7	14,9	+ 27
1995 fév. 12 2	fév. 11 14	0,6757 101,1	13,9	+ 18
1997 mars 17 8	mars 20 17	0,6594 98,6	14,2	+ 5
1999 avril 24 18	mai 1 18	0,5785 86,5	16,2	— 11

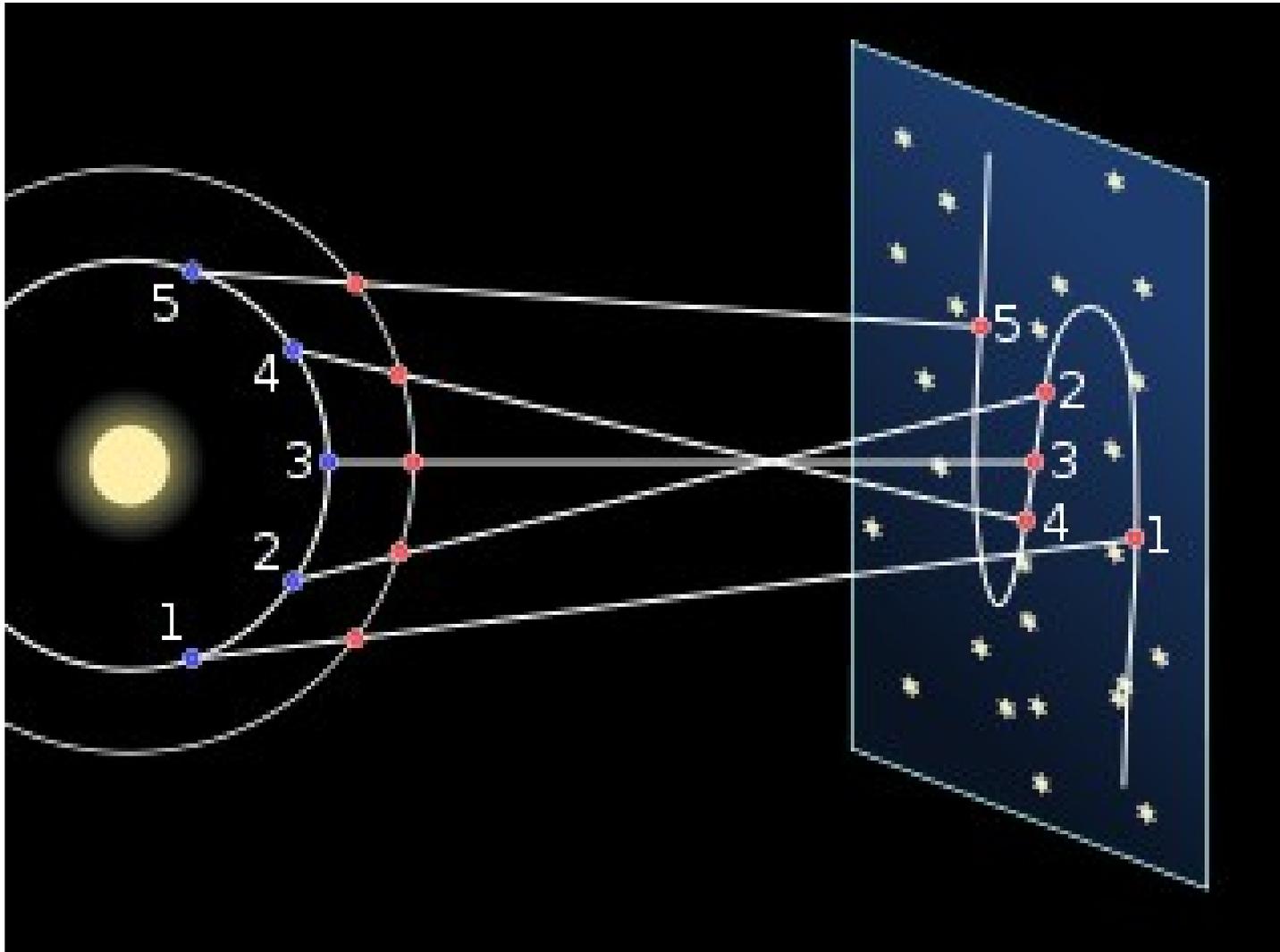
Diamètre apparent lors des oppositions

Le diamètre passe du simple au double (13" à 25" d'arc)

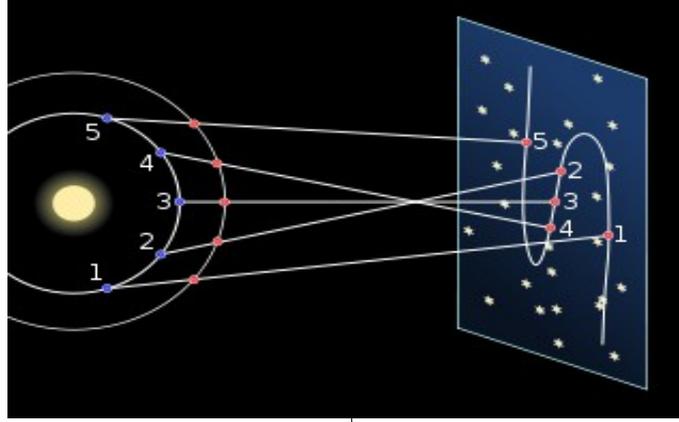
[En savoir plus sur le oppositions de Mars](#)

Mouvement rétrograde des planètes

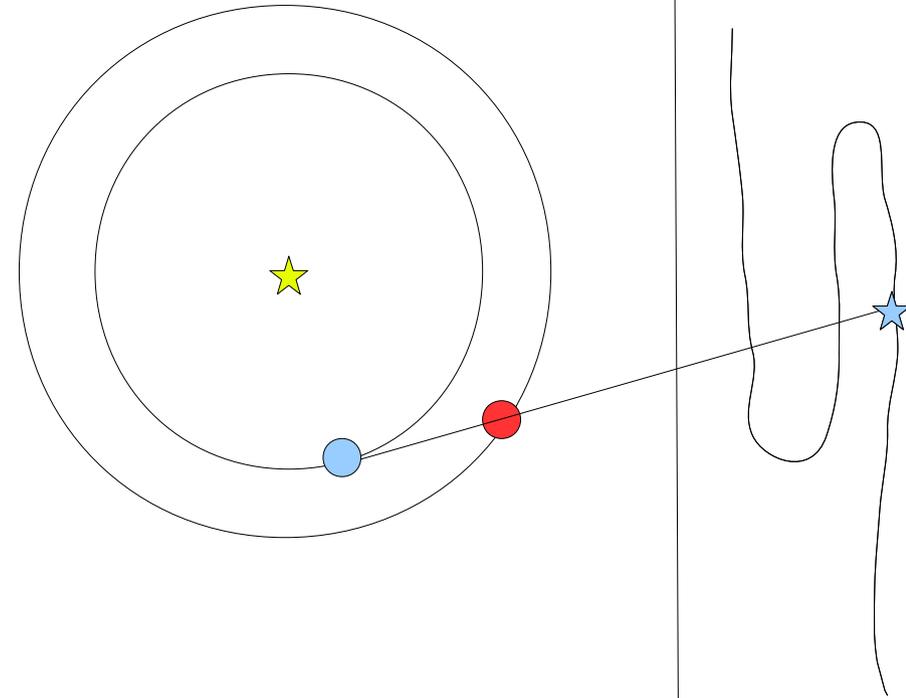
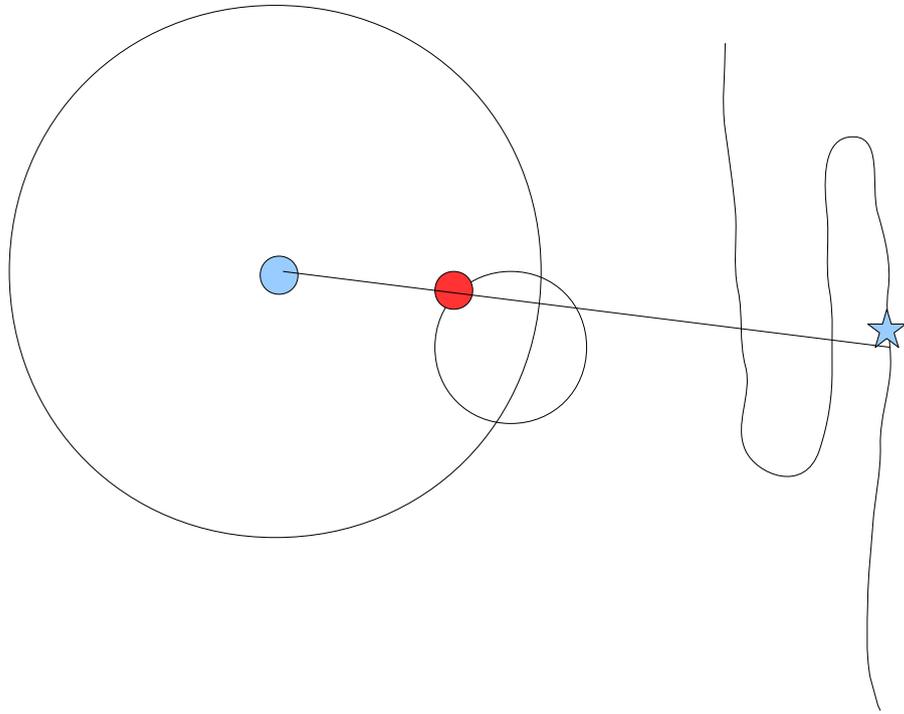
[Animation : Le mouvement rétrograde \(sc.physiques.free.fr\)](http://sc.physiques.free.fr)



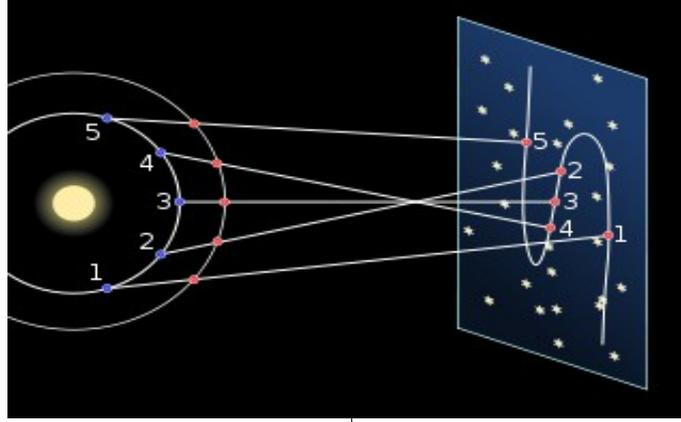
Point de vue géocentrique



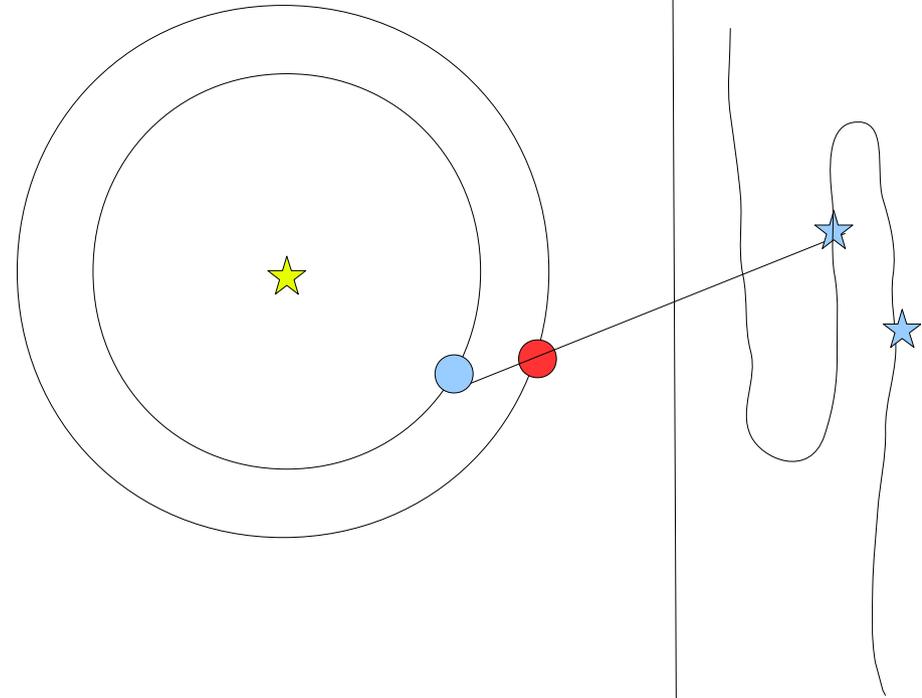
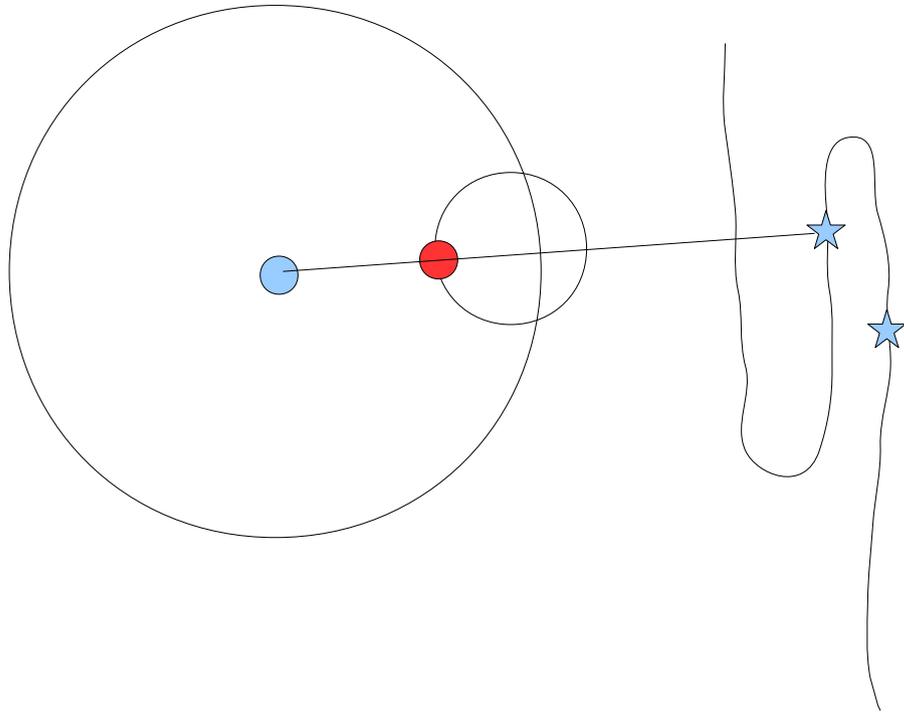
Point de vue héliocentrique



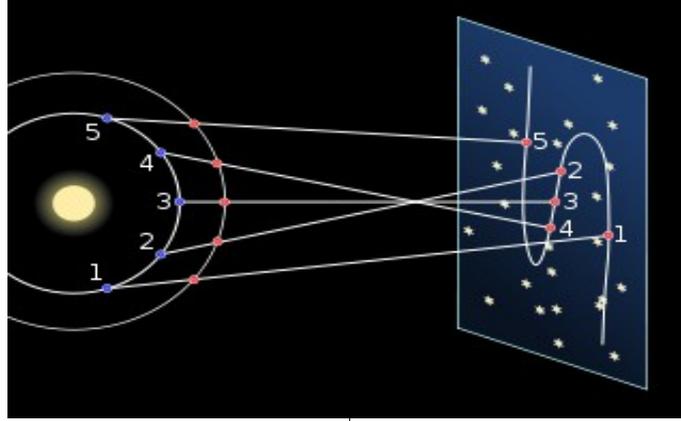
Point de vue géocentrique



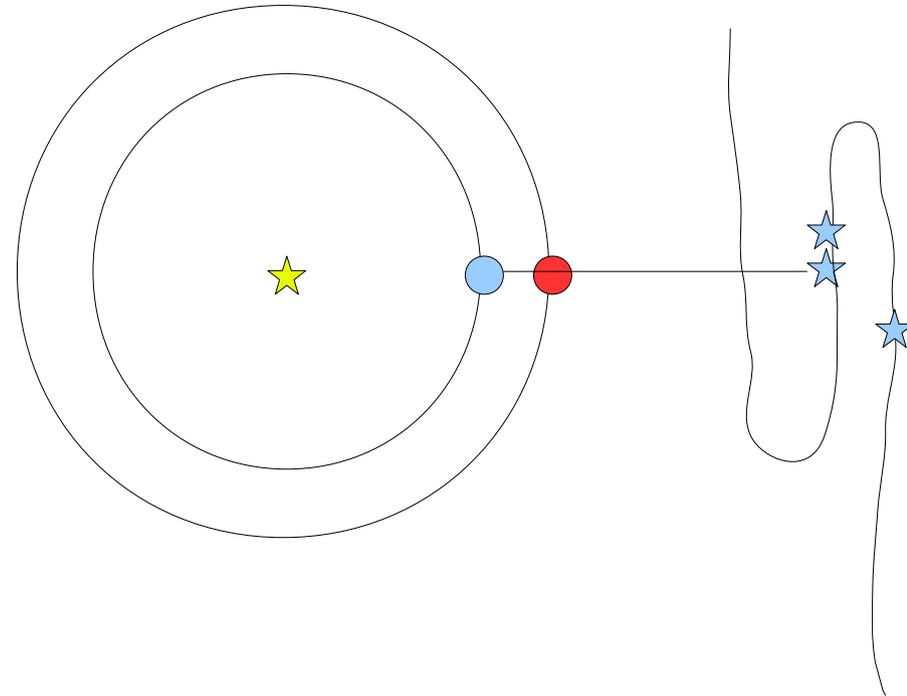
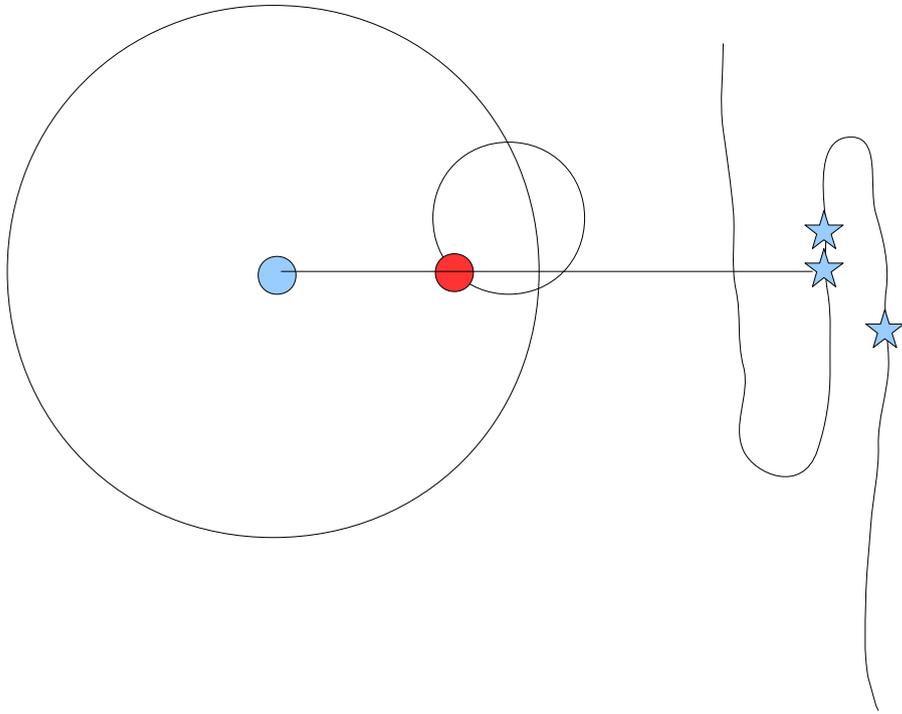
Point de vue héliocentrique



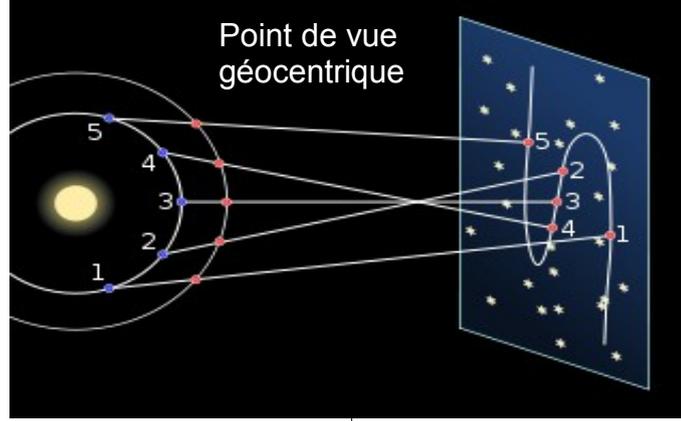
Point de vue géocentrique



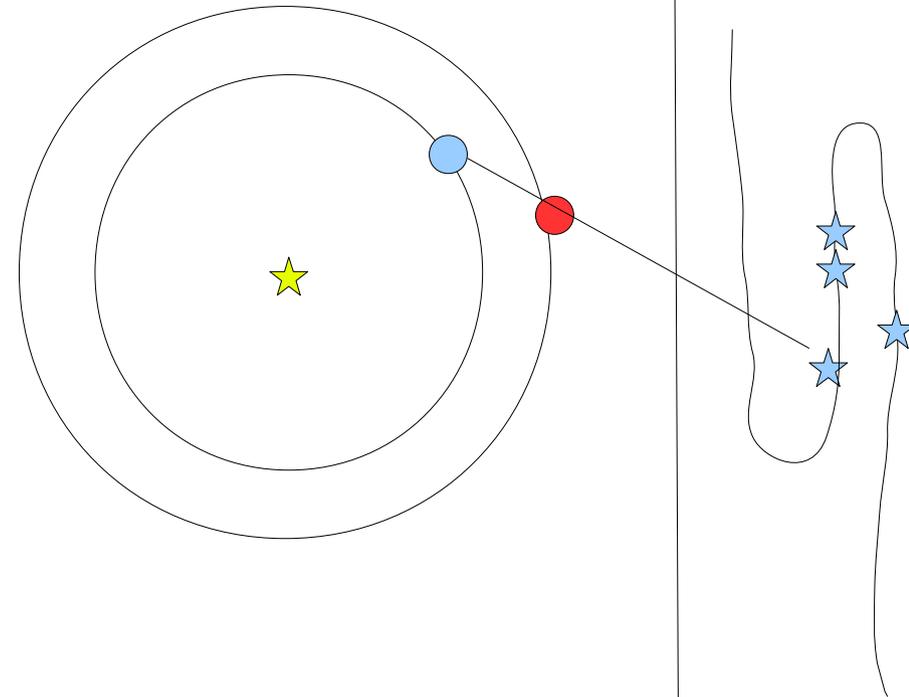
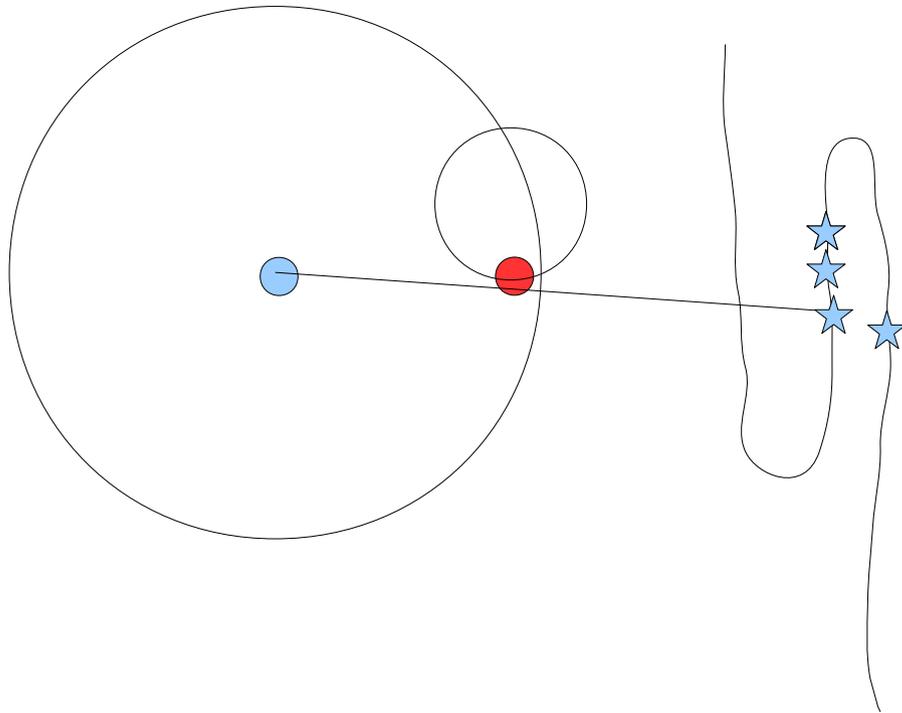
Point de vue héliocentrique



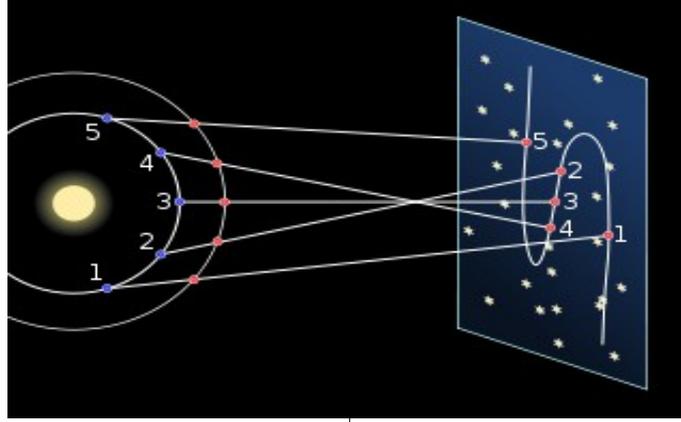
Point de vue géocentrique



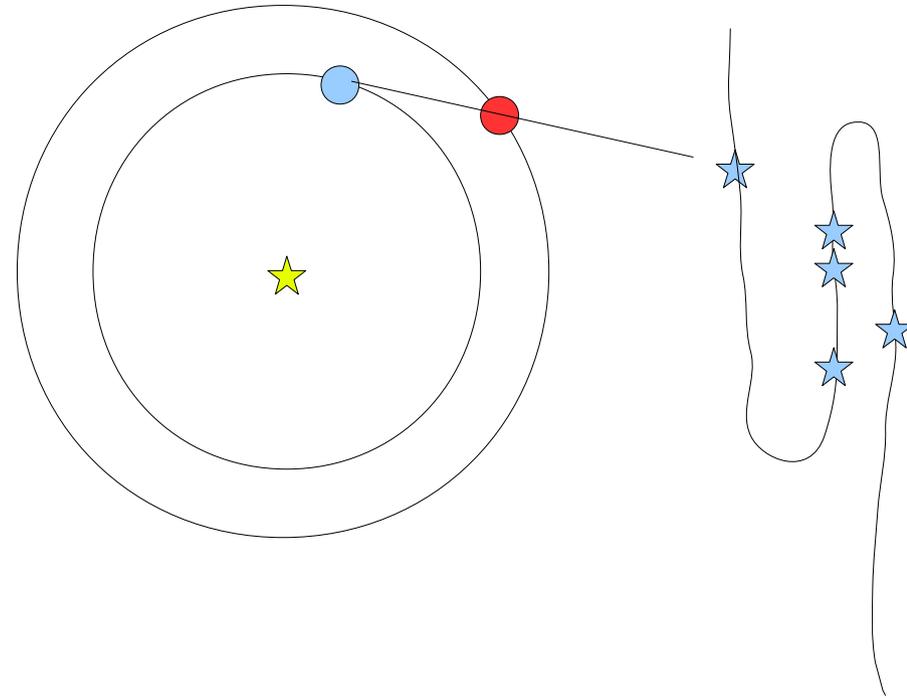
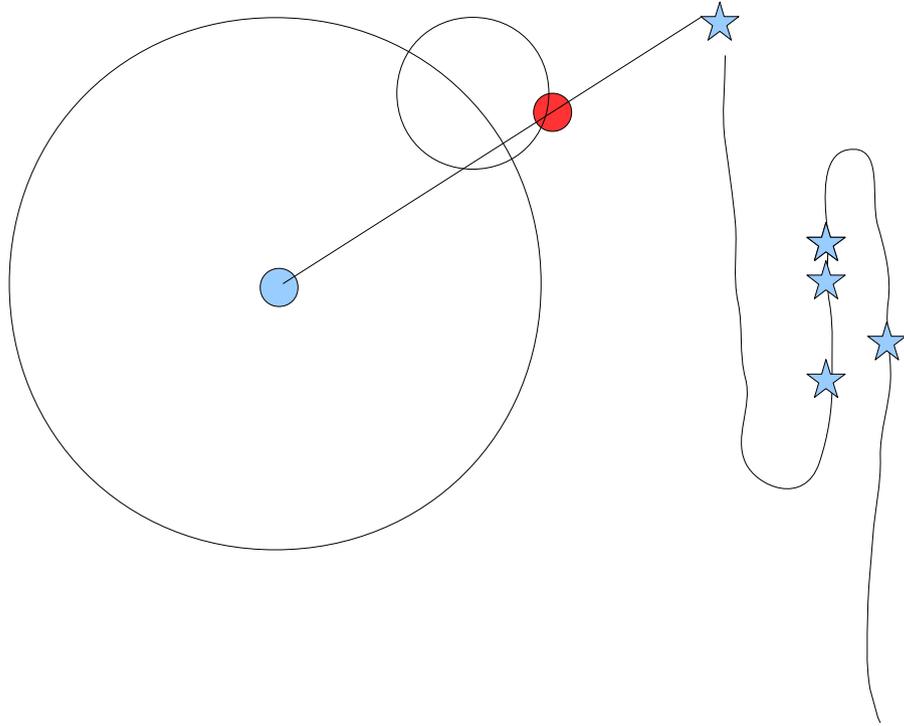
Point de vue héliocentrique



Point de vue géocentrique



Point de vue héliocentrique



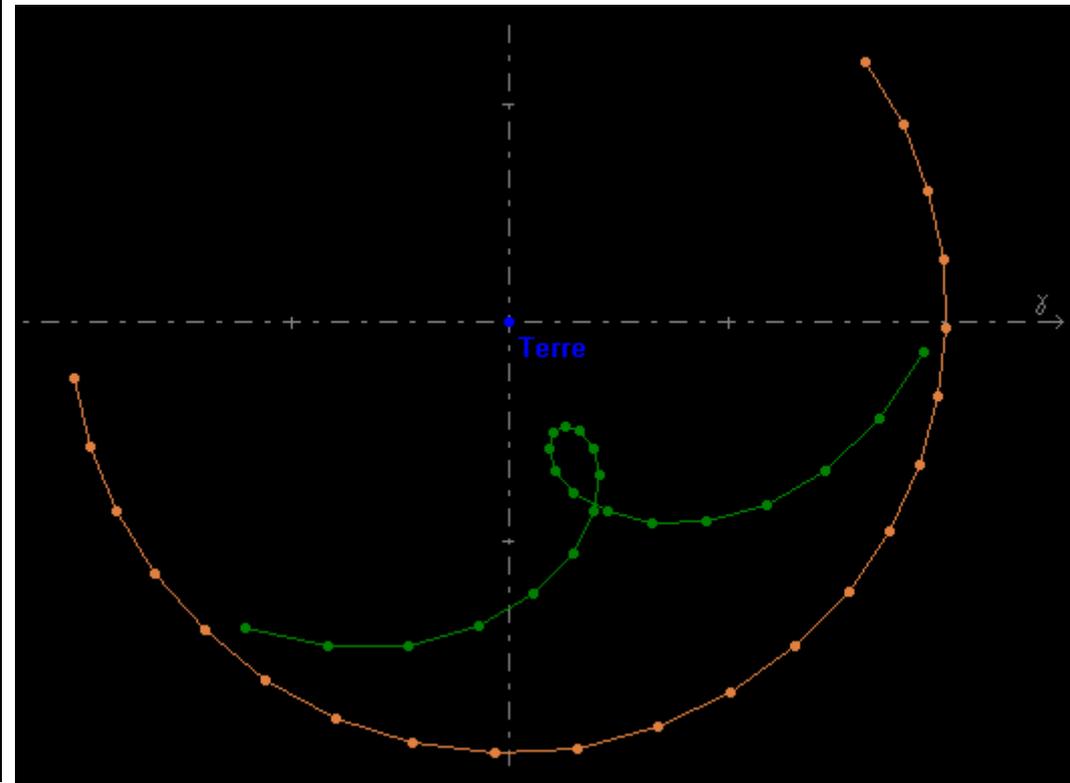
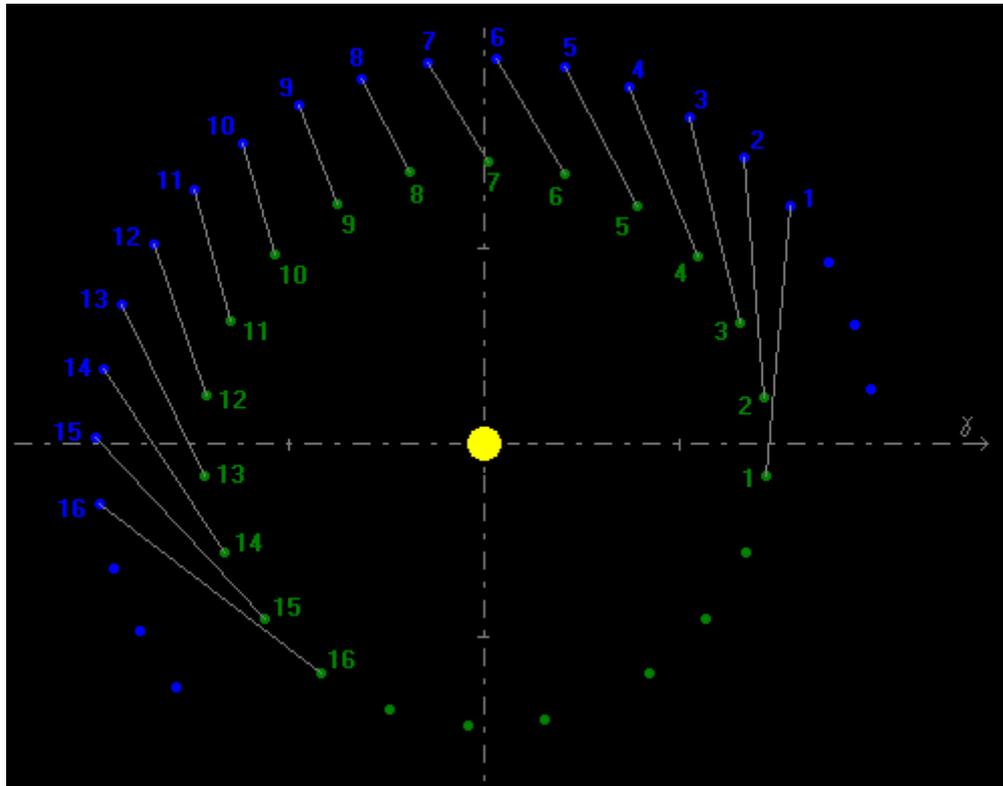
Mouvement rétrograde de Mars

[Photo mouvement rétrograde : Ciel des hommes](#)

- Superposition de photos prise lors de l'opposition périhélique de décembre 2003
- En pointillé trajectoire d'Uranus disent-ils dans l'article. Cela demande confirmation, l'arc devrait-être beaucoup plus petit (période Mars 1.88 ans, période Uranus 84).

Mouvement rétrograde des planètes inférieures

Comme les planètes supérieures, les planètes inférieures présentent un mouvement rétrograde.



[Mouvement rétrograde de Vénus vu depuis la Terre \(sciences-physiques.ac-dijon.fr\)](http://sciences-physiques.ac-dijon.fr)