



*Jeudi 1<sup>er</sup> septembre  
2016*

*Eclipse annulaire  
De Soleil à  
La Réunion*

*Michel Vignand*

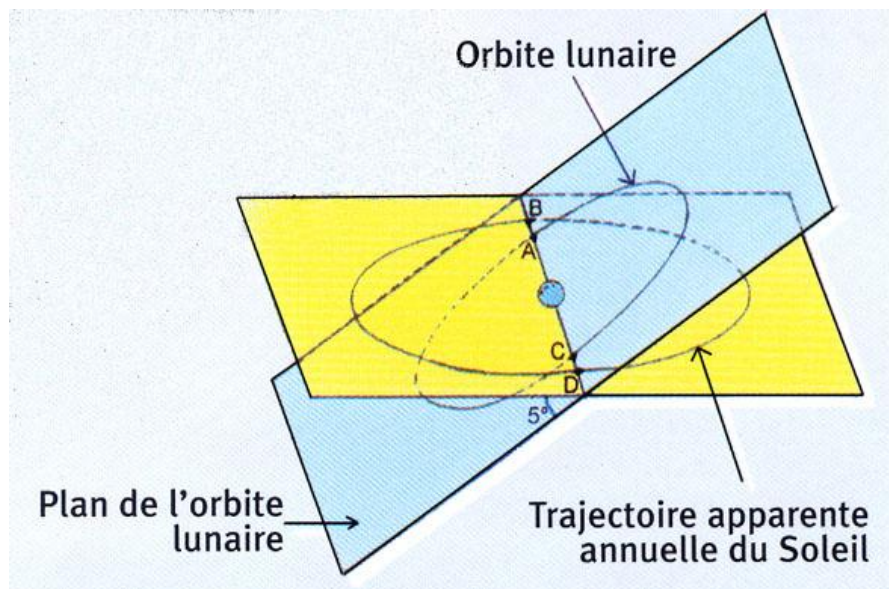
Les éclipses de Soleil, qu'elles soient totales ou annulaires, sont des phénomènes très rares pour un lieu donné. Il ne faut donc pas rater celle qui se présentera à nous le jeudi 1<sup>er</sup> septembre 2016.

## Conditions d'une éclipse de Soleil

La Terre tourne autour du Soleil dans le plan écliptique. La Lune tourne autour de la Terre dans un plan différent, incliné de  $5^\circ$  sur le précédent. Pour que la Lune passe devant le Soleil, il faut qu'elle soit sur la ligne Soleil Terre, donc dans le plan écliptique, en l'un des points où l'orbite lunaire rencontre l'écliptique.

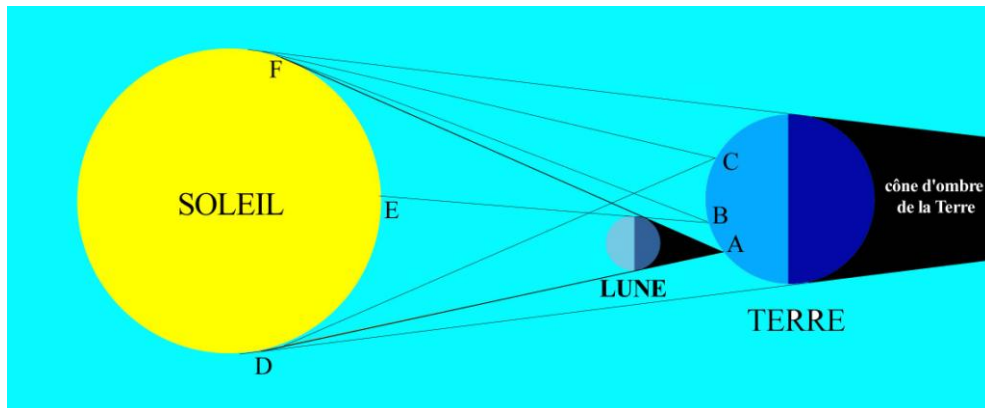
Non seulement la Lune doit être alignée avec le Soleil et la Terre, mais elle doit être du côté du Soleil, donc en phase de Nouvelle Lune.

La Nouvelle Lune n'ayant généralement pas lieu quand la Lune traverse l'écliptique, il n'y a pas éclipse à chaque Nouvelle Lune.



On voit bien sur le schéma ci-dessus que lorsque le Soleil est en B, la Lune doit être en A pour qu'il y ait éclipse de Soleil et en C pour qu'il y ait éclipse de Lune (même raisonnement quand le Soleil est en D).

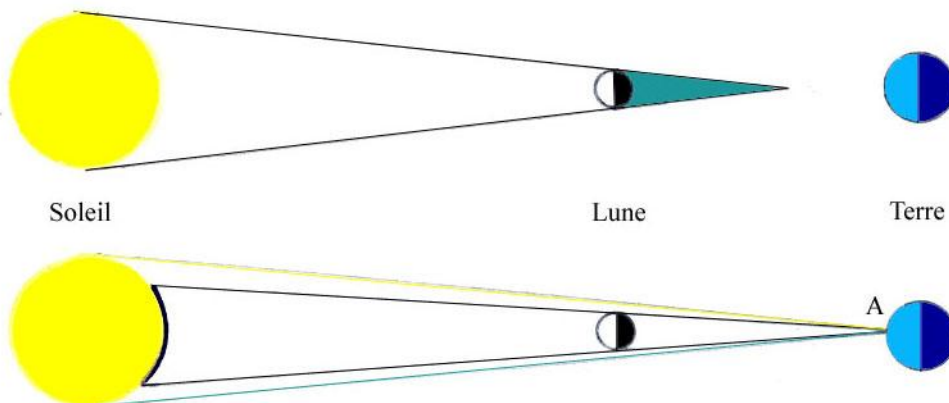
A la différence des éclipses de Lune qui sont visible de tous les points de la Terre où il fait nuit, Une éclipse de Soleil n'est pas visible de tous les points de la Terre où il fait jour : la Lune n'est pas assez grosse pour cela. Sa distance à la Terre varie de 356 000 à 406 000 km environ. **Si elle est suffisamment près de la Terre**, elle réussit à cacher entièrement le Soleil pour les heureux Terriens situés sur une étroite bande terrestre de quelques kilomètres ou dizaines de kilomètres de large : **l'éclipse est totale**. De part et d'autre de cette bande de totalité, **l'éclipse est partielle**. Au delà de 3 ou 4000 km de la ligne de centralité, on ne voit **pas d'éclipse**.



Un observateur placé en A voit une éclipse totale ; placé en B, il voit une éclipse partielle ; en C, rien du tout.

**Si la Lune est trop loin de la Terre**, elle ne peut cacher entièrement le Soleil, même si l'on est sur la ligne de centralité : les observateurs voient à travers leurs lunettes de protection un anneau de Soleil. L'éclipse est dite **annulaire**. A quelques kilomètres de la ligne de centralité, l'anneau n'est pas régulier à l'instant du milieu de l'éclipse ; au delà, l'éclipse est partielle (comme dans le cas des éclipses totales).

Quand la Lune se trouve près de l'apogée, l'extrémité du cône d'ombre de notre satellite n'atteint pas la Terre ; la Lune ne peut cacher entièrement le Soleil d'aucun point terrestre.

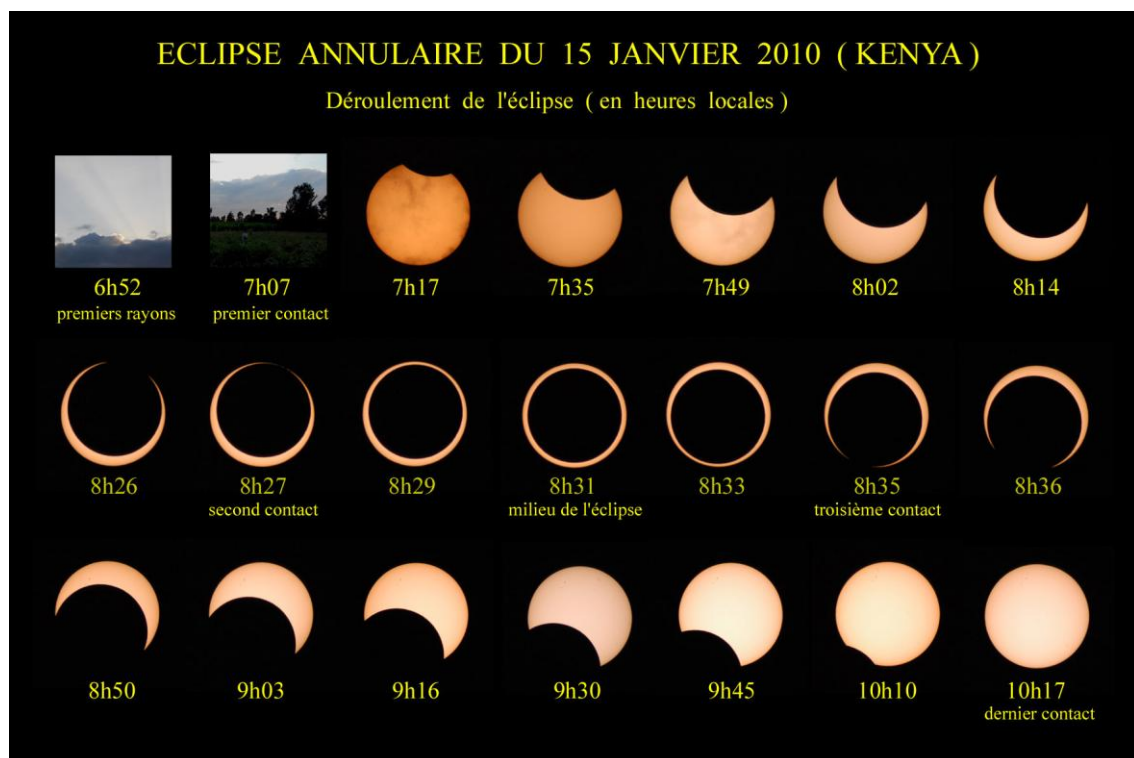


Du point A, le mieux placé, on voit, au milieu de l'éclipse, un bel anneau solaire.

## Déroulement d'une éclipse annulaire

Pour un observateur situé sur la ligne de centralité, nous distinguerons 5 instants particuliers :

- Au premier contact, la Lune tangente le Soleil extérieurement ; elle va ensuite « mordre » progressivement le disque solaire.
- Au deuxième contact, la Lune est entièrement devant le Soleil qu'elle tangente intérieurement : la phase centrale commence ; la Lune va aller d'un bord à l'autre du Soleil.
- Au milieu de l'éclipse, l'observateur voit un bel anneau solaire.
- Au troisième contact, la Lune tangente intérieurement le disque solaire : c'est la fin de la phase centrale ; la Lune va sortir de devant le Soleil.
- Au quatrième contact, la Lune tangente extérieurement le Soleil : c'est la fin de l'éclipse.



## Conseils d'observation

Ce sont toujours les mêmes dès qu'on veut regarder le Soleil : un filtre spécial est nécessaire pour une observation directe. Il ne doit y avoir ni trou ni pli ; aucune irisation ne doit apparaître quand vous regardez le Soleil à travers le filtre placé à quelques centimètres de l'œil. Dans le doute, ne pas l'utiliser. Prudence.

A l'œil nu, il vaut mieux se procurer des lunettes « spécial-éclipse ». Si vous en trouvez, vous pouvez aussi utiliser un verre de soudeur (grade 14) pour une bonne observation à l'œil nu.

Si vous utilisez des instruments, il faut des filtres adaptés à chacun. Voir à ce sujet, le document « préparons l'observation ».

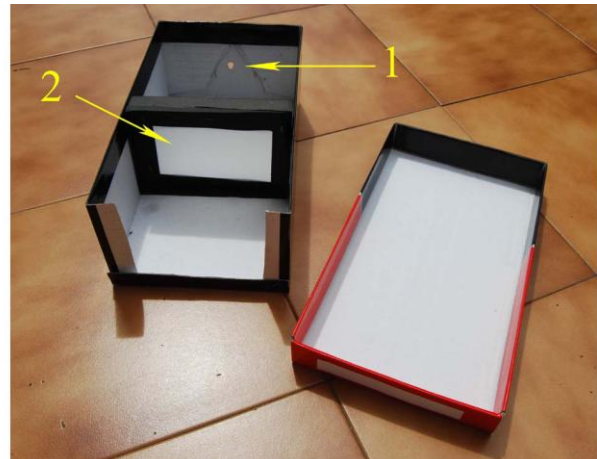


### **On peut aussi observer le Soleil par projection :**

- sur le sol ou un mur, à travers le feuillage d'un arbre peu touffu ou d'un carton percé de trous de tailles et formes différentes,
- en utilisant une boîte à chaussures percée d'un trou (1) sur une petite face, la face opposée étant découpée pour voir l'image du Soleil sur un écran en papier calque (2),
- en renvoyant, sur un mur à l'ombre, l'image du soleil donnée par un petit miroir,
- sur un écran, de l'image donnée par un instrument astronomique ; le responsable de l'installation doit rester près de son matériel pour éviter qu'un curieux, plus « malin » que les autres, ne vienne -malgré les précautions prises- mettre l'œil à l'oculaire et perdre définitivement la vue.



A gauche, images de l'éclipse données par les trouées dans le feuillage (Espagne, 3 octobre 2005). A droite, quand il n'y a pas d'arbres (désert lybien, 29 mars 2006).



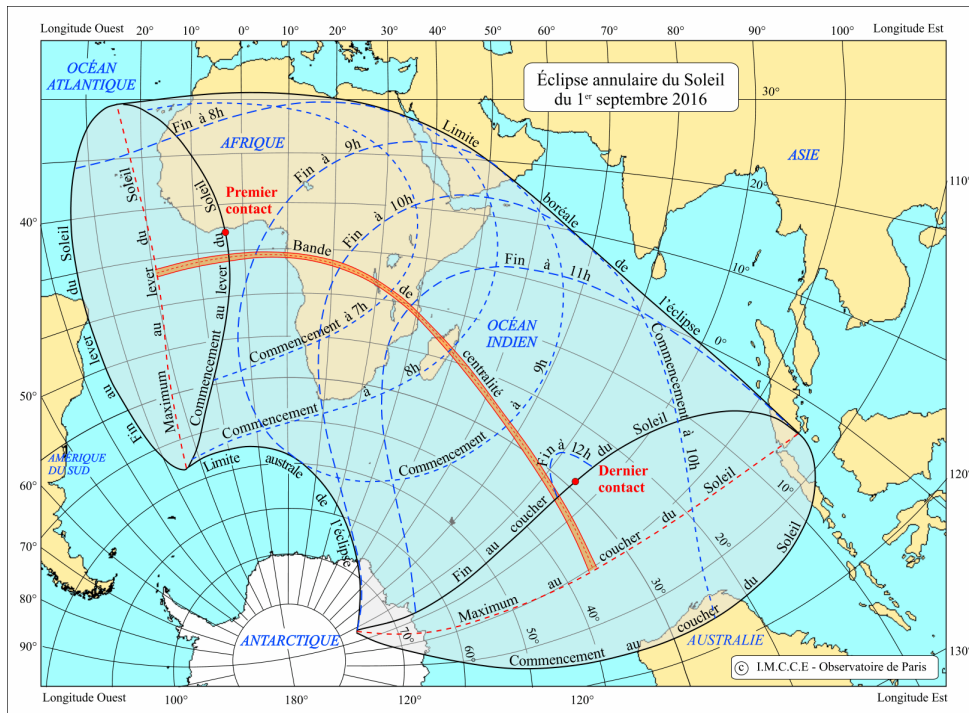
A gauche, autant de trous différents, autant d'images de l'éclipse (Kenya, 15 janvier 2010). A droite, une boîte à chaussures devenant instrument scientifique quand on remet le couvercle.

**La photographie directe du soleil éclipsé nécessite aussi l'utilisation d'un filtre spécial.** Le téléobjectif est indispensable pour avoir une image assez grande. Faire des essais avant le jour J pour connaître le bon temps de pose. Vous pouvez aussi photographier la projection de l'éclipse sur un écran. Voir le document « photographier l'éclipse » pour plus de détails.

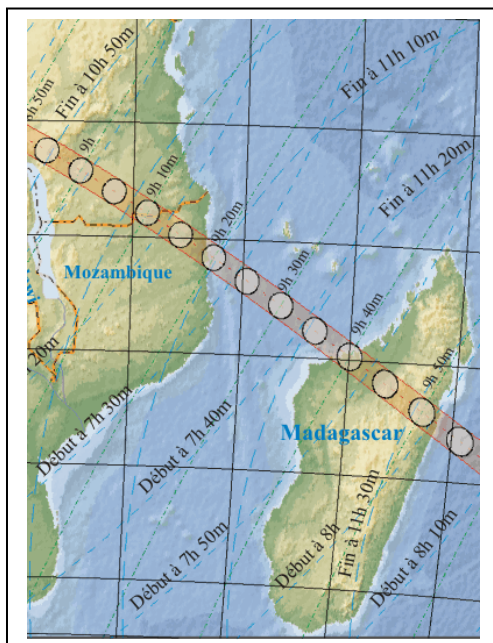
**Les filtres doivent être utilisés tant qu'on voit un bout de Soleil si petit soit-il.**

# L'éclipse du 1<sup>er</sup> septembre 2016

La bande de centralité traverse l'Afrique, Madagascar et touche La Réunion. Ce sont les seuls endroits d'où l'on peut voir l'anneau solaire... ou alors, prendre un bateau.



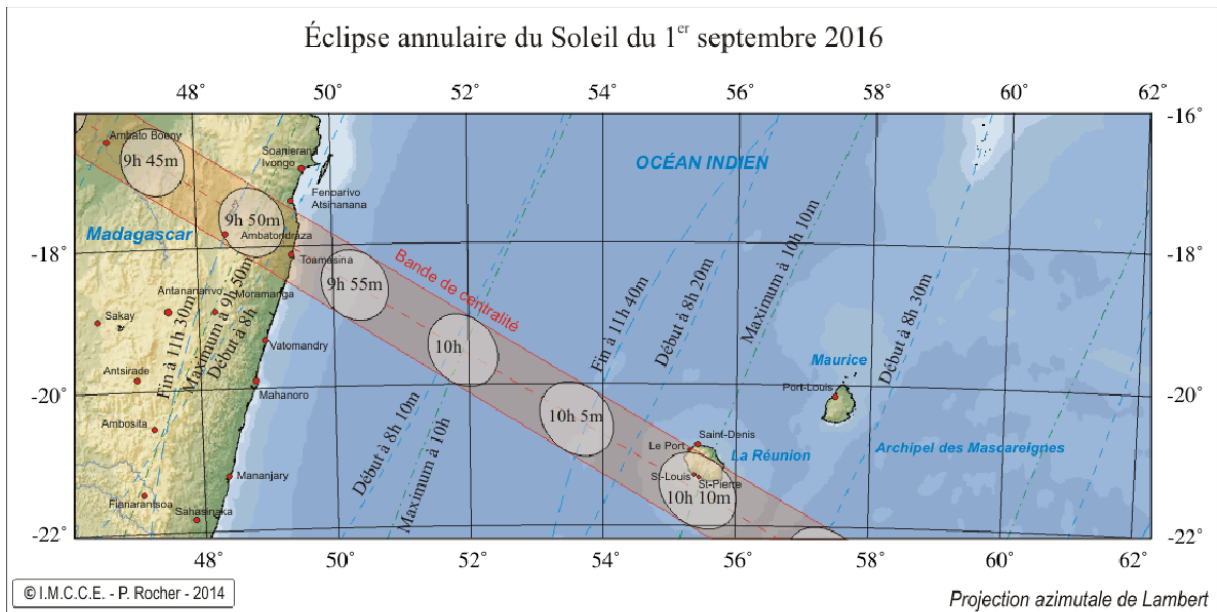
## Zoomons sur notre région :



A la sortie de l'Afrique, la bande de centralité traverse le canal du Mozambique au Sud des Comores et de Mayotte ; elle aborde Madagascar à Majunga et en sort à Tamatave. Elle touche une partie de La Réunion et passe au Sud de l'île Maurice .

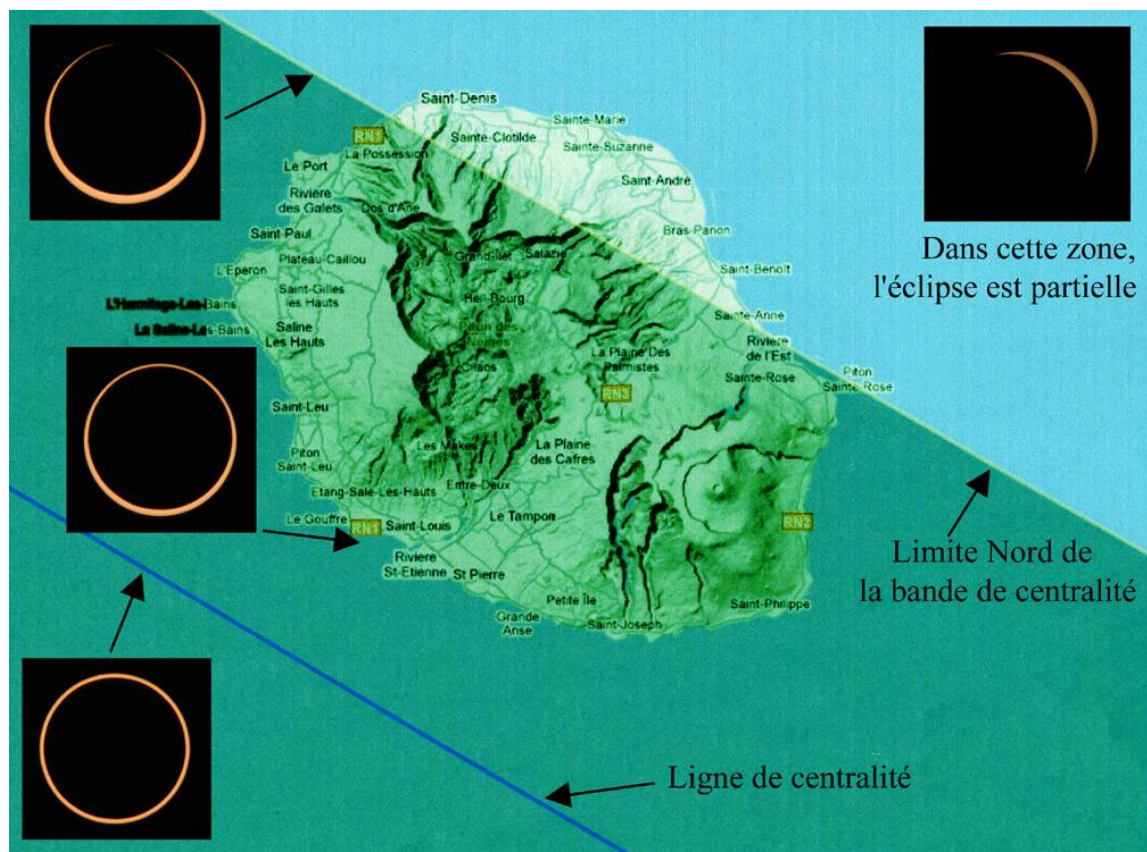
Remerciements à Pascal Descamps et à Patrick Rocher, astronomes à l'IMCCE, pour les cartes et les calculs concernant La Réunion.

*IMCCE : Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Ephémérides.*



Tracé de la ligne de totalité et des positions de l'ombre de la Lune toutes les cinq minutes.  
Les instants sont donnés en Temps Universel Coordonné (UTC).

Comme le montre la carte ci-dessus, toute La Réunion ne verra pas l'anneau solaire. La ligne de centralité passe à environ 15km au Sud-Ouest de notre île. De la côte allant de la Pointe du Gouffre aux plages de Saint-Pierre, nous aurons un anneau presque régulier ; plus nous nous écartons de cette zone, plus l'anneau sera irrégulier. Sur la limite Nord, les 2<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> contacts sont confondus. Au-delà, l'éclipse est partielle. Partout, le Soleil sera caché à 94% au milieu de l'éclipse.





## Horaires

Les instants exacts des contacts varient avec les lieux d'observation. Quel que soit l'endroit où vous vous trouvez, voici les horaires approximatifs du phénomène céleste :

- Premier contact entre 12h22 et 12h24,
- Deuxième contact entre 14h08 et 14h10,
- Milieu de l'éclipse entre 14h09 et 14h11,
- Troisième contact entre 14h09 et 14h12,
- Quatrième contact entre 15h42 et 15h43.

La durée totale de l'éclipse est d'environ 3h19. Celle de la phase centrale varie de 0 à 2min 45s (à Saint-Pierre).

Vous trouverez en annexe plus de précisions pour quelques lieux définis par leurs coordonnées géographiques.

**Et, en prime l'observation de Vénus (et peut-être Jupiter) pendant l'éclipse.**



Le schéma montre les positions relatives des planètes par rapport au Soleil éclipsé. Vénus sera aisément repérable dès 14h00, un bon empan au-dessus et un peu à droite du Soleil. Si le ciel est suffisamment sombre, Jupiter sera aussi observable : 2 doigts de large en dessous et à gauche de Vénus. Cacher le Soleil avec une main fermée facilitera l'observation.

La planète Mercure et l'étoile Régulus ne sont pas assez lumineuses pour être vues.

Cette observation sera préparée fin août en définissant l'empan et le doigt de large.



En considérant le Soleil comme centre d'une horloge, imaginer la petite aiguille dans la position 1h00 : c'est la direction qu'il faudra suivre pour trouver Jupiter et Vénus.

### **Observations au crépuscule**

Les 5 planètes connues depuis l'antiquité sont visibles au crépuscule dès le mois d'août (voir éphémérides).

Le 1<sup>er</sup> septembre au soir, à 18h45, Vénus est à 15° de hauteur sur l'horizon Ouest. Jupiter est 5° sous Vénus. Mercure est 5,4° à gauche de Jupiter.

Mars et Saturne sont très hautes dans le ciel, près d'Antarès (= alpha Scorpion).

*Michel VIGNAND,  
Association Astronomique de la Réunion  
Observatoire des Makes*

## Annexe

## Données IMCCE

Tableau n°1

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GEOGRAPHIQUES DONNES  
Pays : La Réunion (France)

n°	Position		Nom du lieux	Durée de la phase centrale	Maximum de l'éclipse				
	Latitude	Longitude			U.T.	Obs.	g	h	a
	° ' ° '			m s	h m s	%		° °	
1	-20 59	-55 41	Bras-Panon	.. . .	10 10 6.6	94.2	0.969	50	133
2	-21 8	-55 28	Cilaos	2 7.6	10 9 46.7	94.3	0.976	50	134
3	-20 55	-55 20	La Possession	0 55.0	10 9 17.4	94.3	0.972	50	134
4	-21 15	-55 27	La Rivière	2 36.1	10 9 50.9	94.3	0.979	50	134
5	-20 55	-55 17	Le Port	1 16.6	10 9 10.8	94.3	0.973	50	134
6	-21 5	-55 18	Les Trois-Bassins	2 18.8	10 9 22.3	94.3	0.977	50	134
7	-21 16	-55 32	Le Tampon	2 31.0	10 10 2.6	94.3	0.978	50	134
8	-21 15	-55 21	L'Etang-Sale	2 43.9	10 9 37.9	94.3	0.980	50	134
9	-20 57	-55 39	St-Andre	.. . .	10 10 0.5	94.2	0.968	50	133
10	-21 2	-55 43	St-Benoit	.. . .	10 10 13.7	94.3	0.970	50	133
11	-20 52	-55 27	St-Denis	.. . .	10 9 29.9	94.2	0.969	50	134
12	-20 53	-55 33	Ste-Marie	.. . .	10 9 43.8	94.2	0.968	50	134
13	-21 22	-55 37	St-Joseph	2 40.0	10 10 18.8	94.3	0.980	50	134
14	-21 17	-55 25	St-Louis	2 43.5	10 9 48.4	94.3	0.980	50	134
15	-21 0	-55 17	St-Paul	1 56.6	10 9 15.5	94.3	0.975	50	134
16	-21 20	-55 29	St-Pierre	2 45.2	10 9 59.7	94.3	0.981	50	134

Tableau n°2

Les lignes sont numérotées (à lire en vis à vis du tableau n°1

CIRCONSTANCES LOCALES POUR DES LIEUX GEOGRAPHIQUES DONNES  
Pays : La Réunion (France)

n°	Position		Premier contact			Deuxième contact			Troisième contact			Quatrième contact		
	Latitude	Longitude	U.T.	P	Z	U.T.	P	Z	U.T.	P	Z	U.T.	P	Z
	° ' ° '	° ' ° '	h m s	° °	° °	h m s	° °	° °	h m s	° °	° °	h m s	° °	° °
1	-20 59	-55 41	8 23 41.2	299	122	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	11 42 44.6	119	358
2	-21 8	-55 28	8 23 17.5	300	122	10 8 43.0	256	119	10 10 50.6	163	26	11 42 33.0	119	358
3	-20 55	-55 20	8 22 35.7	299	121	10 8 50.1	228	91	10 9 45.0	191	54	11 42 16.4	119	358
4	-21 15	-55 27	8 23 24.9	300	122	10 8 32.9	272	135	10 11 9.0	147	10	11 42 35.1	119	357
5	-20 55	-55 17	8 22 27.2	299	121	10 8 32.7	236	98	10 9 49.3	184	47	11 42 12.6	119	358
6	-21 5	-55 18	8 22 44.7	300	122	10 8 12.9	262	124	10 10 31.8	157	20	11 42 18.9	119	358
7	-21 16	-55 32	8 23 40.5	300	123	10 8 47.2	269	132	10 11 18.2	150	14	11 42 41.9	119	358
8	-21 15	-55 21	8 23 8.0	300	122	10 8 16.0	279	141	10 10 59.9	141	4	11 42 27.6	119	357
9	-20 57	-55 39	8 23 32.6	299	122	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	11 42 41.1	119	359
10	-21 2	-55 43	8 23 51.2	299	123	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	11 42 48.7	119	358
11	-20 52	-55 27	8 22 51.2	299	122	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	11 42 23.6	119	358
12	-20 53	-55 33	8 23 9.8	299	122	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	.. . . .	11 42 31.6	119	359
13	-21 22	-55 37	8 24 3.3	300	123	10 8 58.8	275	138	10 11 38.9	144	7	11 42 51.0	119	357
14	-21 17	-55 25	8 23 22.2	300	122	10 8 26.7	278	141	10 11 10.2	141	4	11 42 33.6	119	357
15	-21 0	-55 17	8 22 34.5	300	121	10 8 17.3	251	114	10 10 13.9	168	31	11 42 15.1	119	358
16	-21 20	-55 29	8 23 37.9	300	123	10 8 37.2	280	142	10 11 22.4	139	3	11 42 40.0	118	357