

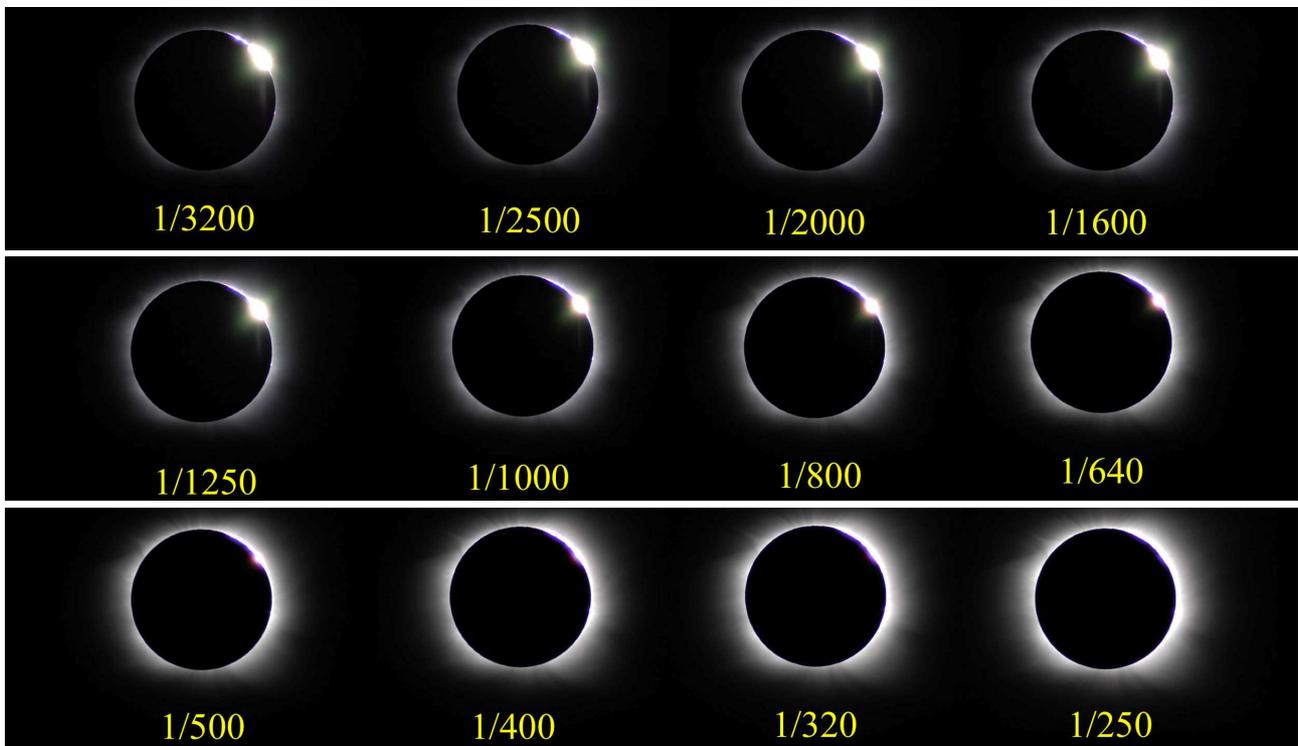
# THÈME : ÉCLIPSES

L'éclipse du 11 juillet 2010 photographiée depuis l'île de Pâques.

Arrivée de la Lune devant le Soleil, photos Michel Vignand



Les premières secondes de la totalité photographiée à des vitesses différentes. Photos Michel Vignand.



Dominique Proust nous a envoyé un article sur l'éclipse du 11 juillet 2010 et l'astronomie des Pascuans que nous n'avons pu passer par manque de place. Vous le trouverez dans le prochain numéro.

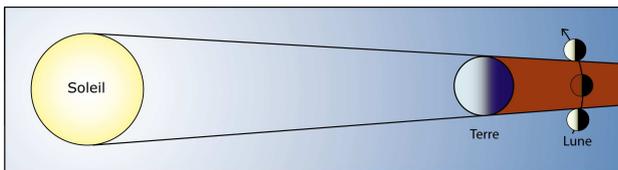
# Éclipses, notions de base

Pierre Causeret, pierre.causeret@wanadoo.fr

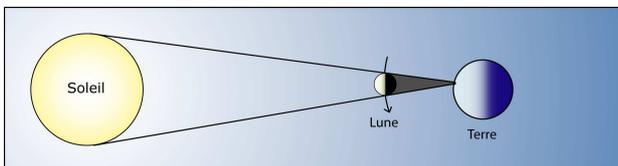
Deux éclipses sont annoncées prochainement, la première de Lune, le 21 décembre et l'autre de Soleil, le 4 janvier. C'est l'occasion de faire le point sur les éclipses. Hasards de la mécanique céleste, la première a lieu le jour du solstice d'hiver et la deuxième 15 heures après le passage de la Terre au périhélie.

## Éclipse et occultation

Une éclipse se produit quand un astre passe dans l'ombre d'un autre. C'est bien le cas lors d'une éclipse de Lune (figure 1). Par contre, quand un astre en cache un autre, on parle d'occultation. Ainsi, ce qu'on appelle couramment une éclipse de Soleil est en réalité une occultation de Soleil par la Lune (figure 2). Ces deux types d'événements, éclipse de Lune et éclipse de Soleil, sont donc de natures différentes bien qu'ils fassent appel aux mêmes trois acteurs, Soleil, Terre et Lune.



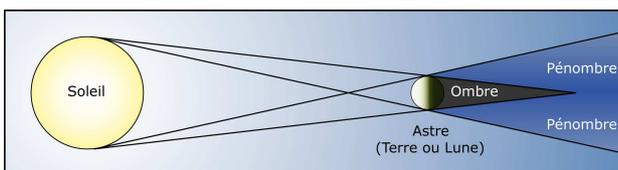
**Fig.1.** Éclipse totale de Lune. Rappelons qu'une éclipse de Lune ne peut avoir lieu qu'à la pleine Lune et qu'elle est visible depuis toute la moitié de la Terre qui peut voir la Lune.



**Fig.2.** Éclipse totale de Soleil. Elle ne peut avoir lieu qu'à la nouvelle Lune et n'est visible que pour une personne située dans l'ombre de la Lune.

## Ombre et pénombre

À l'opposé du Soleil, on trouve une zone d'ombre ainsi qu'une zone de pénombre derrière la Terre comme derrière la Lune (figure 3).



**Fig.3.** Ombre et pénombre

L'ombre a la forme d'un cône de longueur moyenne 375 000 km pour la Lune et 1 386 000 km pour la Terre. Cette zone d'ombre est entourée

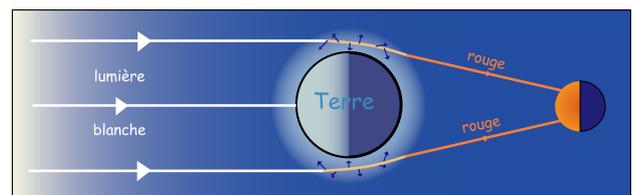
d'une zone de pénombre. Un observateur situé dans la pénombre verrait le Soleil partiellement occulté par l'astre. La pénombre n'est pas homogène. Elle est beaucoup plus sombre à proximité de l'ombre que sur les bords (figure 4).



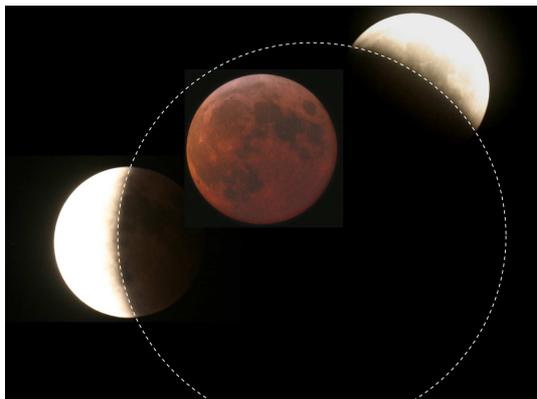
**Fig.4.** Ombre et pénombre de la Lune se projetant sur la Terre le 11 août 1999, photographiées depuis la station MIR par JP Haigneré. On ne distingue ici que la partie la plus sombre de la pénombre qui s'étend sur environ 7 000 km (crédit CNES).

**Éclipse de Soleil** : l'éclipse est partielle pour les personnes situées dans la pénombre et totale pour celles qui sont dans l'ombre.

**Éclipse de Lune** : lorsque la Lune entre dans la pénombre, elle s'assombrit légèrement mais le phénomène est sans intérêt et invisible à l'œil. Lorsque la Lune est dans le cône d'ombre de la Terre, elle ne devient pas invisible mais prend une couleur rouge sombre, éclairée par quelques rayons du Soleil déviés (par réfraction) et rougis (par diffusion du bleu) par l'atmosphère terrestre (figure 5).



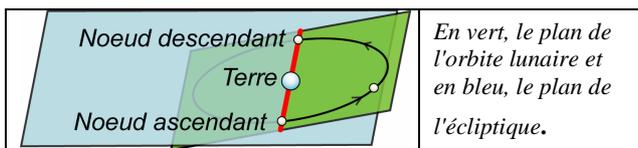
**Fig.5.** Pendant une éclipse totale de Lune, quelques rayons lumineux viennent éclairer la Lune bien qu'elle soit située dans le cône d'ombre de la Terre.



**Fig.6.** Montage photo montrant la Lune traversant l'ombre de la Terre lors de l'éclipse de mars 2007. Pendant la totalité, la Lune est toujours visible.

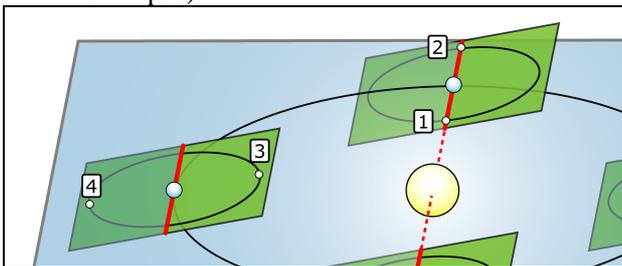
## La ligne des nœuds

La Lune tourne autour de la Terre dans un plan incliné de  $5^\circ$  par rapport au plan de l'écliptique (le plan de l'orbite terrestre). L'intersection de ces deux plans s'appelle la ligne des nœuds. L'orbite de la Lune croise cette ligne en deux points, le nœud ascendant (quand elle passe du sud au nord du plan de l'écliptique) et le nœud descendant (figure 7).



**Fig.7.** La ligne des nœuds (en rouge).

C'est l'inclinaison du plan de l'orbite lunaire qui fait qu'il n'y a pas d'éclipse de Soleil à chaque nouvelle Lune ou d'éclipse de Lune à chaque pleine Lune (figure 8). Il y a éclipse si la pleine Lune ou la nouvelle Lune a lieu à un des nœuds donc dans le plan de l'écliptique (le mot écliptique vient d'éclipse)



**Fig.8.** Ligne des nœuds et éclipse

En 1, la ligne des nœuds passe par le Soleil à la nouvelle Lune, il y a une éclipse de Soleil.

En 2, la ligne des nœuds passe par le Soleil à la pleine Lune, il y a une éclipse de Lune.

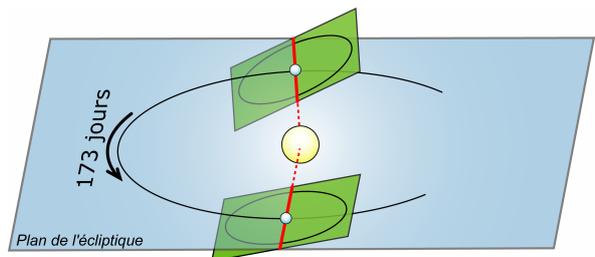
En 3, l'ombre de la Lune passe au-dessus de la Terre, il n'y a pas d'éclipse de Soleil.

En 4, l'ombre de la Terre passe au-dessus de la Lune, il n'y a pas d'éclipse de Lune.

En réalité, pour qu'il y ait éclipse, il n'est pas obligatoire que la ligne des nœuds passe par le

Soleil exactement à la pleine Lune ou à la nouvelle Lune. Il y a un délai d'une quinzaine de jours de part et d'autre, ce qui fait plus d'une lunaison. On est donc certain d'avoir une éclipse de Lune et une éclipse de Soleil dans le mois entourant le passage de la ligne des nœuds par le Soleil. Il peut même exceptionnellement y avoir deux éclipses de Soleil (elles sont alors partielles) ou deux éclipses de Lune (par la pénombre).

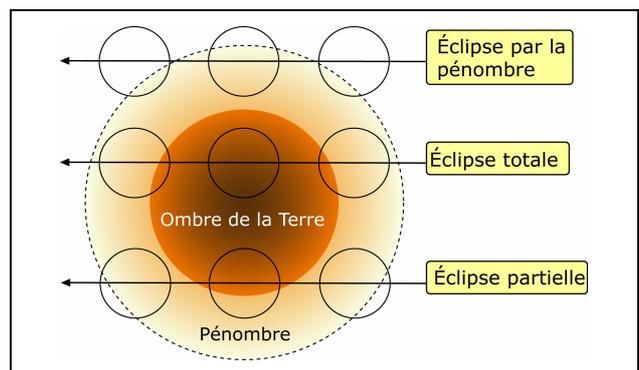
La ligne des nœuds n'est pas fixe dans l'espace contrairement à ce qui est montré sur la figure 8. Elle se déplace en tournant dans le sens rétrograde (le sens des aiguilles d'une montre vue du nord) avec une période de 18,6 ans. Ainsi, entre deux passages de la ligne des nœuds par le Soleil, il s'écoule un peu moins de 6 mois, plus précisément 173,3 jours, période appelée saison d'éclipse (figure 9). On parle aussi d'année draconitique de 346,6 jours, qui est l'intervalle de temps entre deux passages du nœud ascendant entre la Terre et le Soleil (le dragon est le symbole des éclipses dans de nombreuses civilisations d'Asie).



**Fig.9.** Saison d'éclipse.

## Les différents types d'éclipses

Une éclipse de Lune peut être totale, partielle ou par la pénombre suivant le nombre de jours écoulés entre la pleine Lune et le passage de la ligne des nœuds par le Soleil (figure 10).



**Fig.10.** Les différents types d'éclipses de Lune (totale, partielle ou par la pénombre).

Une éclipse de Soleil peut être totale, annulaire ou partielle (figures 11 et 12). On parle aussi d'éclipse mixte si, au cours du déplacement de la Lune, elle passe d'annulaire à totale (ou l'inverse).

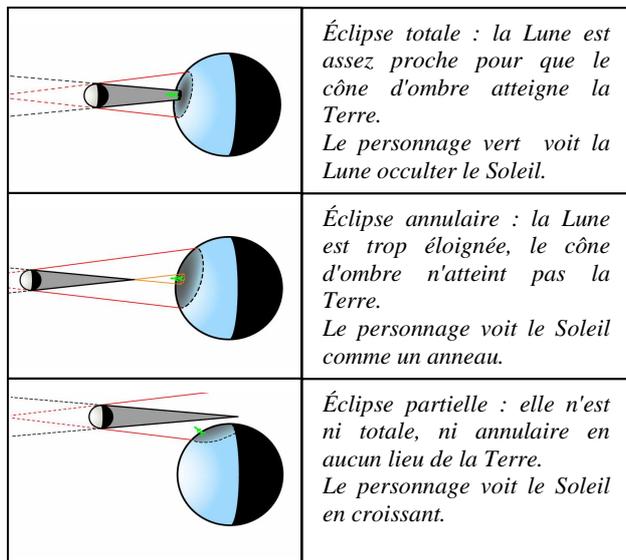


Fig.11. Les différents types d'éclipses de Soleil.

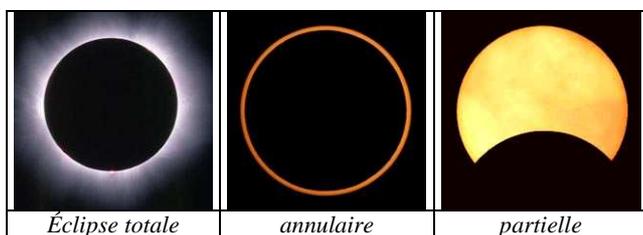


Fig.12. Les mêmes vues par un observateur terrestre.

La distance de la Lune (qui varie de 356 000 à 407 000 km) joue donc un rôle important pour la nature de l'éclipse, totale ou annulaire. On peut aussi raisonner en s'intéressant au diamètre apparent des deux astres, en moyenne 32' pour le Soleil et de 29 à 34' pour la Lune.

## L'observation

Une éclipse de Lune s'observe à l'œil nu ou avec un instrument astronomique sans aucun danger.

Par contre, pour une éclipse de Soleil, il faut rappeler que **l'on n'observe jamais le Soleil directement**. Plusieurs méthodes sont possibles :

- Observer à l'œil à travers un filtre de bonne qualité (lunettes spéciales éclipse, verre de soudeur n°14, mylar). On en trouve chez les vendeurs spécialisés.
- Fabriquer un sténopé en perçant une feuille d'un trou de 1 mm environ. La lumière du Soleil passant par ce trou ira former une image sur une feuille blanche que l'on aura placée en dessous.
- Observer par projection : l'instrument, paire de jumelles ou lunette, est dirigé vers le Soleil sans jamais regarder à l'oculaire. L'image du Soleil se forme sur un écran (une simple feuille blanche par exemple) que l'on aura placé derrière l'oculaire. Ce type de dispositif est à surveiller en permanence pour que personne n'essaie de regarder à travers l'instrument.

- Placer un filtre solaire pleine ouverture à l'entrée de l'instrument (éviter les filtres "sun" qui se vissent sur l'oculaire).

## La photographie

Pour la photo d'éclipse (de Lune ou de Soleil), trois méthodes sont possibles :

- Utiliser un zoom ou un téléobjectif.
- Utiliser un appareil numérique compact fixé derrière l'oculaire d'une lunette ou d'un télescope (ou éventuellement tenu à la main).
- Utiliser un appareil reflex sans objectif fixé au foyer de l'instrument.

Bien évidemment, s'il s'agit d'une éclipse de Soleil, il faut avoir placé un filtre devant le téléobjectif ou l'instrument.

Dans tous les cas, il faut utiliser différents temps de pose pour arriver à un bon résultat.

## Nombre d'éclipses et période

La ligne des nœuds passant par le Soleil deux fois par an, on observe au moins deux éclipses de Soleil et deux éclipses de Lune par an. Il peut s'agir d'éclipses partielles de Soleil, d'éclipses de Lune par la pénombre... Le maximum est de 7 éclipses dans une année comme cela se produira en 2038.

La période la plus connue est le Saros de 18 ans et 11 jours qui contient précisément 223 lunaisons, 38 saisons d'éclipse (de 173,3 jours) et 239 périodes anomalistiques (intervalle de temps entre deux périégées). Ainsi, les éclipses se reproduisent presque de la même manière tous les 18 ans et 11 jours.

## Les prochaines éclipses

Vous trouverez des détails sur l'éclipse de Lune du 21/12/2010 et l'éclipse de Soleil du 04/01/2011 dans les pages qui suivent. Pour les autres, la visibilité est indiquée pour la France métropolitaine :

- 01/06/2011 : Éclipse partielle de Soleil (invisible)
- 15/06/2011 : Éclipse totale de Lune (visible le soir)
- 01/07/2011 : Éclipse partielle de Soleil (invisible)
- 25/11/2011 : Éclipse partielle de Soleil (invisible)
- 10/12/2011 : Éclipse totale de Lune (fin le matin).
- 20/05/2012 : Éclipse annulaire de Soleil (en Asie)
- 04/06/2012 : Éclipse partielle de Lune (invisible)
- 13/11/2012 : Éclipse totale de Soleil (Pacifique)

Dans les éclipses de Soleil à venir, on peut signaler celle du 20/03/2015, totale au-dessus de l'Europe et donc importante en France. Pour la prochaine totale en France, attendez le 3 septembre 2081... ■