



## THÈME OPTIQUE

### LEÇON 3 : LES PHASES DE LA LUNE ET LES ÉCLIPSES

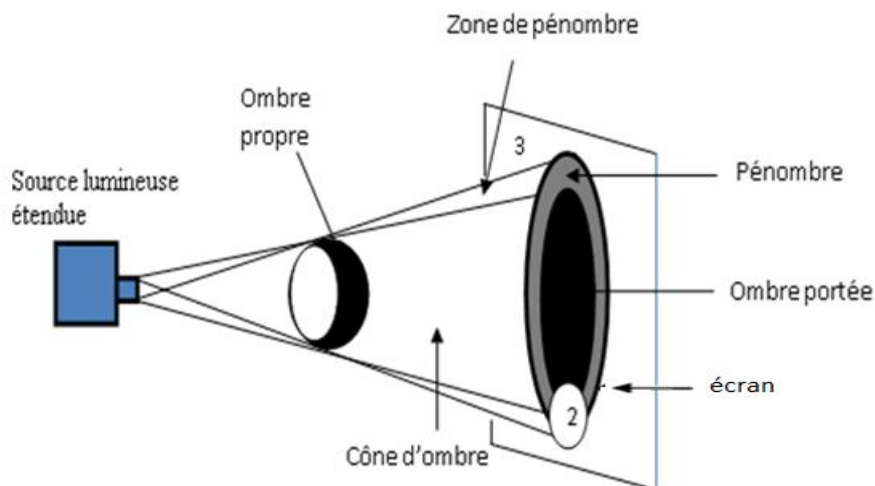
#### I- SITUATION D'APPRENTISSAGE

En un jour ensoleillé, le temps s'est subitement assombri à Tanguelan, village situé dans la Sous-préfecture d'Agnibilékrou. Les élèves de la classe de la 4<sup>ème</sup> 4 du Collège Moderne dudit village constatent que le soleil a pris la forme d'un anneau. Quelques instants après, le soleil est réapparu. Ils veulent comprendre ce phénomène. Le lendemain, en classe, sous la supervision de leur professeur, ils cherchent à définir une ombre propre, une ombre portée et à distinguer une éclipse solaire d'une éclipse lunaire.

#### II- contenu

##### I. Identification des ombres

##### 1. Expérience et observations



##### 2. Conclusion

**L'ombre propre** est la partie de l'objet qui ne reçoit pas la lumière.

**L'ombre portée** est l'ombre de l'objet sur l'écran.

**La zone d'ombre** appelée **cône d'ombre** est la zone non éclairée située entre l'ombre propre et l'ombre portée de l'objet.

##### Activité d'application

Donne la différence entre une ombre propre et une ombre portée.

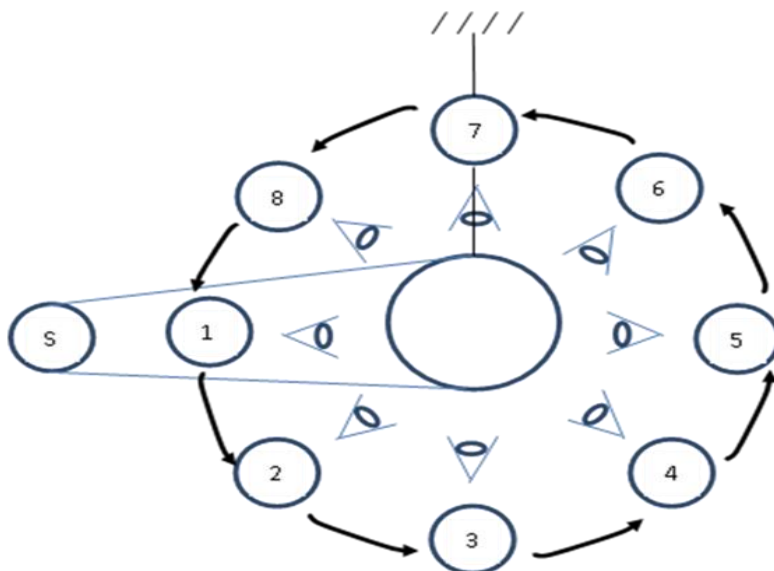
## Corrigé

L'ombre propre est la partie de l'objet qui ne reçoit pas la lumière.

L'ombre portée est l'ombre de l'objet sur l'écran.

## II. Phases de la Lune

### 1. Mise en évidence



Un observateur se déplace autour de la balle éclairée par la lampe en fonction de sa position, il observe l'aspect de la partie éclairée et la représente dans le tableau suivant :

<i>Forme observée</i>								
<i>phase de la lune</i>	<i>Nouvelle Lune</i>	<i>Premier croissant</i>	<i>Première quartier</i>	<i>Première gibbeuse</i>	<i>Pleine Lune</i>	<i>Dernière gibbeuse</i>	<i>Dernière quartier</i>	<i>Dernier croissant</i>

Il en est de même de la lune éclairée en permanence par le soleil et observée par un individu sur Terre. Les différents aspects de la Lune sont appelés les phases de la Lune.

### 2. Nom des phases de la Lune

Position du Soleil, la Terre et la Lune	Noms des phases	Aspects des phases	Positions géographiques de la phase
S - L - T	Nouvelle Lune		On ne voit pas la Lune dans le ciel
S - L - T	Premier croissant		Ouest (où le Soleil se couche)
S - L - T	Premier quartier		Ouest mais un peu plus haut
S - L - T	Première Lune gibbeuse		Un peu plus vers le zénith
S - T - L	Pleine Lune		Au zénith mais un peu vers l'Est
S - T - L	Deuxième Lune gibbeuse		Est (où se lève le Soleil)
S - T - L	Dernier quartier		Est (entre 4h – 5h du matin)
S - T - L	Dernier croissant		Est (avant le lever du jour)

La durée d'une **lunaison** est en moyenne d'environ **29 jours et 13 heures**.

### Activité d'application

Indique le nom de la phase correspondant à chaque numéro.

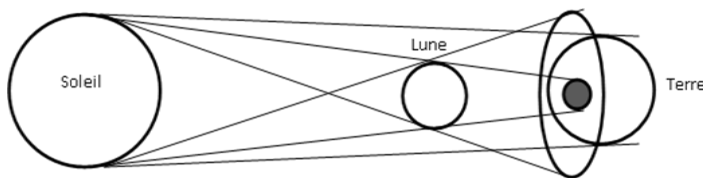
<i>Forme observée</i>								
	1	2	3	4	5	6	7	8

### Corrigé

1. Nouvelle lune ;
2. Premier croissant ;
3. Premier quartier ;
4. Lune gibbeuse
5. Pleine lune ;
6. Dernière gibbeuse ;
7. Dernier quartier ;
8. Dernier croissant.

### III. Éclipses

#### 1. Éclipse du soleil

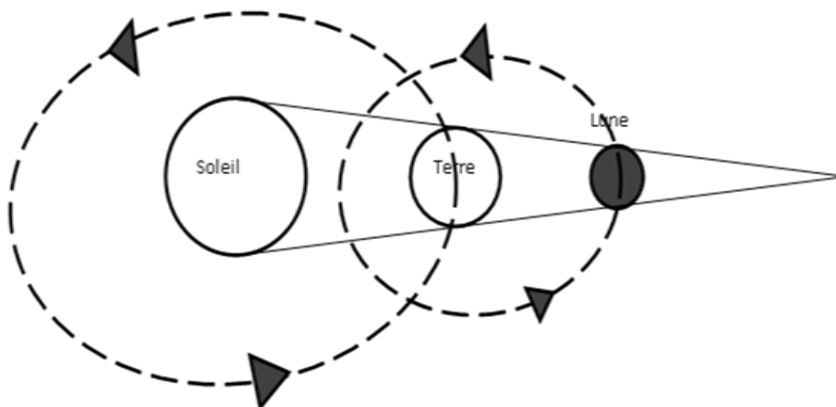


Pendant la période de la nouvelle Lune, il arrive que **la Lune crée une ombre portée sur la Terre.**

- Pour les personnes situées dans l'ombre pure de cette ombre portée, le Soleil est entièrement caché par la Lune. C'est **une éclipse totale de Soleil.** Pour elles, **il fait nuit en plein jour.**
- Pour les personnes situées dans la zone de pénombre, elles voient une partie du Soleil. Pour elles, il s'agit d'**une éclipse partielle de Soleil.** **Il fait sombre.**

Lors d'une éclipse de Soleil, **le Soleil, la Lune et la Terre sont alignés dans cet ordre.**

#### 2. Éclipse de Lune



Pendant la période de pleine Lune, il arrive que la Lune pénètre dans le cône d'ombre de la Terre. Elle devient alors invisible pour un observateur terrestre. C'est **l'éclipse de Lune.**

- Lorsque la Lune pénètre entièrement dans le cône d'ombre de la Terre, on a **une éclipse totale de Lune.**

- Lorsqu'une partie seulement de la Lune passe dans le cône d'ombre de la Terre, on a **une éclipse partielle de Lune**.

Lors d'une éclipse de Lune, le Soleil, la Terre et la Lune sont alignés dans cet ordre.

### **3. Distinction entre les éclipses de Lune et les éclipses de Soleil**

#### **3.1. Points communs entre les éclipses de Lune et de Soleil**

Dans les deux cas :

- Les centres des astres sont alignés ;
- La source de lumière est le soleil ;
- Un des deux astres reste dans le cône de l'autre.

#### **3.2. Différences entre les éclipses de Lune et de Soleil**

Dans le cas des éclipses de Soleil, la terre est dans **le cône d'ombre de la lune** tandis que au cours d'une éclipse de Lune la Lune est dans **le cône d'ombre de la terre**.

À **la nouvelle Lune**, on peut observer une éclipse de Soleil par contre une éclipse de Lune s'observe à **la pleine lune**.

### **Activité d'application**

Complète les phrases suivantes avec les mots ou groupes de mots qui conviennent.

1. On observe une éclipse de soleil à .....
2. On observe une éclipse de lune pendant .....
3. Pendant l'éclipse solaire, la terre est dans le cône d'ombre de .....
4. Pendant l'éclipse de lune, la lune est dans ..... de la terre.

### **Corrigé**

1. On observe une éclipse de soleil à la nouvelle lune.
2. On observe une éclipse de lune pendant la pleine lune.
3. Pendant l'éclipse de soleil, la terre est dans le cône d'ombre de la lune.
4. Pendant l'éclipse de lune, la lune est dans le cône d'ombre de la terre.

### **SITUATION D'EVALUATION**

Dans une revue scientifique ton voisin découvre la photo ci-dessous qui présente l'évolution de lune pendant quatre semaines.



Pour identifier les différentes phases de la lune, il te sollicite.

1. Définis :
  - 1.1- une ombre propre ;
  - 1.2- une ombre portée.
2. Nomme les aspects pris par la Lune sur l'image au cours de son évolution.
3. Représente les différentes phases de la lune.

### Correction

1. Définitions :
  - 1.1 **L'ombre propre** est la partie de l'objet qui ne reçoit pas la lumière.
  - 1.2 **L'ombre portée** est l'ombre de l'objet sur l'écran.
2. Noms des aspects pris par la Lune.  
Premier croissant ; Premier quartier ; Première gibbeuse ; Pleine lune ; Dernière gibbeuse ; Dernier quartier ; Dernier croissant.

## III. EXERCICES

### Exercice 1

Recopie le tableau, ci-dessous et relie chaque type d'ombre à sa définition.

Cône d'ombre ●	● Tâche d'ombre sur écran
Ombre propre ●	● Espace non éclairé du solide
Ombre portée ●	● Espace non éclairé entre le solide et l'écran

### Corrigé

Cône d'ombre ●	● Tâche d'ombre sur écran
Ombre propre ●	● Espace non éclairé du solide
Ombre portée ●	● Espace non éclairé entre le solide et l'écran

### Exercice 2

Citez en ordre les différentes phases de la Lune.

### Corrigé

Les différentes phases de la Lune :

Nouvelle Lune ; Premier croissant ; Premier quartier ; Première gibbeuse ;  
Pleine Lune ; Dernière gibbeuse ; Dernier quartier ; Dernier croissant.

### Exercice 3

La lune tourne autour de la terre en changeant d'aspect appelé des phases. Lors de certaines phases on peut observer une éclipse lunaire ou une éclipse solaire.

**1. On peut observer une éclipse lunaire :**

- a. lors de la phase de la pleine lune ;
- b. lors de la phase de la nouvelle lune ;
- c. lors de la phase du premier croissant.

**2. On peut observer une éclipse solaire :**

- a. lors de la phase de la pleine lune ;
- b. lors de la phase de la nouvelle lune ;
- c. lors de la phase du dernier croissant.

**3. Dans le cas d'une éclipse de soleil :**

- a. la Terre est dans le cône d'ombre de la Lune ;
- b. la Lune se trouve dans le cône d'ombre de la Terre ;
- c. le Soleil, la Terre et la Lune sont alignés dans cet ordre.

**Recopie le numéro et la lettre correspondant à la bonne réponse.**

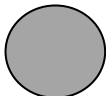

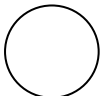

### Corrigé

Les bonnes réponses sont :

1. a ; 2.b ; 3.a

### Exercice 4

En vue de préparer le cours sur « les phases de la lune et les éclipses » un groupe d'élèves de 4<sup>e</sup> a relevé les informations suivantes sur un extrait de calendrier du mois de février. Il sollicite ton aide pour exploiter ce document afin de prévoir le jour de la prochaine nouvelle lune.

Vendredi 2 février	Samedi 10 février	Samedi 17 février	Samedi 24 février
			

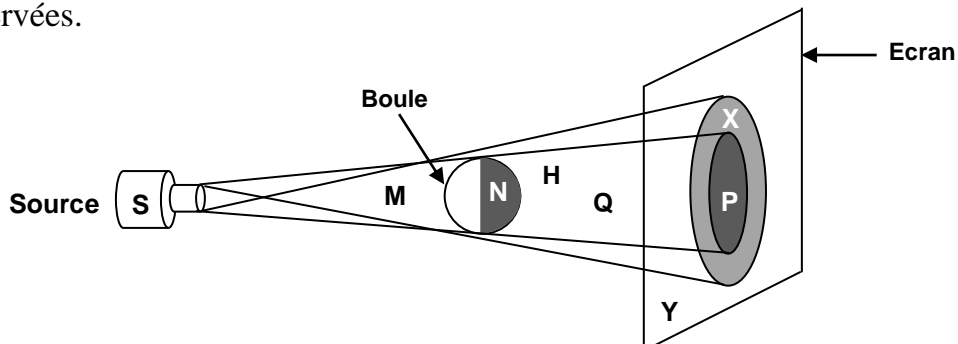
- 1. Nomme les phases de la lune présentées dans le tableau.
- 2. Donne la date de la prochaine nouvelle lune.

### Corrigé

- 1. Nouvelle lune; Premier croissant ; Pleine lune ; dernier croissant.
- 2. La date de la nouvelle lune est le 3 mars.

## Exercice 5

Après le cours, votre Professeur de Physique-Chimie remet à ton groupe le document ci-dessous. La source de lumière étendue (S) éclaire une boule opaque. Il demande au groupe d'indiquer les ombres observées.



Etant le chef du groupe, tu es sollicité pour présenter votre production.

1. Définis :
  - 1.1. une ombre propre ;
  - 1.2. une ombre portée.
2. Indique le ou les points situés dans les zones entièrement éclairées sur la figure.
3. Cite :
  - 3.1. le ou les points situés dans le cône d'ombre ;
  - 3.2. le ou les points situés dans l'ombre propre ;
  - 3.3. le ou les points situés dans l'ombre portée.

## Corrigé

1. Définitions :
  - 1.1. Une ombre propre est l'ombre située sur la partie non éclairée de l'objet.
  - 1.2. Une ombre portée est l'ombre de l'objet projetée sur un écran ou au sol.
2. Les points entièrement éclairés sont : M et Y.
3.
  - 3.1. Les points situés dans le cône d'ombre sont : H et Q.
  - 3.2. Le point situé dans l'ombre propre est N.
  - 3.3. Le point situé dans l'ombre portée est P.



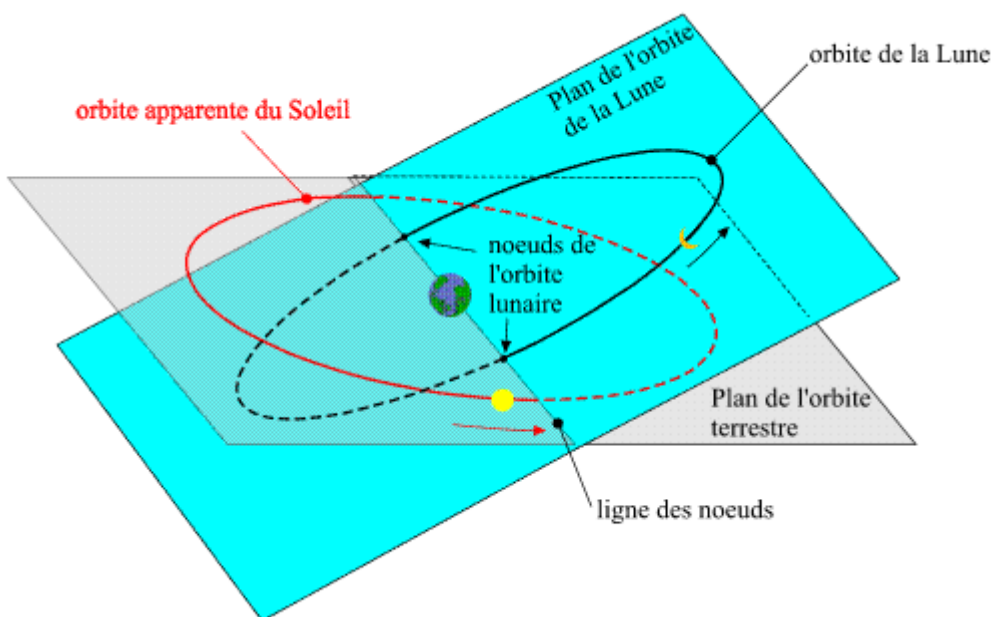
#### IV. DOCUMENTATION

### Condition d'observation et durée des éclipses

## Les éclipses de Lune

### Quand ont lieu les éclipses de Lune ?

Il y a éclipse de Lune lorsque la Lune passe dans le cône d'ombre ou dans le cône de pénombre de la Terre. Le Soleil, la Terre et la Lune sont alors quasi alignés, ce qui correspond au moment de la pleine Lune. Si le plan de l'orbite de la Lune était le même que le plan de l'orbite de la Terre (écliptique), il y aurait une éclipse de Lune à chaque pleine Lune, or le plan de l'orbite de la Lune est incliné d'environ  $5^{\circ} 13'$  sur le plan de l'orbite terrestre. L'intersection de ces deux plans est une droite appelée *ligne des noeuds* et les intersections de cette droite avec l'écliptique sont appelées *noeuds de l'orbite lunaire*. Pour qu'il y ait une éclipse, il faut donc que la Lune soit près de la ligne des noeuds au moment de la pleine Lune.



### Périodicité des éclipses, le Saros

Lorsque la Lune et le Soleil sont au voisinage d'un des noeuds, il y a éclipse de Soleil ou éclipse de Lune. La différence entre la longitude moyenne de la Lune et celle du Soleil, est une fonction linéaire du temps qui augmente de  $360^{\circ}$  en 29.5305882 jours, cette période « L » est appelée *la révolution synodique* de la Lune, ou *mois lunaire* ou bien encore *lunaison*. Le plan de l'orbite de la Lune est animé d'un mouvement de précession, ainsi les noeuds parcourent l'écliptique dans le sens rétrograde (sens des aiguilles d'une montre).

La période PN de ce mouvement des noeuds est de 18,61 années tropiques, soit 6797.157342 jours. La différence entre la longitude moyenne de la Lune et celle du noeud ascendant de son orbite est, comme la lunaison, une fonction linéaire du temps qui augmente de  $360^\circ$  en 27.2122208 jours, cette période « G » est appelée *révolution draconitique de la Lune*. Pour qu'il y ait retour des conditions favorables à une éclipse, on doit donc trouver une relation entre cette période et la période de la lunaison. On doit déterminer deux nombres x et y tel que  $x.G=y.L$  ou encore  $x/y=L/G$ .

En utilisant la méthode de décomposition des réels en fraction continue, on obtient entre autre :

$$x/y=1.085196 = 242/223$$

Soit une période de 223L, donc de 18ans et 11 jours. C'est ce cycle, déjà connu des Grecs, que l'on appelle le **Saros**. Au cours de ce cycle, on retrouve en moyenne le même nombre d'éclipses. Mais les irrégularités du mouvement de l'orbite lunaire font que la succession du type des éclipses n'est pas conservée.

En réalité, cette période n'est pas un nombre exact de jours, la fraction de jour est d'environ un tiers de jour. Donc les éclipses se reproduisent bien le même jour mais avec un décalage en longitude d'environ 120 degrés.

## Nombre d'éclipses par an

On peut calculer le nombre d'éclipses observables dans une année civile. Si on tient compte de toutes les éclipses, y compris les éclipses de Lune par la pénombre, il y a au moins quatre éclipses par an, dont deux de Soleil et deux de Lune. Le nombre maximum d'éclipses par an est de sept, mais dans ce cas, il n'y aura jamais une seule éclipse de Lune (et six éclipses de Soleil) ou une seule éclipse de Soleil (et six éclipses de Lune), les autres configurations étant seules possibles.

## Les canons d'éclipses

Les listes d'éclipses de Lune et de Soleil sont publiées dans des livres appelés *canons d'éclipses*. Le plus connu est celui de Theodor Ritter von Oppolzer, sa première édition date de 1887 dans le volume 52 des Mémoires de Mathématiques et de Sciences Naturelles de l'Académie Impériale de Vienne. Ce canon, corrigé, est réédité régulièrement par *Dover Publications*. Dans ce canon, on trouve 8000 éclipses de Soleil et 5200 éclipses de Lune. Il faut préciser que l'on n'y trouve pas les éclipses de Lune par la pénombre.

Il convient de citer également le canon des éclipses de Lune de Jean Meeus et Hermann Mucke (1983, Astronomisches Büro, Vienne), contenant toutes les éclipses de Lune comprises entre -2002 et +2526.

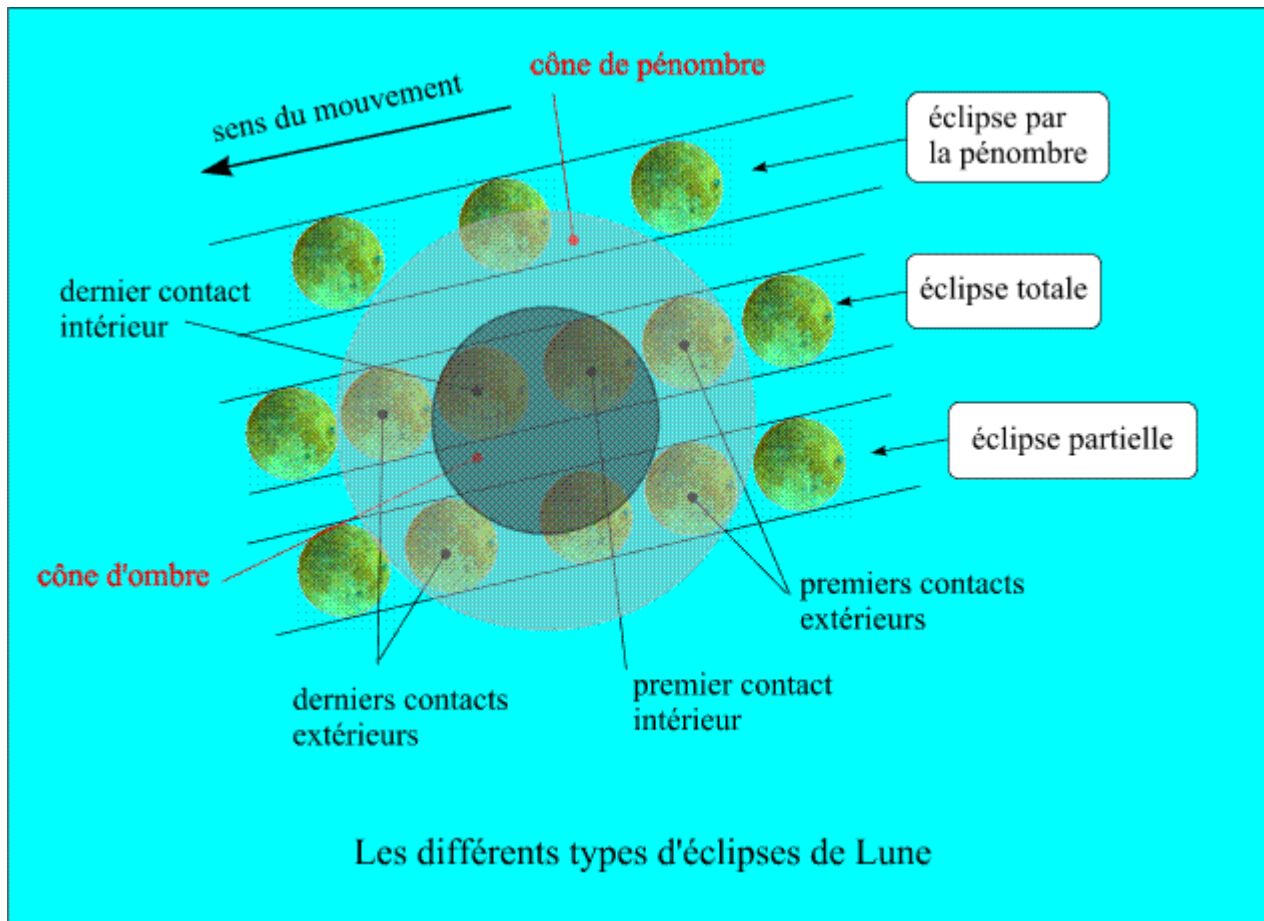
## Atmosphère terrestre et éclipse de Lune

Au cours d'une éclipse totale de la Lune, les rayons lumineux passant dans l'atmosphère terrestre sont déviés par la réfraction atmosphérique et éclairent la Lune. Ce flux lumineux est plus proche au centre de la Lune et se traduit par une coloration rougeâtre, qui rappelle un peu la couleur du ciel terrestre au moment du coucher du Soleil. Les autres régions de la Lune sont peu colorées, d'une teinte généralement grise. L'aspect, les couleurs et l'intensité de l'éclairement sont très variables d'une éclipse à l'autre, ils sont imprévisibles et dépendent fortement des conditions météorologiques atmosphériques sur le terminateur terrestre (l'arc de grand cercle terrestre délimitant la surface de la Terre vue de la Lune).

# Condition d'observation et durée des éclipses

## Il y a trois types d'éclipses de Lune.

- Les éclipses par la pénombre, lorsque la Lune passe uniquement dans le cône de pénombre de la Terre. Ces éclipses sont très peu spectaculaires et sont à peine visibles.
- Les éclipses partielles, lorsque la Lune passe en partie dans le cône d'ombre de la Terre.
- Les éclipses totales, lorsque la Lune passe en totalité dans le cône d'ombre de la Terre.



Pour observer une éclipse de Lune il faut et il suffit que la Lune soit visible, donc levée au lieu d'observation.

## Échelle de Temps

Les dates et les instants sont donnés en *Temps universel coordonné* (UTC), les longitudes des lieux sont données par rapport au méridien de Greenwich. Or l'échelle de temps utilisée dans les éphémérides est le *Temps terrestre* (TT), il convient donc, pour les éclipses futures de connaître une approximation de la différence entre le Temps terrestre et le Temps universel coordonné. Cette approximation est obtenue par extrapolation des valeurs actuelles. Néanmoins, lorsque l'on connaîtra la valeur exacte de cette différence, on pourra corriger les résultats publiés de la manière suivante : si  $dt$  représente la différence, en secondes de temps, entre la valeur réelle de TT-UTC et la valeur estimée de TT-UTC, alors les instants des phénomènes devront être corrigés de  $dt$ , et les longitudes de  $dL = 1,002738 \cdot dt / 240$  degrés vers l'est si  $dt$  est positif ou vers l'ouest si  $dt$  est négatif.

## Circonstances d'une éclipse de Lune

Chaque phase d'une éclipse est caractérisée par les instants suivants :

- l'entrée dans la pénombre,
- l'entrée dans l'ombre (pour les éclipses partielles et totales),
- le début de la totalité (pour les éclipses totales uniquement),
- le maximum de l'éclipse et sa grandeur à cet instant,
- la fin de la totalité (pour les éclipses totales uniquement),
- la sortie de l'ombre (pour les éclipses partielles et totales),
- la sortie de la pénombre.

Pour l'entrée et la sortie de l'ombre et de la pénombre, et pour le début et la fin de la totalité, on peut définir les points de contacts entre l'ombre ou la pénombre et le limbe lunaire. Pour l'entrée et la sortie de l'ombre et de la pénombre, on parlera de contacts extérieurs et pour le début et la fin de la totalité, de contacts intérieurs. Ces points sont donnés par leur angle polaire, défini par la direction du vecteur CO (centre de la Lune - point du contact) et la direction CP (centre de la Lune - pôle Nord), cet angle est compté positivement dans le sens rétrograde à partir du Nord.

Une éclipse de Lune pouvant durer plusieurs heures (au maximum 5 heures), pour en observer toutes les phases il faut que la Lune soit levée durant la totalité du phénomène, sinon on ne peut observer qu'une partie des phases de l'éclipse.

Pour indiquer les zones de visibilité des différentes phases, on trace ces zones sur une carte. Elles sont délimitées par les courbes qui correspondent aux terminateurs terrestres définis par les grands cercles ayant pour pôles les coordonnées des lieux où la Lune est au zénith à l'instant du début et de la fin de chaque phase. Ce sont donc les lieux du globe terrestre où la Lune est à l'horizon.

<https://promenade.imcce.fr/fr/pages3/333.html>

## Description

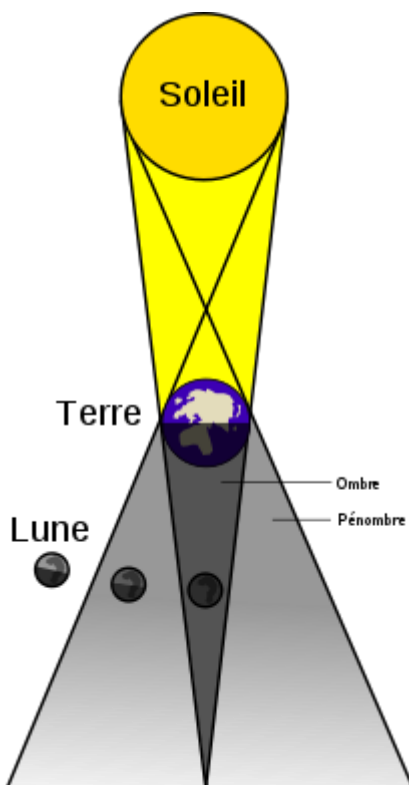


Schéma d'une éclipse lunaire totale.

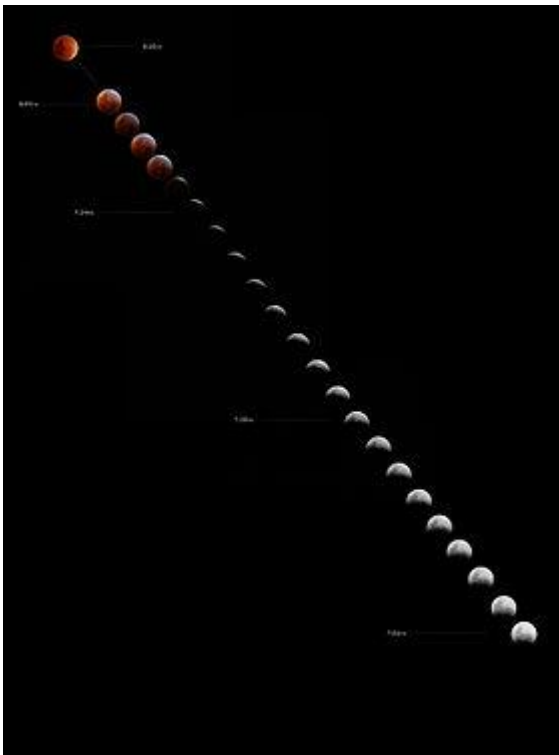
Une éclipse lunaire se produit lorsque l'ombre de la Terre se projette sur la Lune. Deux conditions sont requises pour que cela arrive. D'abord, la Lune doit être [pleine](#), c'est-à-dire que, par rapport au Soleil, elle doit se trouver juste derrière la Terre. Toutefois, comme le plan orbital de la Lune est incliné de  $5^\circ$  par rapport au plan orbital de la Terre (l'[écliptique](#)), la plupart des pleines lunes se produisent quand la Lune est au Nord ou au Sud de l'ombre de la Terre. Ensuite, une deuxième condition pour qu'une éclipse lunaire advienne est que la Lune doit être à proximité d'un des deux points d'intersection que son orbite fait avec l'écliptique. Ces deux points nodaux sont appelés respectivement [nœud ascendant](#) lunaire et [nœud descendant](#) lunaire.



Phases d'occultation successives de [la Lune le 3 mars 2007](#).

Chaque année il y a au moins deux éclipses lunaires.

L'ombre terrestre peut être décomposée en deux parties distinctes : l'ombre et la pénombre. Dans l'ombre, il n'y a pas de rayonnement solaire direct. Toutefois, du fait de l'importance du diamètre angulaire du Soleil, l'éclairement solaire est partiellement arrêté dans la partie externe de l'ombre terrestre que l'on nomme pénombre.



[Éclipse lunaire totale du 28 août 2007](#).

Une **éclipse pénombrale** se produit quand la Lune traverse uniquement la pénombre de la Terre. La pénombre ne provoque aucun obscurcissement notable de la surface lunaire, pourtant certaines personnes affirment qu'elle jaunit un peu. Certaines éclipses pénombrales sont totales, durant lesquelles la Lune se trouve entièrement dans la zone de pénombre de la Terre. Les **éclipses totales pénombrales** sont rares, et quand elles se produisent, la partie la plus proche de l'ombre peut apparaître plus sombre que le reste de la Lune.

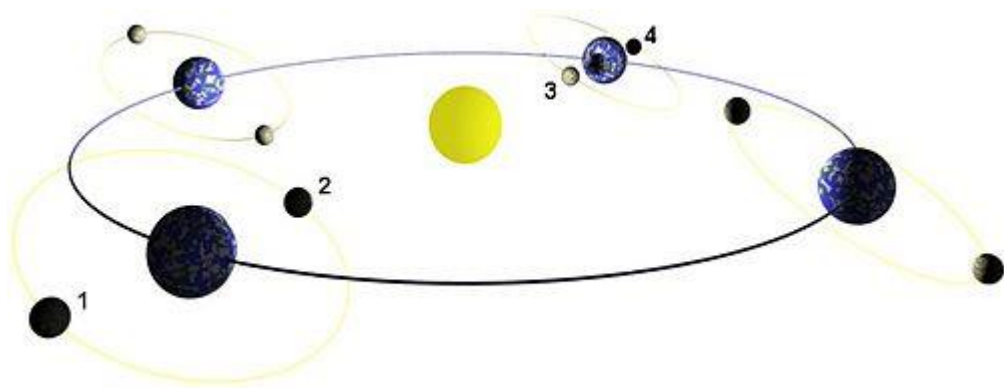
Une **éclipse partielle** se produit uniquement quand une partie de la Lune entre dans l'ombre. Quand la Lune traverse complètement l'ombre terrestre, on peut observer une **éclipse totale**.

Une éclipse totale se produit lorsque l'entièreté du globe lunaire est plongé durant un laps de temps dans le cône d'ombre de la Terre. La Lune prend alors des teintes cuivrées, plus ou moins sombres selon l'alignement Soleil-Terre-Lune.

Une **éclipse totale centrale** se produit lorsque la Lune passe par le centre de l'ombre de la Terre. Cela arrive une, ou quelques fois par décennie.

Le [26 juin 2029 \(en\)](#), il se produira une éclipse totale centrale assez particulière : c'est le centre de la Lune qui passera quasiment par le centre de l'ombre de la Terre. C'est-à-dire que le Soleil, la Terre et la Lune seront quasi-parfaitement alignés au maximum de l'éclipse. De plus, la Lune sera proche de son [périgée](#), ce qui pourrait produire une teinte assez sombre pour la Lune éclipsée. Ce phénomène n'arrive qu'une fois par siècle en moyenne.

La vitesse de la Lune à travers l'ombre est de l'ordre du kilomètre par seconde, et la totalité peut durer jusqu'à près de 107 minutes (un peu plus d'1 h 45). Néanmoins, la durée totale entre le premier et le dernier contact de la Lune avec l'ombre est beaucoup plus long (jusqu'à 6 heures). La plus longue éclipse lunaire totale sur la période allant de 1000 av. J.-C. à 3000 ap. J.-C. aura eu une durée de 1 h 47 min 14 s, et eut lieu le 31 mai 318. La distance relative de la Lune de la Terre durant une éclipse peut affecter la durée d'une éclipse. En particulier, quand la Lune est proche de son [apogée](#) (c'est-à-dire le point le plus éloigné par rapport à la Terre sur son orbite) sa vitesse orbitale est plus lente. Le diamètre de l'ombre ne décroît pas plus avec la distance. Ainsi, une Lune totalement éclipsée se produisant près de l'apogée prolongera la durée de la totalité.



En 1 et 4, une éclipse lunaire est possible, en 2 et 3, une [éclipse solaire](#).

## Apparence

Article détaillé : [Lune rousse \(astronomie\)](#).



Éclipse de Lune vue depuis [Hamois](#) en Belgique.



[Lire le média](#)

Éclipse lunaire totale, en accéléré, [le 15 juin 2011](#) au-dessus de l'[Acropole d'Athènes](#).

À la différence des éclipses solaires, les éclipses lunaires sont inoffensives à observer à l'œil nu.

Au cours d'une éclipse totale de la Lune, les rayons lumineux passant dans l'atmosphère terrestre sont déviés par la [réfraction](#) atmosphérique et éclairent la Lune. Ce flux lumineux est plus proche au centre de la Lune et se traduit par une coloration rougeâtre, qui rappelle un peu la couleur du ciel terrestre au moment du [coucher de soleil](#). Les autres régions de la Lune sont peu colorées, d'une teinte généralement grise. L'aspect, les couleurs et l'intensité de l'éclairement sont très variables d'une éclipse à l'autre, sont imprévisibles et dépendent fortement des conditions météorologiques atmosphériques sur le [terminateur](#) terrestre.

L'[échelle de Danjon](#) a été établie pour évaluer la luminosité résiduelle et la coloration de la Lune lors d'une telle éclipse.

## Périodicité

Article détaillé : [Saros](#).

Chaque année, il y a au moins deux éclipses lunaires. En connaissant la date et l'heure d'une éclipse, on peut en prévoir d'autres grâce aux cycles d'éclipses, tel que le cycle [Saros](#). À la différence d'une éclipse solaire (annulaire ou totale), qui ne peut être vue que sur une zone très restreinte du monde, une éclipse lunaire est visible n'importe où sur la Terre dans son côté nuit.

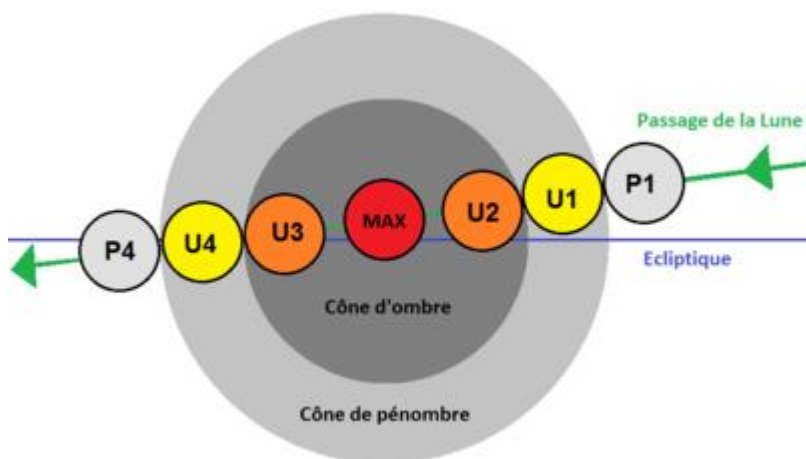


Diagramme d'une éclipse de Lune et points de références.

[https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89clipse\\_lunaire](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89clipse_lunaire)