



# Optique

## *Optics*

Réf :  
202 171

Français – p 1

English – p 22

Version : 8111

***Mini labo. d'optique***  
***Optics mini lab***

## 1. Description et principe



Le mini labo d'optique Jeulin est un ensemble très complet de matériel d'optique dédié à l'expérimentation au collège. Il a été pensé et conçu dans l'objectif de permettre une manipulation aisée par les jeunes élèves (léger, dimensions modestes et maintien efficace des éléments par aimantation), et ceci sans nécessité de faire l'obscurité dans la salle de classe.

Il est composé de :

- une boîte noire avec fond métallique permettant la fixation d'accessoires optiques montés sur supports aimantés ;
- d'une source blanche ponctuelle montée sur support magnétique ;
- de 5 supports de diapositives aimantés noirs en plastique ;
- d'une boule blanche montée sur support aimanté ;
- d'une petite bille blanche montée sur tige ;
- d'un petit classeur plastique contenant 19 plaquettes 50 x 50 mm :
  - 2 écrans blancs opaques ;
  - 2 écrans noirs opaques ;
  - 2 écrans fluorescents rose et jaune ;
  - 2 filtres rouge et vert ;
  - 4 diapositives translucides en polypropylène ;
  - 3 fentes simples centrées sur diapositives noires et opaques ;
  - 2 écrans noirs opaques avec au centre une ouverture en forme de carré et de rond ;
  - 2 diapositives transparentes avec au centre un carré et un rond noirs opaques ;

## 2. Caractéristiques techniques

### Boîte noire :

- dimensions : 320 x 170 x 90 mm ;
- une fenêtre d'observation fixe à l'un des bouts ;
- un côté pouvant être déplié ou refermé à volonté, permettant l'observation des expériences d'optique sur toute la longueur de la boîte depuis le côté ;
- un couvercle amovible offrant à l'élève un accès aisément par le dessus pour positionner les accessoires d'optique.

### Source lumineuse :

- dimension boîtier : 60 x 30 x 50 mm
- position DEL : 30 mm pour un parfait alignement optique avec les accessoires ;
- semelle magnétique ;
- interrupteur marche arrêt à glissière ;
- alimentation : 1 pile 6F22 9 V (fournie) ;
- source disponible au détail sous la référence 202 170 ;

### Accessoires :

- Grosse boule blanche : Ø 25 mm environ sur support magnétique ;
- Petite boule blanche : Ø 10 mm environ montée sur tige ;
- Plaquettes : 50 x 50 mm.

## 3. Quelques exemples d'observations :

Pour dresser une liste non exhaustive des observations réalisables à partir du mini labo d'optique, imaginons quelques situations concrètes toutes prises comme exemples dans les préoccupations d'un astronome amateur, et proposons les expériences à mettre en œuvre pour vérifier expérimentalement les réponses possibles.

Pourquoi ce parti pris pour l'astronomie ? L'essentiel réside sûrement dans l'intérêt que portent les élèves à ce domaine de questions, et à l'observation directe qu'on peut leur proposer pour étayer ces découvertes affirmées en classe.

### 3.1 Question 1 : A quelles conditions peut-on voir la Lune ?

Recherche : Pourquoi voit-on un objet ?

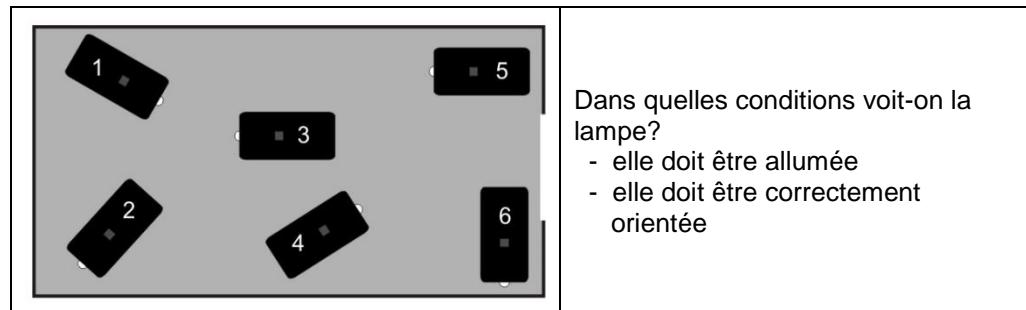
#### 3.1.1 Expériences 1/ : sans lumière, vision impossible

Objectif : Mise en évidence de deux types de source de lumière : les sources primaires et les objets diffusants.

Matériel : source seule dans la boîte fermée par son couvercle.

Description : dans un premier temps, l'observateur regarde l'intérieur de la boîte, lampe éteinte; puis la source est allumée et placée dans différentes positions.

Observation :



Dans quelles conditions voit-on la lampe?

- elle doit être allumée
- elle doit être correctement orientée

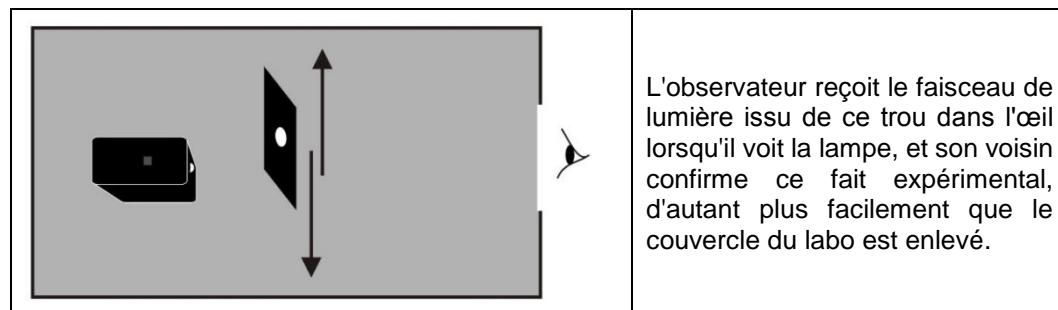
### 3.1.2 Expérience 2 : l'œil doit recevoir la lumière émise par l'objet

Objectif : Comprendre que pour voir un objet, il faut que l'œil en reçoive de la lumière.

Matériel : source, écran noir opaque percé d'une ouverture.

Description : la source éclaire l'écran noir percé ; l'élève place son œil de l'autre côté, près de l'ouverture du labo.

Observation :



L'observateur reçoit le faisceau de lumière issu de ce trou dans l'œil lorsqu'il voit la lampe, et son voisin confirme ce fait expérimental, d'autant plus facilement que le couvercle du labo est enlevé.

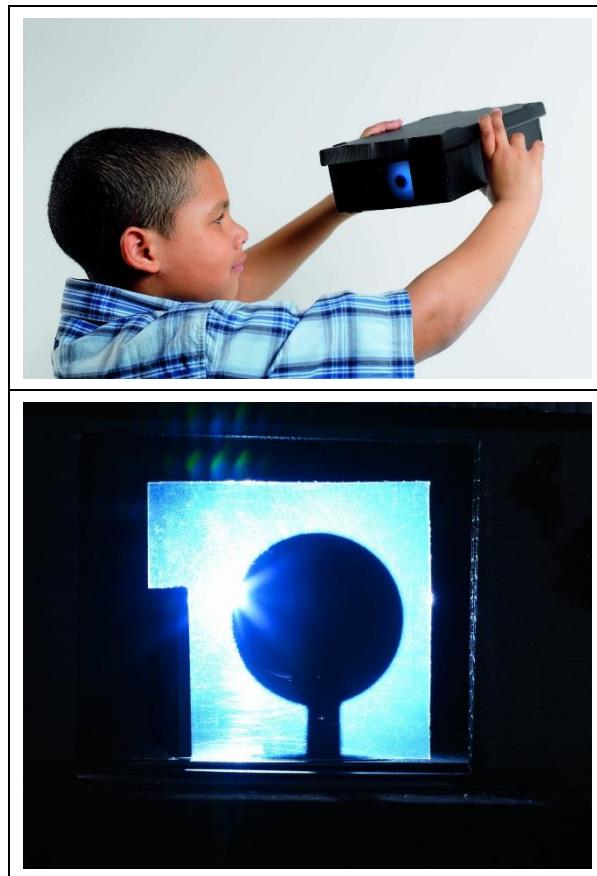
### 3.1.3 Expérience 3/ : un obstacle peut masquer la source

Objectif : Comprendre que pour voir un objet, il faut que l'œil en reçoive de la lumière. Mettre en évidence le fait qu'une source lumineuse définit deux zones : une zone éclairée de laquelle l'observateur voit la source et une zone d'ombre de laquelle l'observateur ne voit pas la source.

Matériel : source, diapositive transparente avec au centre un rond noir (ou un carré) ou boule sur support aimanté, écran translucide (permet d'atténuer la source si la luminosité est trop importante pour l'œil).

Description : Expérience précédente « en négatif » : lorsque l'observateur déclare ne pas voir la source, l'élève témoin voit l'ombre de l'obstacle se découper sur l'œil ouvert de son camarade. Il y a impossibilité pour l'observateur de voir la source lorsque l'œil, l'obstacle et la source sont alignés.

Observation : L'ombre ronde (ou carrée) de l'obstacle se découpe sur le visage de l'observateur, et surtout sur son œil lorsque celui-ci déclare ne pas voir la source. Un élève témoin regardant l'observateur, comme dans l'expérience précédente, le confirmera. Le remplacement de la diapositive par un écran opaque de n'importe quelle couleur pourra confirmer qu'un objet ne peut être vu que si la lumière qu'il diffuse peut parvenir jusqu'à l'œil.



### 3.1.4 Conclusion :

Certains objets sont visibles car ils émettent de la lumière (le Soleil par exemple) et d'autres, la plupart en fait, ne peuvent être vus que parce qu'ils diffusent la lumière qui les éclairent (comme la Lune jouant le rôle de miroir).

Nous voyons la Lune, au-dessus de l'horizon, lorsque nos yeux peuvent recevoir sa lumière.

## 3.2 Question 2 : Pourquoi trouve-t-on plus facilement son chemin les jours de pleine Lune ? Existe-t-il des claires de Terre sur la Lune ?

Recherche : Un objet peut-il éclairer sans produire de la lumière ?

### 3.2.1 Expérience 1 : un objet opaque blanc est diffusant

Objectif : Définir les conditions expérimentales pour qu'un écran diffusant éclaire un objet : éclairage de l'écran par une source, positions relatives de l'écran, de l'objet et de la source, etc.

Matériel : objet opaque (boule), source, écran blanc.

Description : on place la source à côté de l'objet (sans l'éclairer) ; l'écran blanc opaque est quant-à lui disposé face à la boule et à la source.

Observation :



Pour rendre lumineux un objet non éclairé directement, il faut placer l'écran blanc dans le faisceau de la lampe pour qu'il renvoie la lumière vers l'objet.

### 3.2.2 Expérience 2 : l'objet doit être opaque et diffusant

Objectif : Comparer l'éclairement obtenu par un objet diffusant selon les propriétés optiques de celui-ci (couleur, transparence, etc).

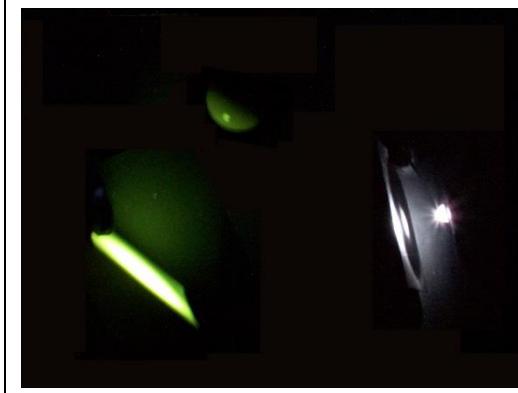
Matériel : source, objet opaque blanc (boule), écran noir opaque, écrans opaques colorés, diapositive translucide.

Description : configuration de l'expérience précédente dans laquelle l'écran blanc est remplacé par un écran noir opaque avec ouverture, ou une diapositive translucide, ou un écran coloré.

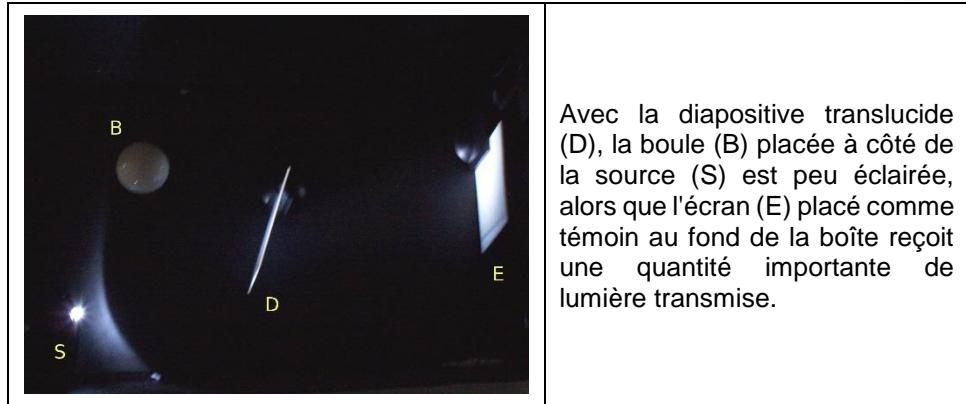
Observation : Les écrans étudiés ici sont soit non diffusant puisque l'écran noir absorbe la lumière, soit partiellement diffusants car les écrans colorés ne permettent pas à la boule de paraître blanche. Avec ces expériences, il est donc possible de préciser la notion de « source secondaire ». L'utilisation de l'écran translucide, qui ne diffuse qu'un peu de la lumière qu'il reçoit, permet d'affiner la définition.



Avec l'écran noir, la boule n'est pas éclairée.



Avec l'écran vert, la boule blanche paraît verte.



Avec la diapositive translucide (D), la boule (B) placée à côté de la source (S) est peu éclairée, alors que l'écran (E) placé comme témoin au fond de la boîte reçoit une quantité importante de lumière transmise.

### 3.2.3 Expérience 3 : la Lune et la « lumière cendrée »

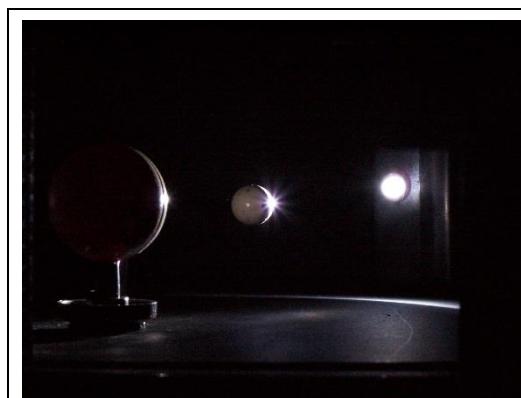
Objectif : Reproduire expérimentalement les phénomènes de diffusion responsables de la lumière cendrée.

Matériel : source, grosse et petite boules blanches opaques (la Terre et la Lune)

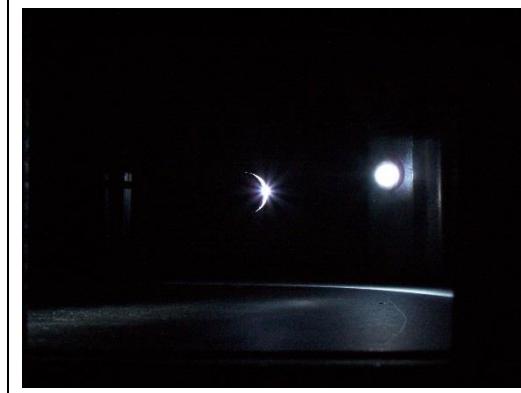
Description : La Lune est placée entre la source disposée au fond de la boîte (le Soleil) et la Terre, presque dans l'alignement, de manière à ce que la Lune soit perçue en croissant depuis la Terre, et donc depuis l'ouverture du mini labo.

Cette expérience pourra être reprise dans l'étude de la « lunaison ».

Observation : Il suffit de remarquer que l'ombre propre de la boule – Lune, qui paraît bien noire à côté d'un croissant bien net en l'absence de Terre, apparaît grise lorsqu'elle est éclairée par la lumière de la grosse boule blanche.



La lumière diffusée par la grosse boule Terre fait paraître en gris clair l'ombre propre de la boule Lune.



En l'absence de Terre, la partie « nuit » de la Lune paraît bien noire.

### 3.2.4 Conclusion

La Lune est un objet diffusant la lumière du Soleil, et elle renvoie moins de lumière lorsqu'elle est en quartier que lorsqu'elle est pleine.



Quant aux « clairs de Terre » sur la Lune, ils sont souvent observables trois jours après la nouvelle lune : ils sont désignés par l'expression « lumière cendrée ». La Terre a elle aussi le pouvoir de diffuser dans toutes les directions la lumière qu'elle reçoit du Soleil, et la Lune « à contre-jour », presque dans la même direction que le Soleil, en reçoit une partie.

La planète accompagnant la Lune sur cette photo est Jupiter.

## 3.3 Question 3 : Pourquoi la planète Mars nous paraît-elle rouge ?

Recherche : Comment recevoir dans l'œil de la lumière rouge ?

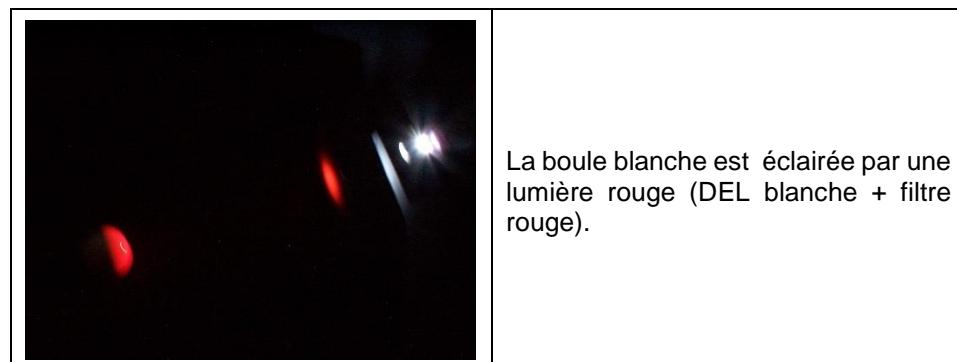
### 3.3.1 Expérience 1/ : La lumière est rouge.

Objectif : Recevoir dans l'œil de la lumière diffusée rouge à partir d'une source de lumière rouge.

Matériel : source, filtre rouge, boule blanche.

Description : on dispose le filtre rouge devant la source et on éclaire la boule blanche située au fond de la boîte.

Observation : la boule ne peut renvoyer que la lumière qu'elle reçoit et paraît donc rouge.



La boule blanche est éclairée par une lumière rouge (DEL blanche + filtre rouge).

### 3.3.2 Expérience 2 : L'objet diffusant est rouge

Objectif : Recevoir dans l'œil de la lumière diffusée rouge à partir d'une source de lumière blanche et d'un objet diffusant rouge.

Matériel : source, filtre rouge, objet rouge (à défaut écran diffusant rouge)

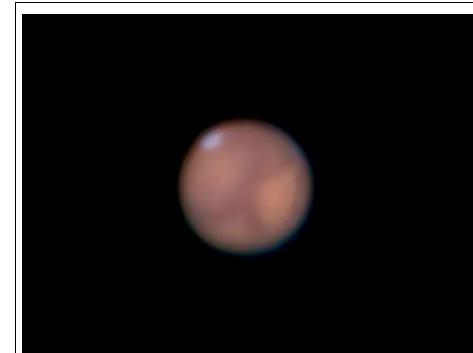
Description : Il est possible, dans un premier temps, de remplacer dans l'expérience précédente la boule blanche par un objet de couleur rouge. Puis le filtre étant retiré, l'objet rouge est observé en lumière blanche.

Observation : L'analyse de la lumière de la source montrera que les radiations rouges ne sont que l'une de ses composantes, il sera facile de montrer que l'objet rouge ne diffuse qu'une partie de la lumière qu'il reçoit.



Un œil placé à la place de la boule percevrait la lumière rouge diffusée par l'écran coloré.

### 3.3.3 Conclusion



La planète Mars, à cause de la nature de son sol rouge-orangé contenant de nombreux oxydes de fer, renvoie vers la Terre une lumière plutôt rouge. Au pôle (en haut à gauche de la planète), la calotte glaciaire renvoie la lumière blanche du Soleil.



### 3.4 Question 4 : Pourquoi peut-on mesurer la distance entre la Terre et la Lune avec un rayon laser ?

Recherche : Comment se déplace la lumière ?

#### 3.4.1 Expérience 1 : matérialisation du trajet de la lumière

Objectif : Mettre en évidence la propagation rectiligne de la lumière à l'aide de visées.

Matériel : source, 3 diapositives noires avec fente, demi-feuille de papier A4.

Description : on dispose une demi-feuille de papier A4 dans le fond de la boîte noire ; on aligne ensuite approximativement 2 fentes distantes d'une vingtaine de centimètres avec la source ; on place l'œil dans l'alignement du système et on vient placer une troisième fente entre les deux précédentes de manière à toujours percevoir la source. On relève ensuite la position des 3 fentes et de la source.

Observation : l'observateur ne peut voir la source que lorsque les trois fentes sont alignées.



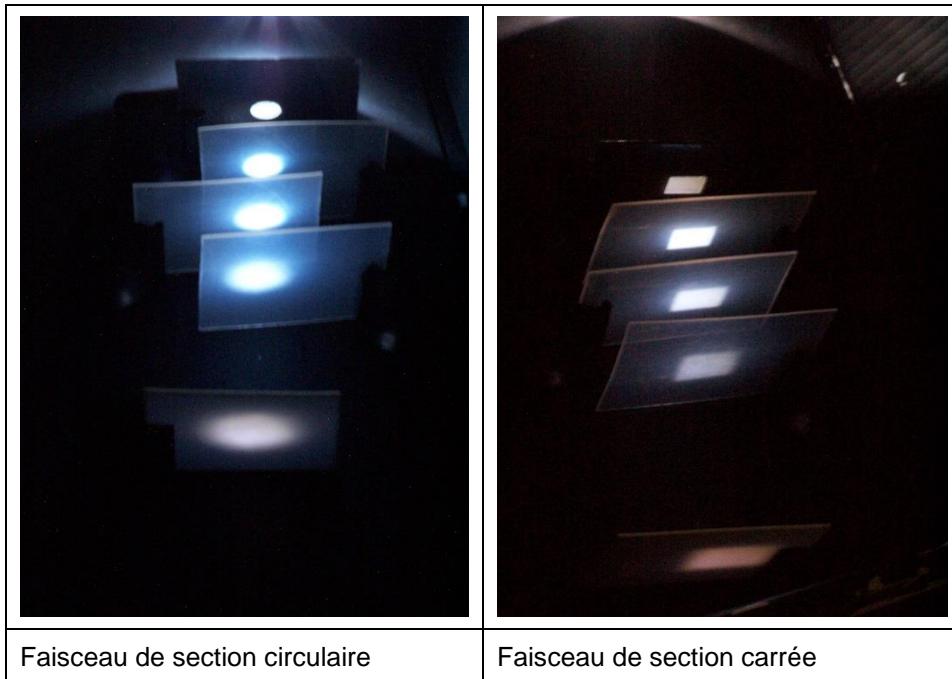
### 3.4.2 Expérience : visualisation d'un faisceau de lumière

Objectif : Mettre en évidence la propagation rectiligne de la lumière à partir de la visualisation de faisceaux.

Matériel : source, diapositive noire avec ouverture ronde (puis carrée), diapositives translucides.

Description : placer devant la source la diapositive avec ouverture, à quelques centimètres pour avoir un faisceau de faible section, puis disposer les diapositives translucides parallèlement à la première portant le trou.

Observation : On observera sur les écrans translucides « des ronds de lumière » dont le diamètre augmente avec la distance à la source. On remarquera que ces diapositives translucides sont en partie transparentes puisque la lumière parvient jusqu'à la suivante, et en partie diffusantes puisqu'elles éclairent chacune l'écran précédent.



### 3.4.3 Conclusion :

La lumière du laser se propage en ligne droite. Grâce à cette propriété, on est capable de mesurer la distance Terre-Lune. Le faisceau laser matérialise la droite passant par le télescope qui l'a émis ; le miroir posé sur la Lune réfléchit le faisceau laser et le renvoie vers le lieu du tir sur Terre.

Le tir laser est réalisé à partir de l'observatoire de la Côte d'azur, sur le plateau de Calern près de Grasse, et il dépend de l'observatoire de Nice. On trouvera donc des informations supplémentaires sur les sites de ces établissements: « [wwwrc.obs-azur.fr/cerga/laser/](http://wwwrc.obs-azur.fr/cerga/laser/) » ou « [www.obs-nice.fr](http://www.obs-nice.fr) »

Pour un complément d'étude sur les cadrants solaires, des informations sont consultables sur le site « [http://fr.wikipedia.org/wiki/cadran\\_solaire](http://fr.wikipedia.org/wiki/cadran_solaire) »

## 3.5 Question 5 : Pourquoi l'ombre de la Terre sur la Lune est-elle ronde pendant une éclipse de Lune ?

Recherche : De quoi dépendent la position, la forme, la taille et la couleur des ombres ?

### 3.5.1 Expérience 1 : comment produire une ombre ?

Objectif : Prévoir la position et la forme des ombres dans le cas d'une source ponctuelle.

Matériel : source, diapositive transparente avec au centre un carré noir, écran opaque blanc.

Description : on observe sur l'écran les variations de la forme de l'ombre en fonction de l'objet (carré noir) que l'on déplace ou que l'on fait pivoter suivant son axe vertical.

Observation : l'utilisation du carré noir sans épaisseur permet de s'intéresser aux propriétés de l'ombre portée sans risque de confusion avec l'ombre sur l'obstacle. On pourra tout d'abord étudier les variations des dimensions de l'ombre en fonction de la

distance de la diapositive à la source. L'utilisation de l'obstacle rond à la place de la forme carrée permettra de définir l'ombre en forme d'ellipse, ce qui pourrait faciliter ensuite la description du terminateur<sup>1</sup> sur la Lune au moment de l'étude des phases.

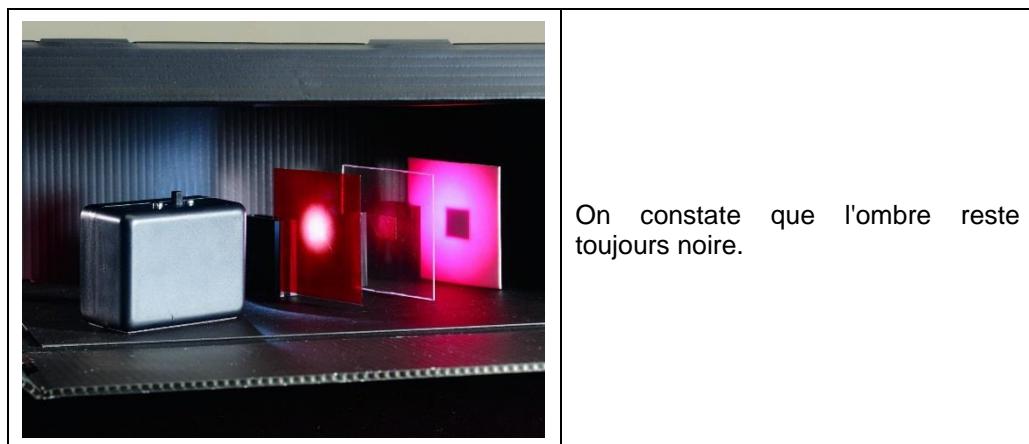
### 3.5.2 Expérience 2 : la couleur de l'ombre

Objectif : Constateter que l'ombre portée reste noire même dans le cas d'une source colorée.

Matériel : source, filtre de couleur (vert ou rouge), diapositive transparente avec au centre un carré noir, écran opaque blanc ou coloré.

Description : Il s'agit de montrer que l'ombre portée reste noire quelle que soit la couleur de la lumière ou celle de l'écran. Il est inutile pendant ces expériences de modifier les distances de l'obstacle à la source ou à l'écran, ou de faire varier la forme de l'ombre.

Observation :



Remarque : Il est possible de proposer en guise d'exercice de placer obliquement près de la source un écran opaque blanc ou jaune, de faire constater l'apparition d'une deuxième ombre portée et de demander pourquoi ces ombres ne sont plus vraiment noires mais plutôt grises ou jaunes foncé. Une ombre noire est une zone où il y a une absence totale de lumière.

### 3.5.3 Expérience 3 : ombre propre et ombre portée

Objectif : Interpréter les ombres propres et portées.

Matériel : source, boule blanche sur tige, écran blanc opaque et filtres de couleur.

Description : L'ombre propre sur la boule et l'ombre portée sur l'écran seront d'autant plus nettes que la source sera ponctuelle et que la boule sera éloignée de la source.

Observation : On pourra observer les ombres sur l'obstacle et sur l'écran.  
Les ombres restent noires en lumière de couleur (filtre disposé après la source).

Remarque : Il est possible de proposer en guise d'exercice de placer obliquement près de la source un écran opaque blanc ou jaune, de faire constater l'apparition d'une deuxième ombre portée et de demander pourquoi ces ombres ne sont plus vraiment noires mais plutôt grises ou jaunes foncé. Une ombre noire est une zone où il y a une absence totale de lumière.

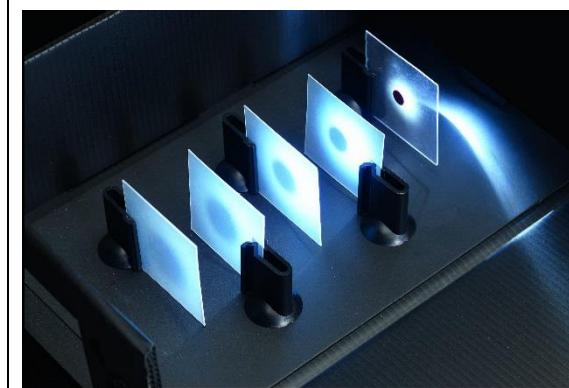
<sup>1</sup> Le terminateur est la ligne séparant la zone d'ombre et la zone éclairée de la Lune ou plus généralement d'une planète.

### 3.5.4 Expérience 4 : observation du cône d'ombre

Objectif : Mettre en évidence l'existence du cône d'ombre.

Matériel : source, diapositive transparente avec un rond noir au centre, diapositives translucides.

Description : Les quatre diapositives translucides sont disposées parallèlement à celle portant l'obstacle et découpent le cône d'ombre en fines sections noires.



On observe sur les diapositives translucides des ombres rondes dont le diamètre augmente avec la distance à la source.

On pourra rapprocher cette expérience de celle proposée pour matérialiser le faisceau de lumière, et réaffirmer ainsi la propagation rectiligne de la lumière.

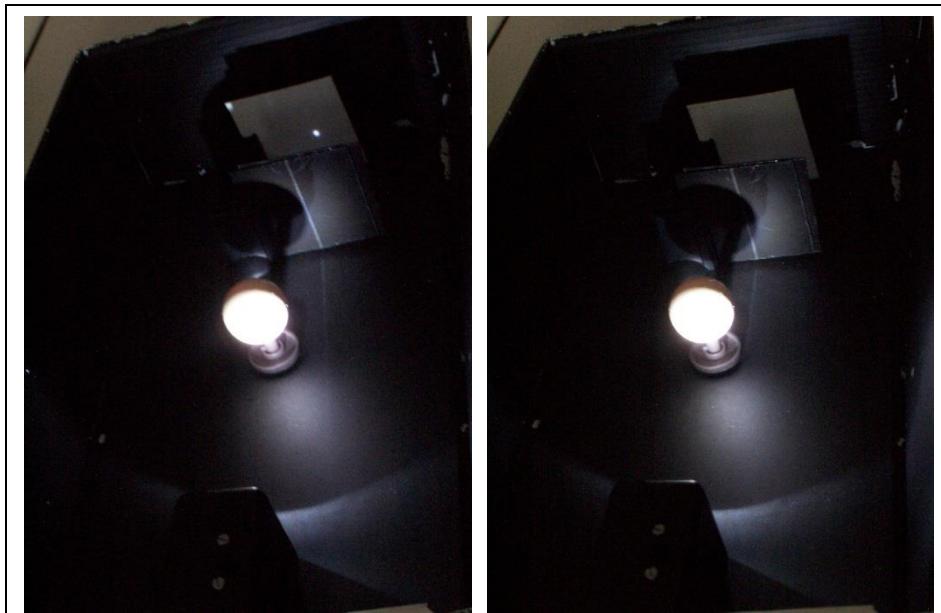
### 3.5.5 Expérience 5 : L'analyse du cône d'ombre

Objectif : Interpréter le cône d'ombre à partir de tracer.

Matériel : source, boule blanche sur support aimanté, écran opaque coloré, deux diapositives noires avec fentes assemblées croisées de façon à ne faire qu'un petit trou, une demi feuille A4 pour faire des tracer.

Description : On déplace les deux fentes croisées devant l'écran, perpendiculairement au faisceau, ou bien, après avoir retiré l'écran, on place un œil derrière ces deux diapositives assemblées (derrière le trou).

Observation :



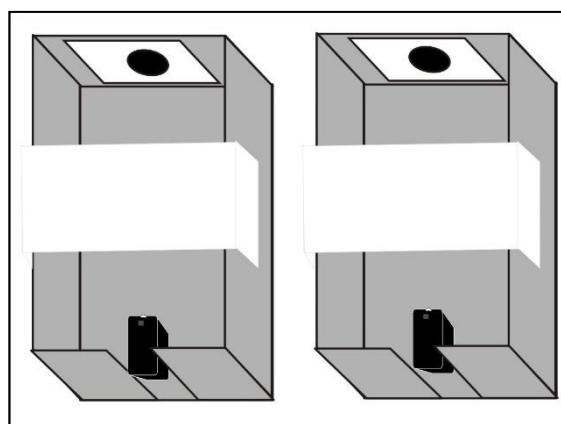
Selon que le trou se trouve dans la zone d'ombre (photo de droite) ou dans la partie éclairée (photo de gauche), un petit point blanc lumineux (un petit « pixel » carré) apparaîtra ou non sur l'écran opaque coloré, ou bien, en l'absence d'écran, on pourra voir la source par le petit trou si celui-ci ne se trouve pas dans le cône d'ombre. On peut noter sur une feuille placée en dessous la position du petit trou à partir de laquelle la source disparaît ou redevient visible. En effectuant ceci plusieurs fois à différentes distances de la boule, on peut ensuite tracer la projection du cône d'ombre sur la feuille.  
Remarque : les deux fentes croisées pourraient être remplacées par la diapositive noire à ouverture centrale carrée: l'analyse des différentes zones serait moins fine mais on pourrait mieux étudier la limite ombre / lumière.

### 3.5.6 Expérience 5 : La Terre est-elle plate ou ronde?

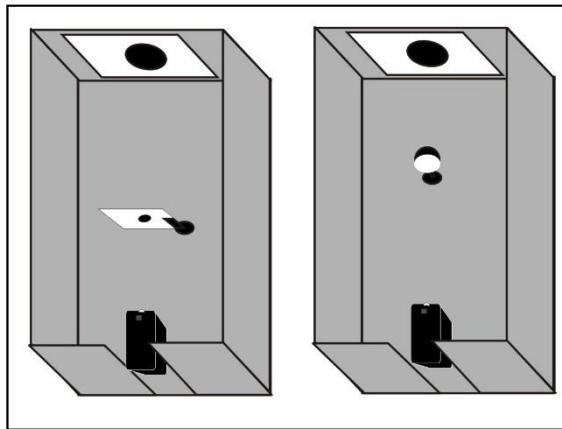
Objectif : Interpréter les ombres.

Matériel : source, grosse boule (la Terre) et petite boule (la Lune) blanches, diapositive transparente avec un rond noir, écran opaque blanc.

Description : L'expérience pourrait commencer par l'obtention de deux ombres identiques bien rondes sur l'écran plat, les obstacles étant cachés par des bandes de papier ....



Quels sont à votre avis les obstacles provoquant cette même ombre sur l'écran ?  
Retirons les caches ...



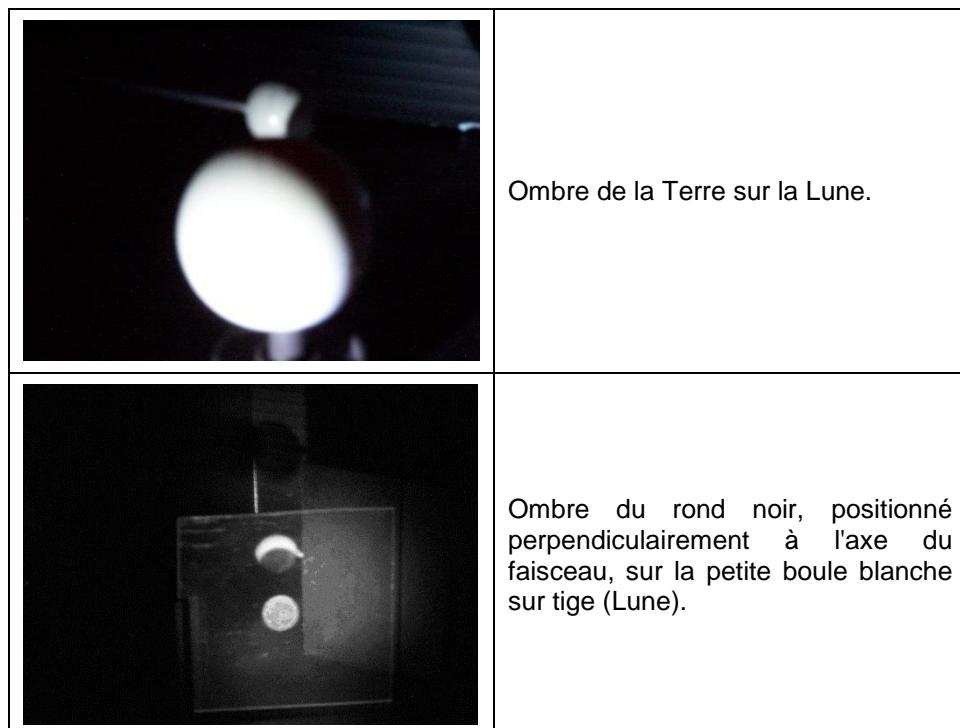
A gauche, l'ombre est provoquée par la diapositive transparente portant au centre un rond noir, alors qu'à droite c'est la grosse boule opaque qui donne ce même résultat sur l'écran.

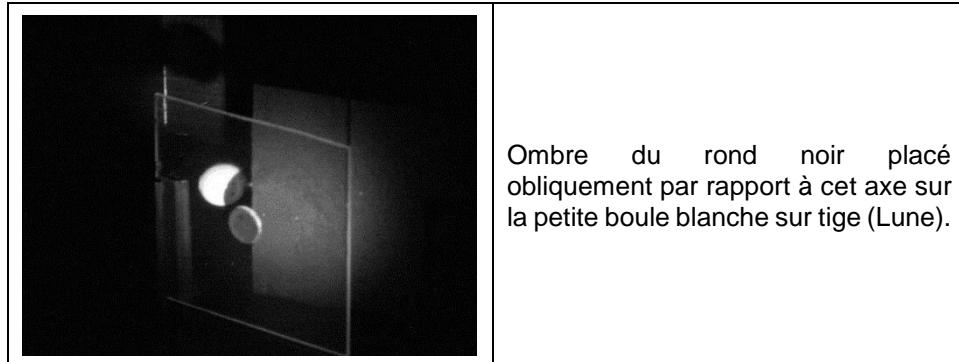
Si l'on fait maintenant pivoter légèrement chaque obstacle suivant un axe vertical, l'ombre de la boule ne change pas alors que celle de la diapositive devient une ellipse.

On remplace alors l'écran opaque blanc par la petite boule-Lune.

Observation : La boule-Terre doit être placée assez loin de la source pour que son ombre portée soit de taille raisonnable... Seule une Terre ronde peut donner une ombre au contour circulaire, quelle que soit la position de la source ou de l'obstacle. Ce fut dans l'Antiquité l'un des arguments avancés pour écarter le modèle d'une « Terre plate ».

Le phénomène de l'éclipse de Lune est décrit de façon plus détaillée dans le dernier paragraphe.





Ombre du rond noir placé obliquement par rapport à cet axe sur la petite boule blanche sur tige (Lune).

### 3.5.7 Conclusion :



Éclipse de Lune.

On notera que sur Terre la moitié côté nuit correspond à une ombre propre et que sur la Lune se profile une ombre de grand diamètre : l'ombre de la Terre (ombre portée).

## 3.6 Question 6 : Pourquoi la Lune change-t-elle d'aspect chaque jour ?

Recherche : Les positions relatives du Soleil, de la Terre et de la Lune permettent-elles d'expliquer les phases ?

### 3.6.1 Expérience 1 : description d'une lunaison avec deux boules exposées à la lumière

Objectifs : Simuler les phases de la Lune sur une lunaison complète.

Matériel : source, grosse et petite boules

Description : source au fond de la boîte, grosse boule au centre et petite boule tenue à la main.

Observation : En faisant tourner la petite boule (Lune) autour de la plus grosse (Terre), dans la lumière de la source (Soleil), en sens contraire des aiguilles d'une montre, on pourra observer l'aspect de la petite sphère dans ses différentes positions en la regardant juste au-dessus de la boule fixe. On pourra même imaginer l'observateur positionné sur la Terre (matérialisé par une gommette légèrement fixée) en essayant d'apprecier l'heure correspondante à ce lieu d'observation (sachant qu'il est midi au milieu de la face éclairée de cette grosse boule Terre).

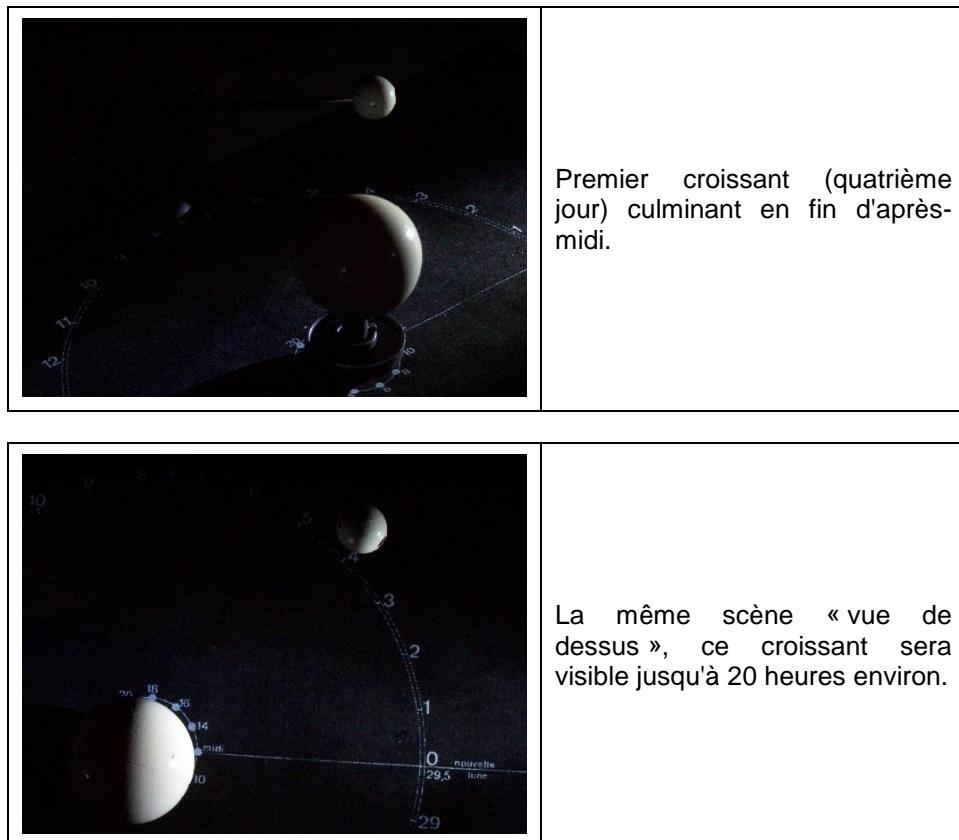
On pourra s'aider dans cette recherche plus poussée, de la feuille en page 19 portant deux cercles concentriques :

- le cercle intérieur gradué en heures (pour situer le moment de l'observation),
- le cercle extérieur, trajectoire de la Lune, gradué en jours.

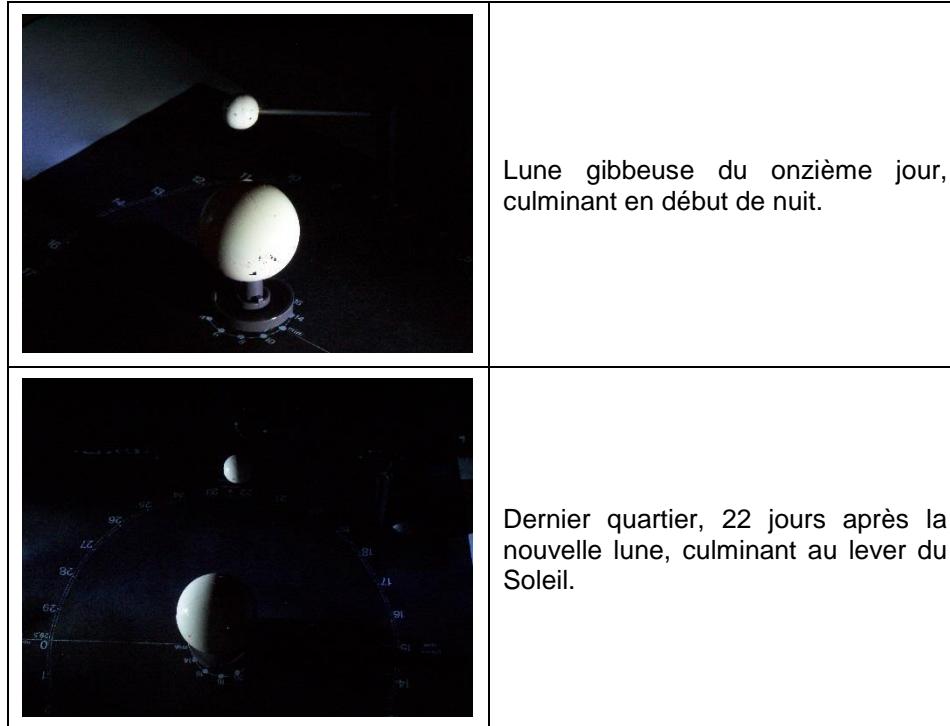
Le patron page 19 pourra être découpé ou reproduit, et disposé sur le fond de la boîte (midi vers le Soleil). Le diamètre de la trajectoire de la Lune devrait mesurer 12 centimètres environ sur la reproduction.

A noter que la révolution sidérale de la Lune (tour complet sur sa trajectoire) est un peu inférieure à 28 jours alors que la durée d'une lunaison est de 29,5 jours (due au déplacement de la Terre autour du Soleil pendant cette durée de presque un mois, ce qui retarde le nouvel alignement entre le Soleil, la Lune et la Terre).

Le fond noir du dessin permettra d'éliminer les lumières parasites pour l'observation des phases comme le montrent les quelques exemples énumérés ci-dessous:



On remarquera que les terminateurs (lignes séparant le jour et la nuit) sur la Terre et sur la Lune devraient être identiques avec un Soleil très éloigné (à 150 millions de kilomètres). En fait sur ces photos ils ne le sont pas tout à fait car la source est trop proche des deux boules. On pourra, pour plus de lisibilité, proposer une observation à l'extérieur de la boîte.

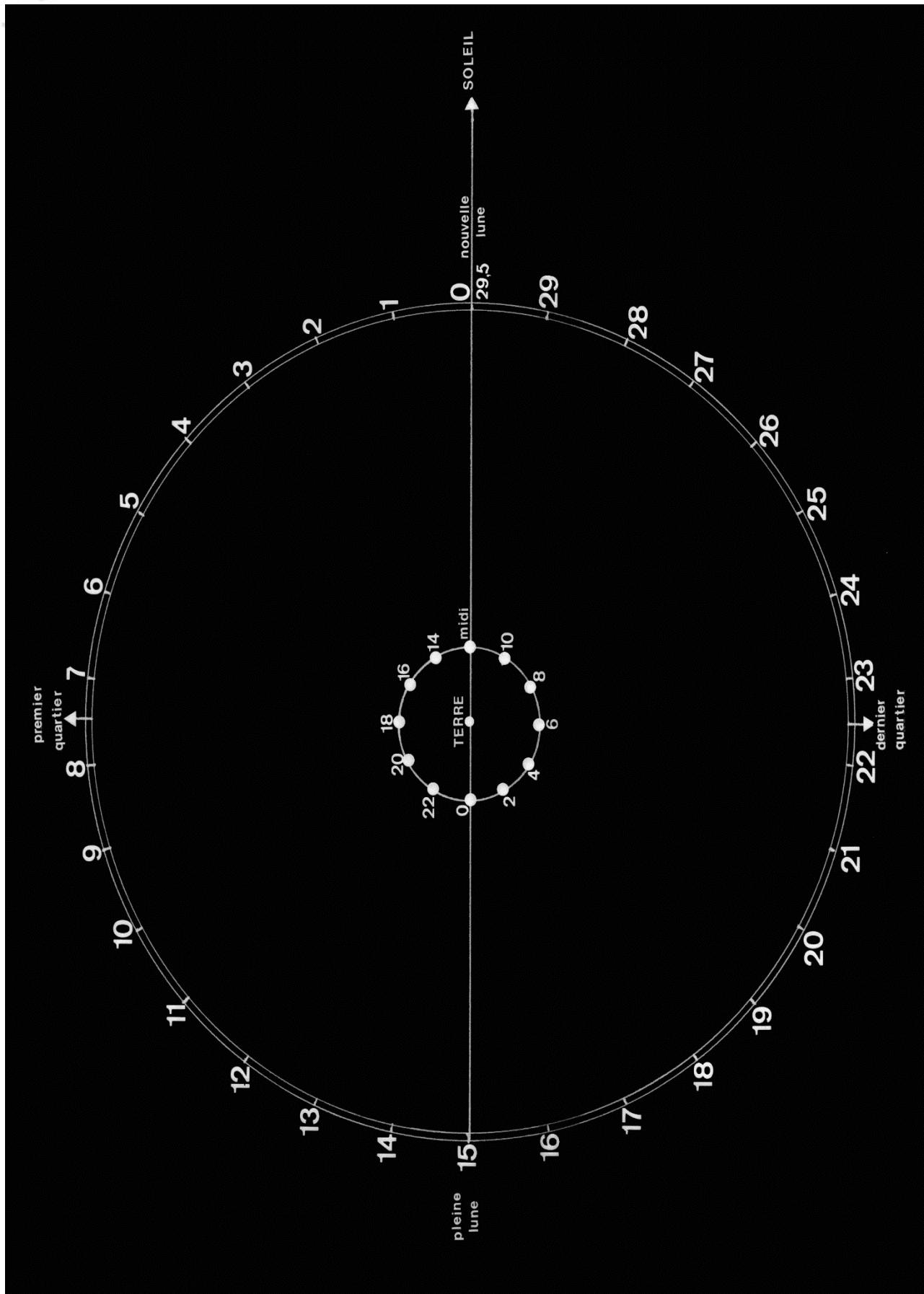


Lune gibbeuse du onzième jour,  
culminant en début de nuit.

Dernier quartier, 22 jours après la  
nouvelle lune, culminant au lever du  
Soleil.

### 3.6.2 Conclusion :

Les phases de la Lune ne dépendent que de la position de la Lune par rapport à la Terre et au Soleil.



### 3.7 Question 7 : Pourquoi en France les éclipses de Soleil sont-elles bien plus rares que les éclipses de Lune ?

Recherche : Peut-on matérialiser sur une maquette les zones de visibilité de chacune des éclipses ?

#### 3.7.1 Expérience 1 : simulation d'une éclipse de Soleil

Objectif : Etablir dans quelle configuration du système Soleil-Terre-Lune il peut y avoir une éclipse de Soleil.

Matériel : source, petite et grosse boules.

Description : source (Soleil) au fond de la boîte, boule sur support (Terre) proche de l'ouverture, boule sur tige (Lune) tenue devant la Terre mais assez proche de celle-ci de façon que l'ombre portée soit assez petite.

Observation : On pourra déplacer légèrement la petite boule par rapport à la ligne Soleil – Terre pour montrer que chaque année, il peut se produire une à deux éclipses, mais que seules des petites régions sur Terre sont concernées, différentes à chaque fois.

On pourra faire tourner la boule / Terre pour donner la notion de « bande de visibilité ».

On pourra enfin positionner la Terre sur le diagramme gradué en heures et en lunaison pour estimer l'heure de visibilité de l'éclipse.



#### 3.7.2 Expérience : simulation d'une éclipse de Lune

Objectif : Etablir dans quelle configuration du système Soleil-Terre-Lune il peut y avoir une éclipse de Lune.

Matériel : source, boule-Terre et boule-Lune tenue dans le cône d'ombre.

Description : source (le Soleil), boule blanche sur support aimanté placée assez loin de la source (la Terre), petite boule blanche sur tige maintenue derrière la première et assez proche (la Lune).

Observation : On interprétera (avec éventuellement des estimations sur les diamètres) les zones d'ombre. On pourra montrer que l'éclipse est visible la nuit pour les habitants de plus de la moitié de la Terre (plongés dans l'ombre propre de celle-ci). On pourra aussi préciser que le Soleil, bien que situé très loin, a un diamètre très grand et que le cône d'ombre se rétrécit en s'éloignant de la Terre.

#### 3.7.3 Conclusion :

Les éclipses de Soleil sont plutôt visibles autour de midi, et les éclipses de Lune pourront plutôt se produire au milieu de la nuit.

## 4. Crédits photographiques

Les photographies d'astronomie figurant dans les sections 3.2.4 page 7, 3.3.3 page 9, 3.5.7 page 16 ont été réalisées par Jean-Luc SINGER, animateur en astronomie et titulaire du BEATEP astronomie et informatique – <http://www.astropixel.fr>.

Les autres photographies et schémas ont été réalisés par Françoise CLIPET et Jean-Luc FOUQUET, professeurs de sciences physique au collège de Saint-Martin de Ré. M. FOUQUET est également membre actif du Comité de Liaison Enseignants et Astronomes (CLEA).

## 5. Service après-vente

La garantie est de 2 ans.

Pour tous réglages, contacter le **Support Technique au 0 825 563 563**.

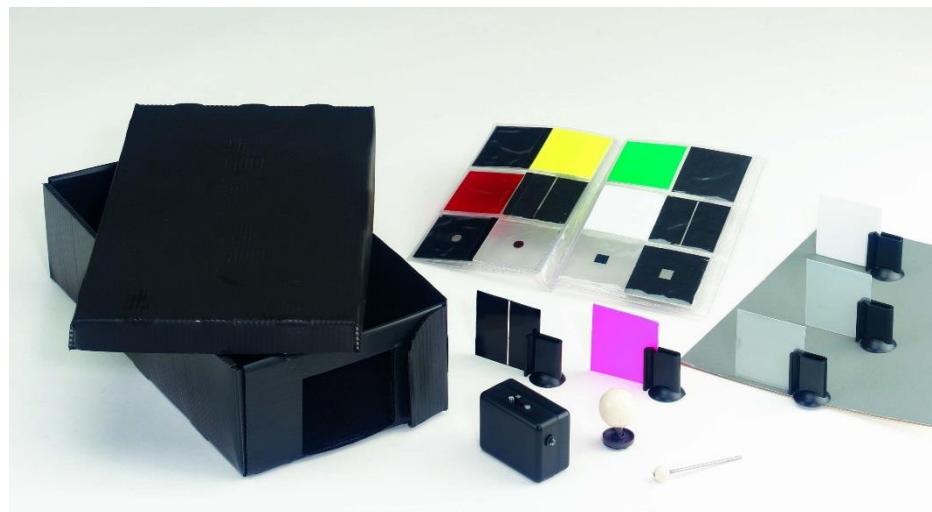
Le matériel doit être retourné dans nos ateliers et pour toutes les réparations ou pièces détachées, veuillez contacter :

**JEULIN – S.A.V.**  
468 rue Jacques Monod  
CS 21900  
27019 EVREUX CEDEX France

**0 825 563 563\***

\* 0,15 € TTC/min. à partir un téléphone fixe

## 1 Principle and description



The Jeulin Optics Mini Lab is a complete set of optical equipment dedicated to experimentation at the college level. It was planned and designed with an objective to enable easy experimentation by young students (light, small dimensions and efficient attachment of components by magnetization), without the need to darken the classroom.

It consists of:

- A black box with a metal bottom used to fit optical accessories installed on magnetised supports
- A white point source installed on a magnetic support
- 5 magnetised slide supports made of black plastic
- A white loop installed on a magnetised support
- A small white ball installed on a rod
- A small plastic file containing 19 small plates of 50 x 50 mm:
  - 2 white opaque screens
  - 2 black opaque screens
  - 2 pink and yellow fluorescent screens
  - 2 red and green filters
  - 4 translucent slides made of polypropylene
  - 3 single slits centred on black and opaque slides
  - 2 black opaque screens with a square and round opening at the centre
  - 2 transparent slides with black opaque square and round at the centre.

## 2. Technical characteristics

### Black box:

- Dimensions: 320 x 170 x 90 mm
- An observation window fixed at one of the ends
- One of the sides may be opened or closed as required, enabling the observation of optics experiments over the entire length of the box from the side
- A removable cover providing the student with easy access from the top to place optical accessories.

### Light source:

- Box dimensions: 60 x 30 x 50 mm
- LED position: 30 mm for perfect optical alignment with the accessories
- Magnetic soleplate
- On/Off slide switch
- Power supply: 1 6F22 9 V battery (supplied)
- Source available separately under the part number 202 170.

### Accessories:

- Large white ball: Ø 25 mm approximately on magnetic support
- Small white ball: Ø 10 mm approximately installed on a rod
- Small plates: 50 x 50 mm.

## 3. Some examples of observation

To prepare a non-exhaustive list of observations that can be made using the optics mini lab, let us imaging some actual situations, all taken as examples from an amateur astronomer's concerns, and suggest experiments that can be performed to experimentally check the possible answers.

Why this bias for astronomy? The main thing most probably lies in the interest that the students have in this type of questions, and to the direct observation that can be suggested to them to support these discoveries affirmed in class.

### 3.1 Question 1 : Under what conditions can the Moon be seen ?

Research: Why do we see an object?

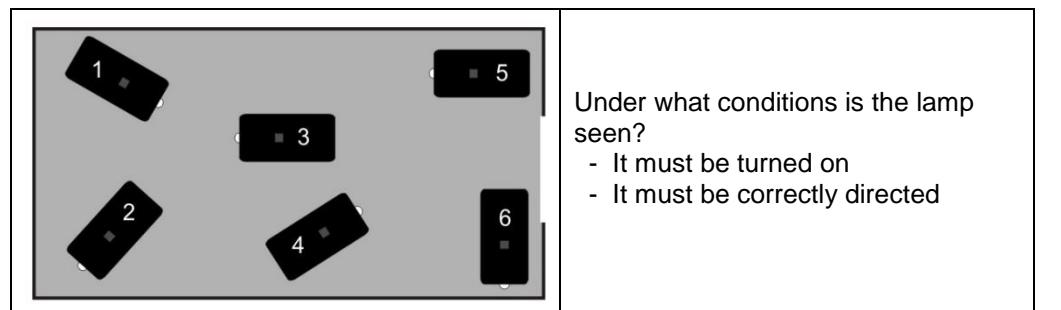
#### 3.1.1 Experiment 1 : without light, vision impossible

Objective: Demonstrate two types of light sources: primary sources and diffusing objects.

Equipment: single source in the box closed by its cover.

Description: first, the observer looks inside the box, with the light turned off, then the source is turned on and placed in different positions.

Observation:



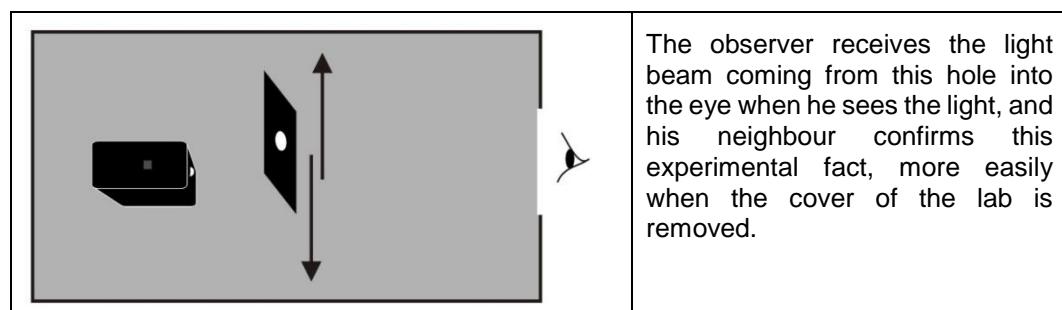
### 3.1.2 Experiment 2 : the eye must receive the light emitted by the object

Objective: Understand that to see an object, the eye must receive light from it.

Equipment: source, black opaque screen pierced with an opening.

Description: the source illuminates the pierced screen; the student places his eye on the other side, near the opening of the lab.

Observation:



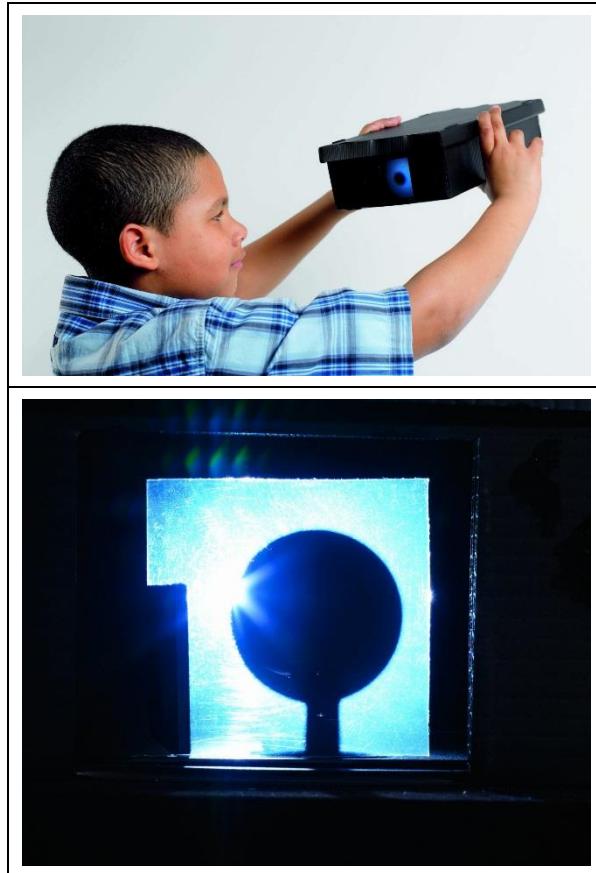
### 3.1.3 Experiment 3 : an obstacle can cover the source

Objective: Understand that to see an object, the eye must receive light from it. Demonstrate the fact that a light source defines two zones: an illuminated zone from where the observer sees the source and a shadow zone from where the observer does not see the source.

Equipment: source, transparent slide with a black round (or a square) at the centre or a ball on magnetised support, translucent screen (is used to dim the source if the luminosity is too bright for the eye).

Description: Previous experiment “in negative”: when the observer reports that he cannot see the source, the monitoring student sees the shadow of the obstacle stand out against the open eye of his friend. The observer cannot see the source when the eye, the obstacle and the source are aligned.

Observation: The round (or square) shadow of the obstacle stands out against the observer's face, and particularly against his eye when he says that he cannot see the source. A monitoring student looking at the observer, as in the previous experiment, will confirm this. Replacing the slide by an opaque screen of any colour will confirm that an object can be seen if the light diffused by it reaches the eye.



### 3.1.4 Conclusion:

Certain objects are visible because they emit light (the Sun, for example) and others, most in fact, can be seen only because they diffuse the light that illuminates them (like the Moon acting as a mirror).

We see the Moon, above the horizon, when our eyes can receive light from it.

## 3.2 Question 2 : Why do we find our way more easily on a full Moon Night ? Is there Earth light on the Moon ?

Research: Can an object illuminate without producing light?

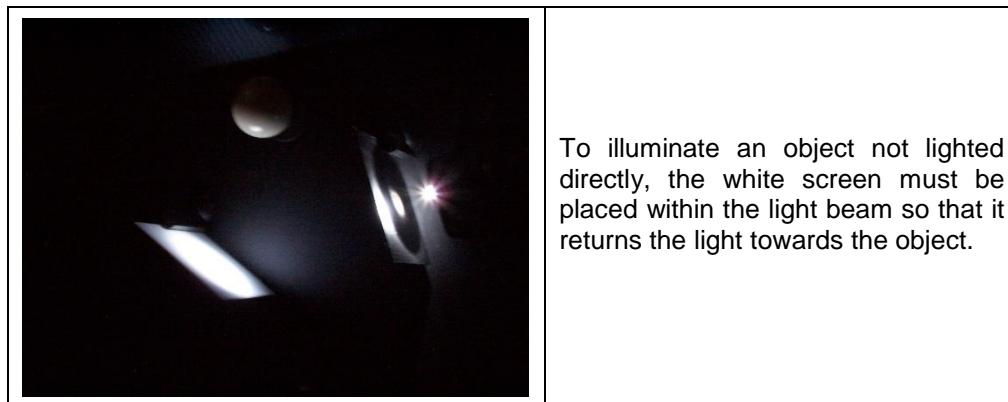
### 3.2.1 Experiment 1 / : A white opaque object is diffusing

Objective: Define the experimental conditions so that a diffusing screen illuminates an object: illuminating the screen by a source, relative positions of the screen, the object and the source, etc.

Equipment: opaque object (ball), source, white screen.

Description: the source is placed next to the object (without illuminating it); the white opaque screen is placed facing the ball and the source.

Observation:



To illuminate an object not lighted directly, the white screen must be placed within the light beam so that it returns the light towards the object.

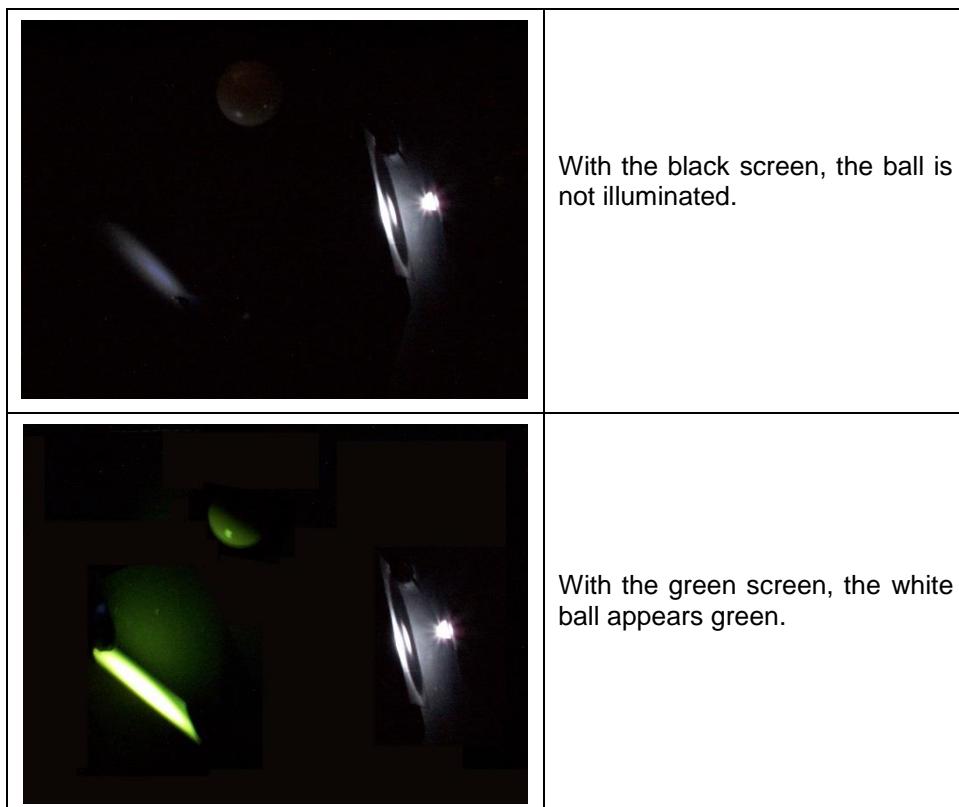
### 3.2.2 Experiment 2 : the object must be opaque and diffusing

Objective: Compare the illumination obtained by a diffusing object according to its optical properties (colour, transparency, etc).

Equipment: source, white opaque object (ball), opaque black screen, coloured opaque screens, translucent slide.

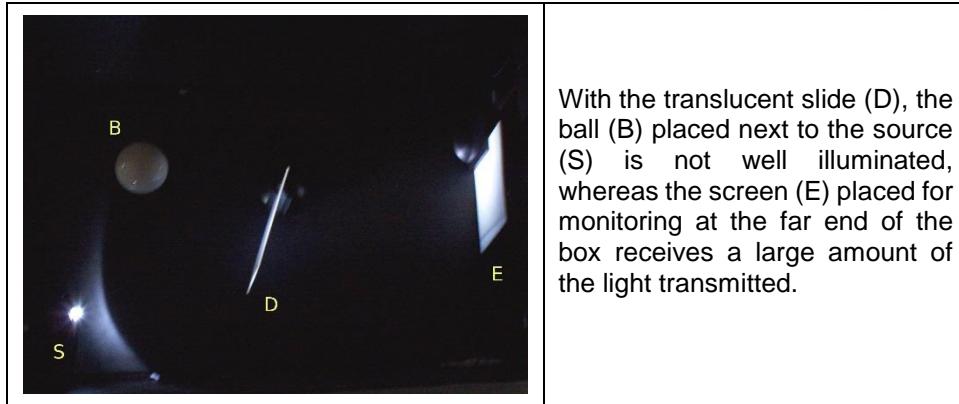
Description: configuration of the previous experiment wherein the white screen is replaced by a black opaque screen with an opening, or a translucent slide, or a coloured screen.

Observation: The screens studied here are either non-diffusing because the black screen absorbs light, or partially diffusing because the coloured screens do not allow the ball to appear white. With these experiments, it is therefore possible to specify the concept of "secondary source". The use of a translucent screen, which diffuses only a part of the light that it receives, helps refine the definition.



With the black screen, the ball is not illuminated.

With the green screen, the white ball appears green.



With the translucent slide (D), the ball (B) placed next to the source (S) is not well illuminated, whereas the screen (E) placed for monitoring at the far end of the box receives a large amount of the light transmitted.

### 3.2.3 Experiment 3 : The Moon and “Earth shine”

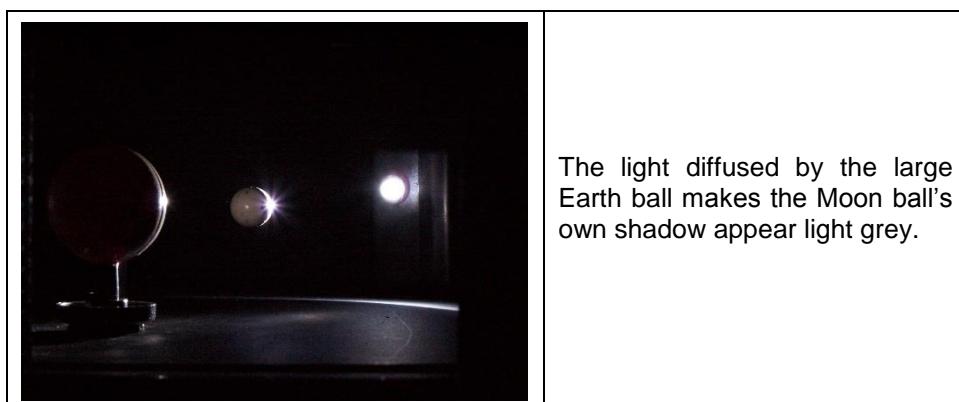
Objective : Experimentally reproduce the phenomena of diffusion responsible for earthshine.

Equipment : source, large and small white opaque balls (the Earth and the Moon)

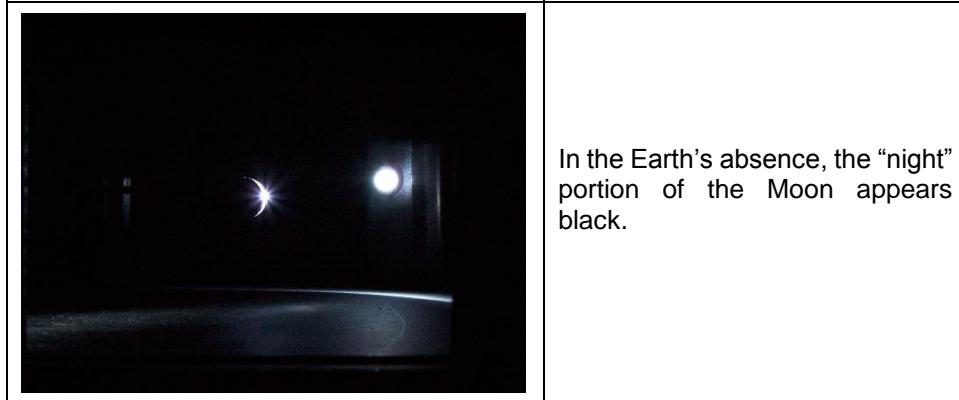
Description : The Moon is placed between the source placed at the far end of the box (the Sun) and the Earth, almost aligned, in such a way that the Moon is seen as a crescent from the Earth, and thus from the opening of the mini lab.

This experiment may be repeated for the study of “lunation”.

Observation: Notice that the actual shadow of the Moon – ball, which appears black next to a clear crescent in the absence of the Earth, appears grey when it is illuminated by the light of the large white ball.



The light diffused by the large Earth ball makes the Moon ball's own shadow appear light grey.



In the Earth's absence, the “night” portion of the Moon appears black.

### 3.2.4 Conclusion

The Moon is an object diffusing the light of the Sun, and it sends back less light when it is quarter than when it is full.



As for “Earth light” on the Moon, it can often be observed three days after the new moon: it is referred to as “earth shine”. The Earth also has the power to diffuse in all directions the light that it receives from the Sun, and the Moon “as backlight”, almost in the same direction as the Sun, receives a part of it.

The planet along with the Moon in this photograph is Jupiter.

## 3.3 Question 3 Why does the planet Mars appear red ?

Research: How to receive red light in the eye?

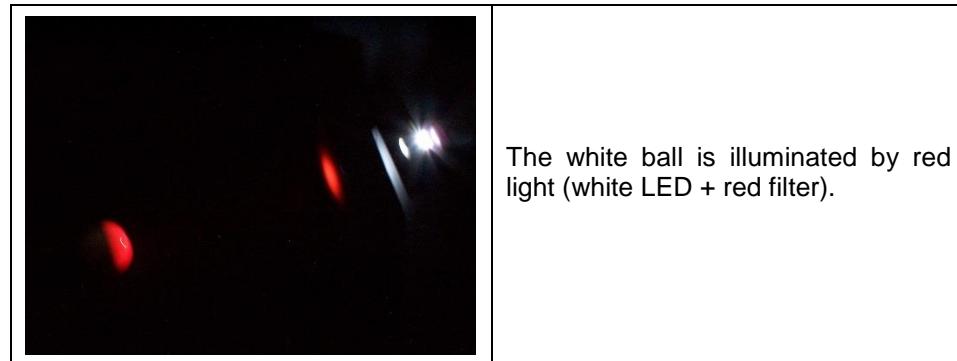
### 3.3.1 Experiment 1 : The light is red

Objective: Receive in the eye red diffused light from a red light source.

Equipment: source, red filter, white ball.

Description: we place the red filter in front of the source and illuminate the white ball located at the far end of the box.

Observation: the ball can send back only the light that it receives and therefore appears red.



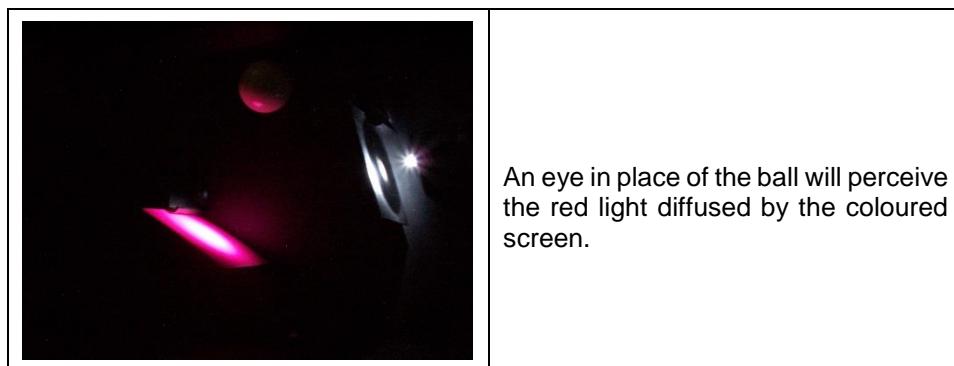
### 3.3.2 Experiment 2: the diffusing object is red

Objective: Receive in the eye red diffused light from a white light source and a red diffusing object.

Equipment: source, red filter, red object (if this is not available, a red diffusing screen)

Description: It is possible, firstly, to replace in the previous experiment the white ball by a red object. Then with the filter removed, the red object is observed in white light.

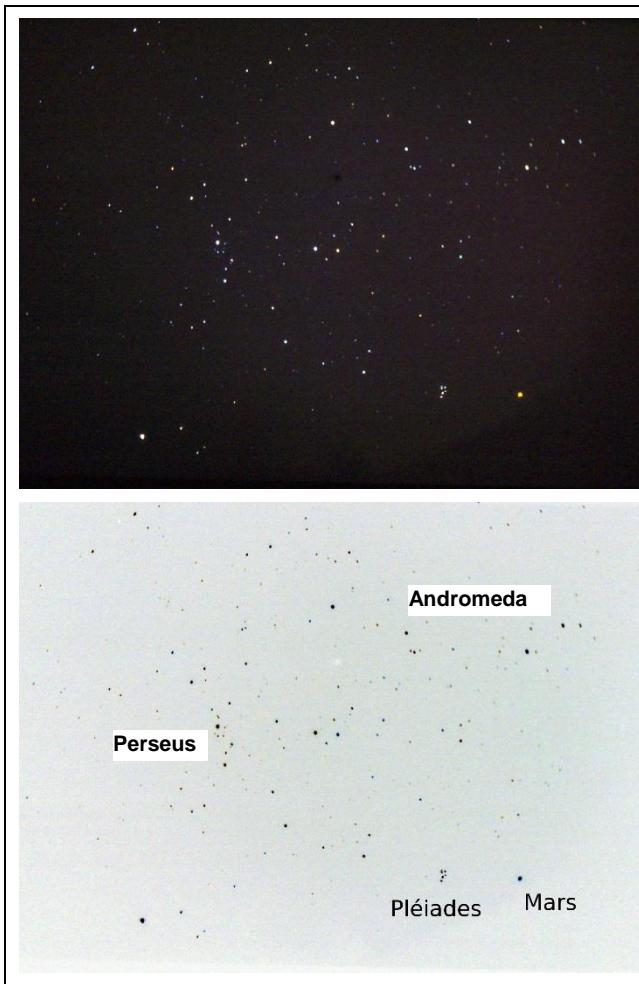
Observation: Analysis of light from the source will show that red radiation is only one of its components, it will be easy to show that the red object diffuses only a part of the light that it receives.



### 3.3.3 Conclusion



The planet Mars, because of the nature of its red-orangy soil containing numerous iron oxides, sends reddish light to the Earth. At the pole (on the top left of the planet), the ice cap sends white light from the Sun.



On this photograph, the stars are tracked in their apparent motion around the pole star for 10 minutes, with a lens of 28 mm focal length. In Taurus, to the right of Pleiades, the planet Mars appears red-orangy.

### 3.4 Question 4 : Why can we measure the distance between the Earth and the Moon with laser beam ?

Research: How does light travel ?

#### 3.4.1 Experiment 1: marking the light path

Objective: Demonstrate the rectilinear propagation of light using sightings.

Equipment: source, 3 black slides with slit, half sheet of A4 paper.

Description: we place a half sheet of A4 paper at the far end of the black box; we then approximately align with the source 2 slits about twenty centimetres apart; we place the

eye in alignment with the system and place a third slit between the two previous ones so that the source is still seen. We then note the position of the 3 slits and the source.

Observation: the observer can see the source only when the three slits are aligned.



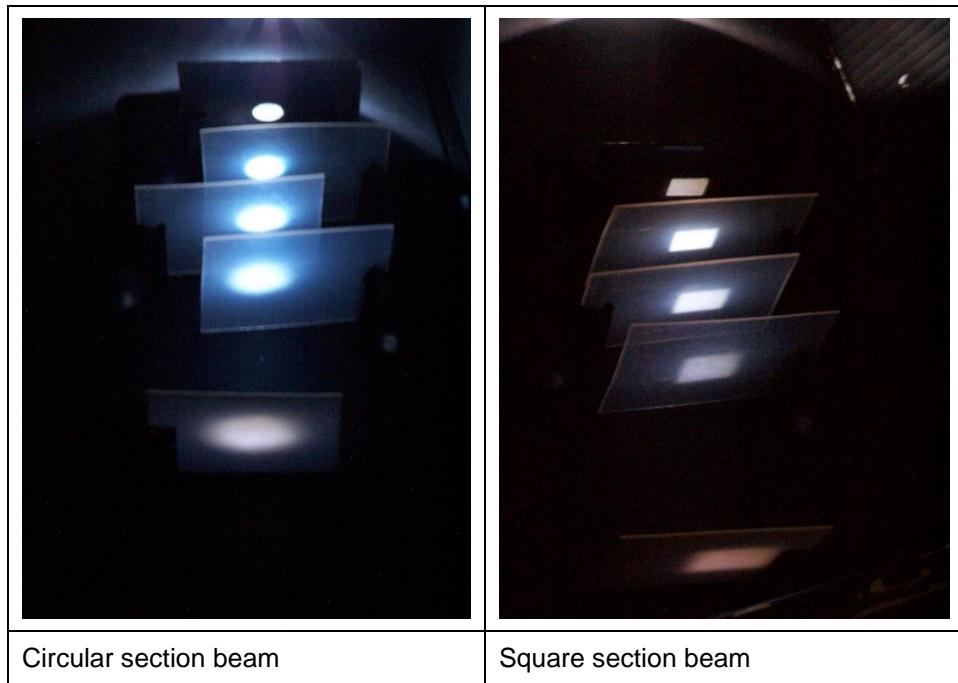
### 3.4.2 Experiment viewing a light beam

Objective: Demonstrate the rectilinear propagation of light by visualising beams.

Equipment: source, black slide with round (then square) opening, translucent slides.

Description: place the slide with the opening a few centimetres away in front of the source to obtain a beam of small cross-section, then place the translucent slides parallel to the first one with the hole.

Observation: We will observe on the translucent screens “circular light spots” whose diameter increases with the distance from the source. We will note that these translucent slides are partly transparent as the light reaches the next one, and partly diffusing as they each illuminate the previous screen.



### 3.4.3 Conclusion

Laser light propagates in a straight line. Thanks to this property, we can measure the Earth-Moon distance. The laser beam marks the line passing through the telescope that has emitted it; the mirror placed on the Moon reflects the laser beam and sends it back to the firing point on the Earth.

The laser is fired from the observatory at Côte d'azur, on the Calern plateau near Grasse, and it comes under the control of the Nice observatory. Additional information can be found on the websites of these organisations: "[wwwrc.obs-azur.fr/cerga/laser/](http://wwwrc.obs-azur.fr/cerga/laser/)" or "[www.obs-nice.fr](http://www.obs-nice.fr)"

For further study on sundials, information can be viewed on the website "[http://fr.wikipedia.org/wiki/cadran\\_solaire](http://fr.wikipedia.org/wiki/cadran_solaire)"

## 3.5 Question 5 : Why is the shadow of the Earth on the Moon round during a Lunar eclipse ?

**Research:** On what do the position, shape, size and colour of shadows depend?

### 3.5.1 Experiment 1: how to produce a shadow?

**Objective:** Predict the position and shape of shadows in the case of a point source.

**Equipment:** source, transparent slide with a black square at the centre, white opaque screen.

**Description:** we observe on the screen variations in the shape of the shadow according to the object (black square) that we move or pivot along its vertical axis.

**Observation:** using the black square without any thickness helps concentrate on the properties of the shadow cast without the risk of confusion with the shadow on the obstacle. We can first study the variations in the size of the shadow according to the distance of the slide to the source. Using the round obstacle instead of the square shape will help define

the shadow in the form of an ellipse, which could then simplify the description of the terminator<sup>2</sup> on the Moon at the time of the study of phases.

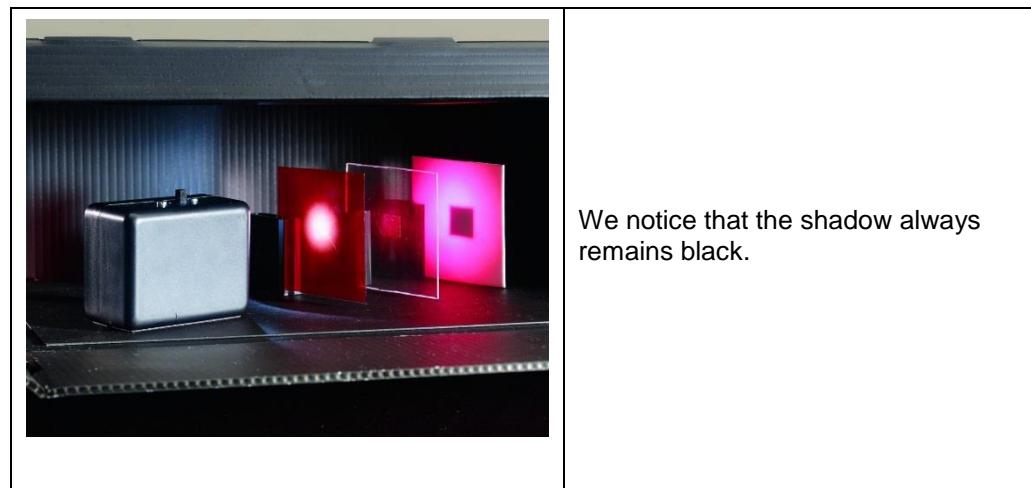
### 3.5.2 Experiment 2: The color of the shadow

Objective: Notice that the shadow cast remains black even in the case of a coloured source

Equipment: source, colour filter (green or red), transparent slide with a black square at the centre, white or coloured opaque screen.

Description: To show that the shadow cast remains black whatever the colour of the light or the screen. It is not useful during these experiments to modify the distances from the obstacle to the source or to the screen or to vary the shape of the shadow.

Observation:



We notice that the shadow always remains black.

Note: It is possible to suggest as an exercise to place at an angle a white or yellow opaque screen close to the source, to note the appearance of a second shadow cast and ask why these shadows are no longer actually black but rather grey or dark yellow. A black shadow is a zone where there is a total absence of light.

### 3.5.3 Experiment 3 : Natural shadow and cast shadow

Objective: Interpret natural and cast shadows.

Equipment: source, white ball on rod, white opaque screen and colour filters.

Description: The natural shadow on the ball and the cast shadow on the screen will be all the more clearer when the source is point-shaped and the ball is away from the source.

Observation: We could observe the shadows on the obstacle and on the screen. The shadows remain black in coloured light (filter placed after the source).

<sup>2</sup> The terminator is the line separating the shadow zone and the lighted zone of the Moon or more generally a planet.

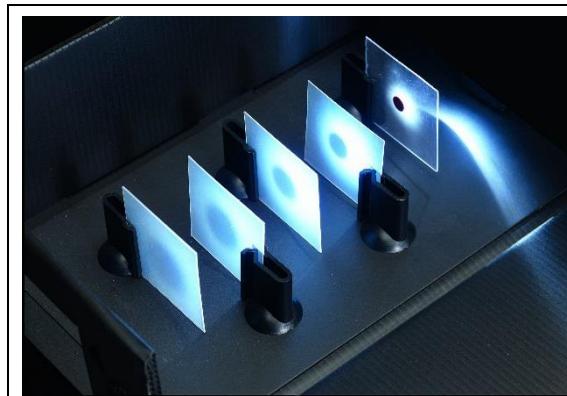
### 3.5.4 Experiment 4 Observing the shadow cone

Objective: Demonstrate the existence of the shadow cone.

Equipment: source, transparent slide with a black round at the centre, translucent slides.

Description: The four translucent slides are placed parallel to the one with the obstacle and they divide the shadow cone into fine black sections.

Observation:



We observe on the translucent slides round shadows whose diameter increases with the distance to the source.

This experiment can be compared to the one suggested to mark the light beam, and thus reaffirm the rectilinear propagation of light.

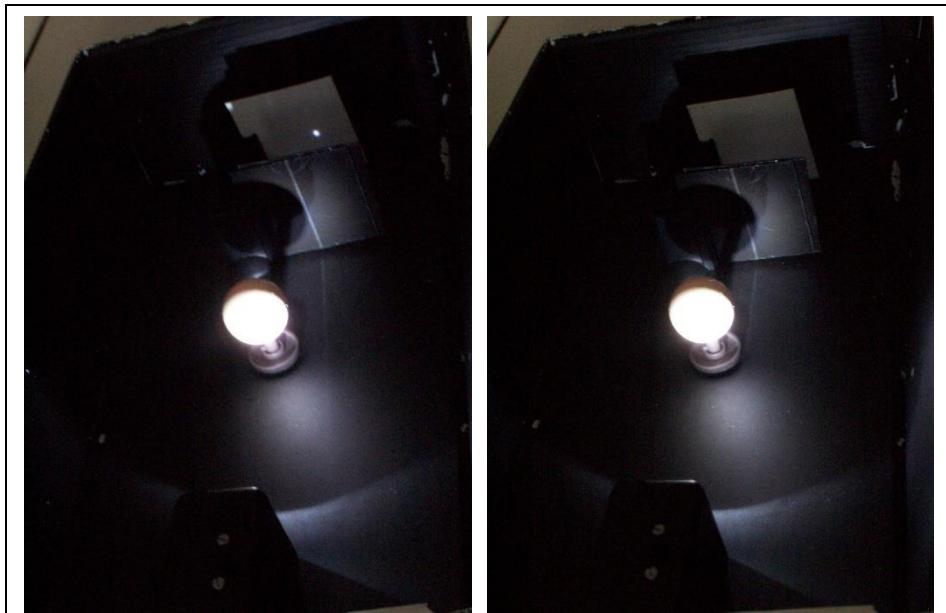
### 3.5.5 Experiment 5 : Analysis of the shadow cone

Objective: Interpret the shadow cone from a plot.

Equipment: source, white ball on magnetic support, coloured opaque screen, two black slides with slits crossing each other so that they only create a small hole, a half A4 sheet to make plots.

Description: The two cross-slits are moved in front of the screen, perpendicular to the beam, or else, after having removed the screen, an eye is placed behind these two assembled slides (behind the hole).

Observation:



Depending on whether the hole is in the shadow zone (right-hand photo) or in the illuminated part (left-hand photo), a small white luminous point (a small square "pixel") may or may not appear on the coloured opaque screen, or else, if the screen is not there, we could see the source from the small hole if this is not situated in the shadow cone. We can note on a sheet of paper placed below, the position of the small hole after which the source disappears or becomes visible again. By doing this several times at different distances from the ball, we can plot the projection of the shadow cone on the paper.

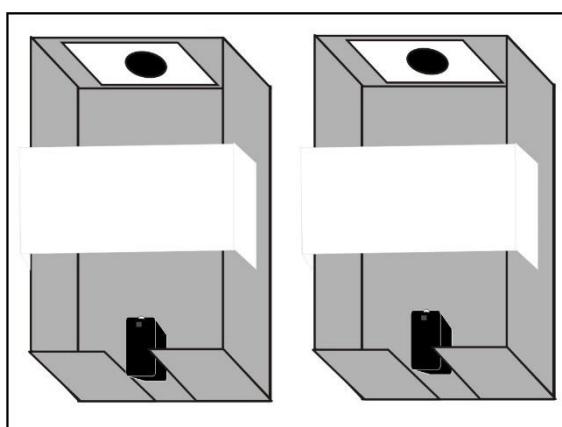
Note: the two cross-slits may be replaced by the black slide with a square central opening: the analysis of different zones will be less accurate but we would be able to study better the shadow/light limit.

### 3.5.6 Experiment 6: Is the Earth flat or Round

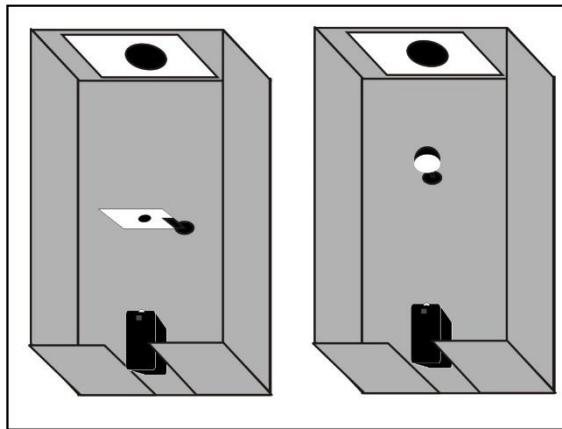
Objective: Interpret shadows.

Equipment: source, white large ball (Earth) and small ball (Moon), transparent slide with a black round, white opaque screen.

Description: The experiment can start by obtaining two identical round shadows on the flat screen, the obstacles being hidden by strips of paper.



According to you, what are the obstacles that create this same shadow on the screen?  
Remove the masks.



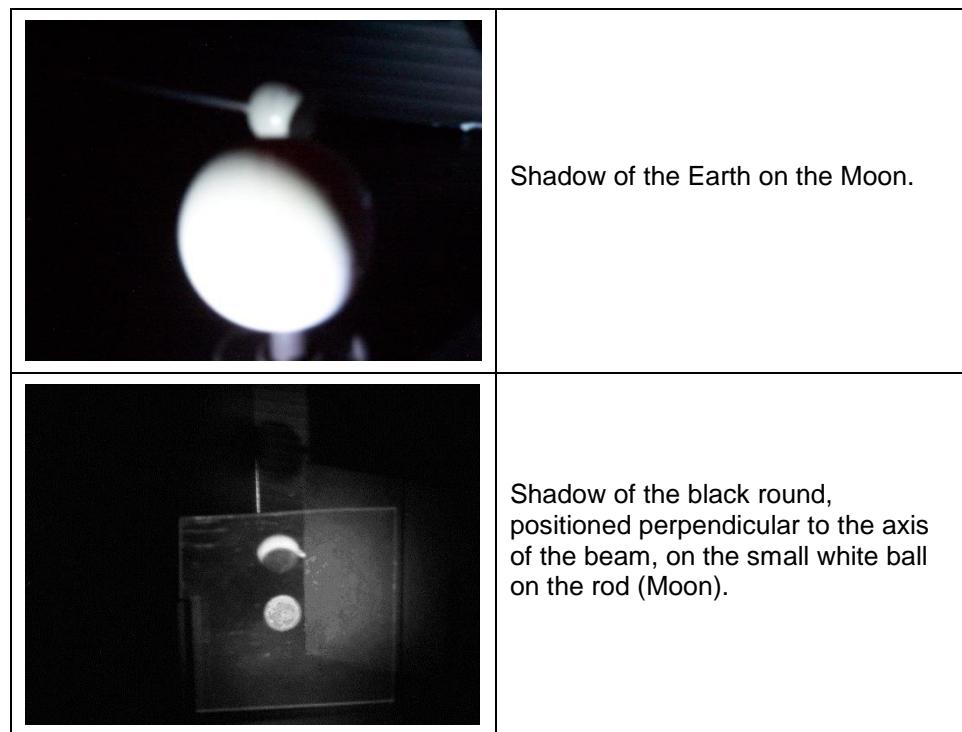
On the left, the shadow is created by the transparent slide with a black round at the centre, whereas on the right it is the large opaque ball that gives the same result on the screen.

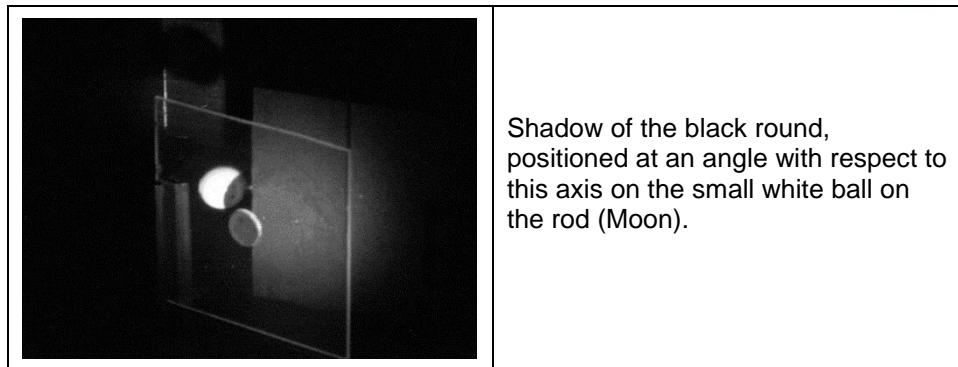
If we now pivot slightly each obstacle along a vertical axis, the shadow of the ball does not change whereas that of the slide becomes an ellipse.

We then replace the white screen by the small Moon-ball.

Observation: The Earth-ball must be placed quite away from the source so that its shadow cast is of a reasonable size. Only a round Earth can cast a shadow with a circular outline, whatever the position of the source or the obstacle. In ancient times, this was one of the arguments put forward to reject the model of a "flat Earth".

The phenomenon of a Lunar eclipse is described in greater detail in the last paragraph.





Shadow of the black round, positioned at an angle with respect to this axis on the small white ball on the rod (Moon).

### 3.5.7 Conclusion



Lunar eclipse.

We will note that on Earth, the half night side corresponds to a natural shadow and on the Moon emerges as a shadow of large diameter: shadow of the Earth (cast shadow).

## 3.6 Question 6 : Why does the Moon change its appearance every day

Research: Do the relative positions of the Sun, the Earth and the Moon help explain the phases?

### 3.6.1 Experiment 1: description of lunation with two balls exposed to light

Objectives: Simulate the phases of the Moon over a complete lunation.

Equipment: source, large and small balls

Description: source at the far end of the box, large ball at the centre and small ball held by hand.

Observation: By rotating the small ball (Moon) around the larger one (Earth), in the light of the source (Sun), counter clockwise, we can observe the appearance of the small sphere in its different positions by viewing it just above the fixed ball. We could even imagine the observer placed on the Earth (marked by a lightly fixed sticker) by trying to assess the time corresponding to this observation point (knowing that it is noon at the centre of the lighted face of this large Earth ball).

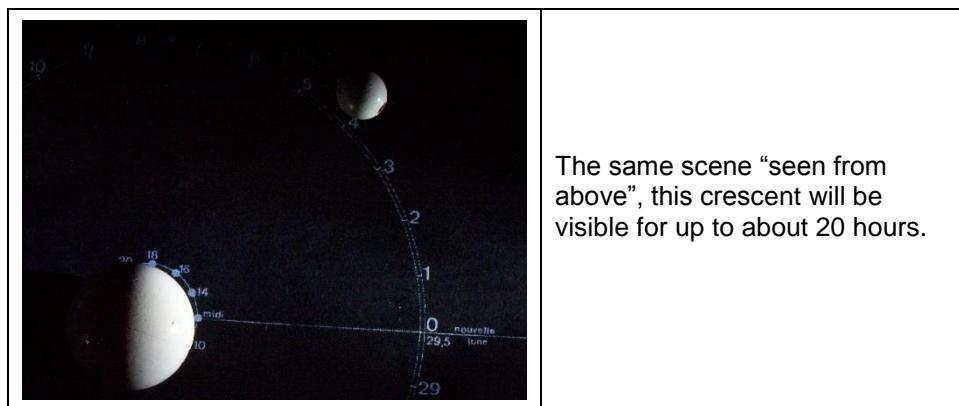
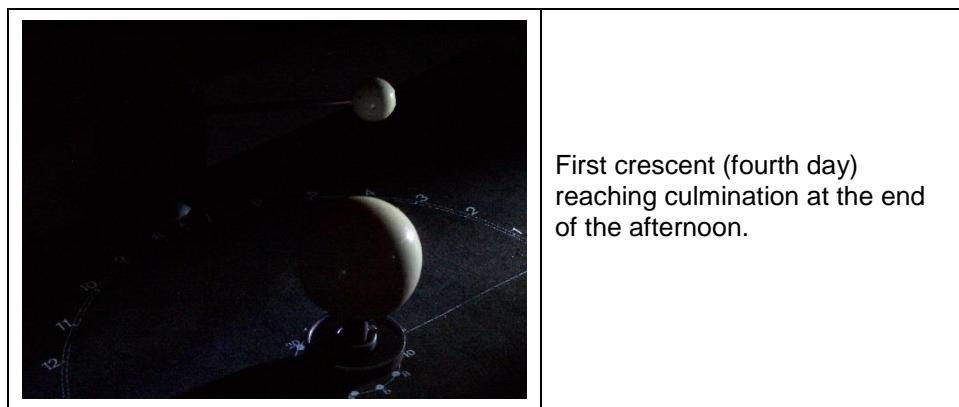
We could use the sheet on page 40 with two concentric circles in this more thorough research:

- The inner circle graduated in hours (to place the observation time),
- The outer circle, trajectory of the Moon, graduated in days.

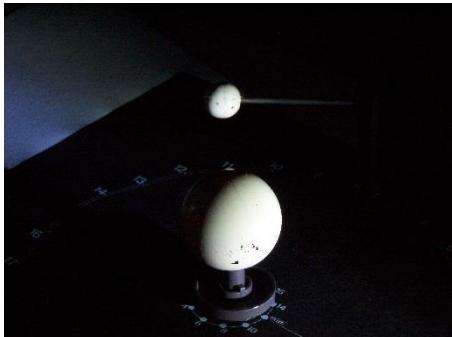
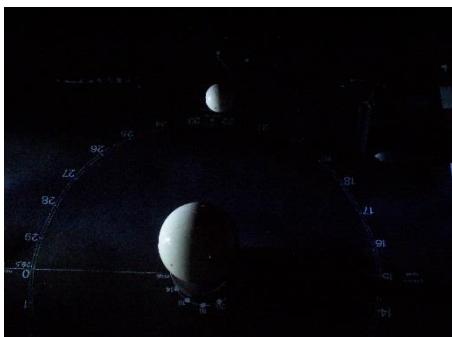
The pattern on page 40 may be cut out or reproduced, and placed at the far end of the box (noon towards the Sun). The diameter of the trajectory of the Moon must measure about 12 centimetres on the reproduction.

Note that the sidereal period of the Moon (complete revolution on its trajectory) is a little less than 28 days while the duration of a lunation is 29.5 days (because of the movement of the Earth around the Sun during this period of almost one month, which delays the new alignment between the Sun, the Moon and the Earth).

The black background of the drawing will help eliminate stray light for observing the phases as shown in some of the examples given below:

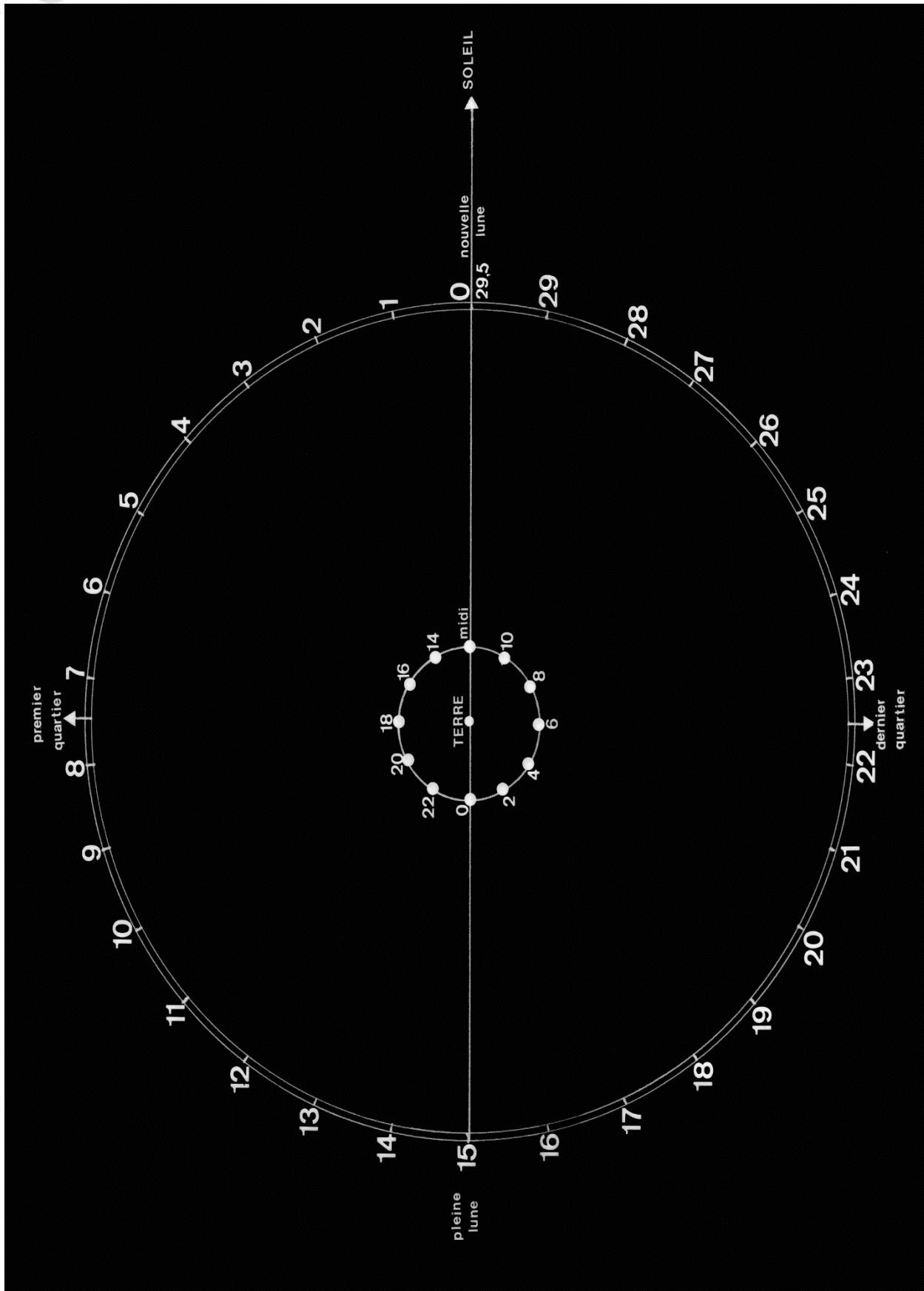


We will note that the terminators (lines separating day and night) on the Earth and on the Moon will have to be identical with the Sun very far away (at 150 million kilometres). In fact, on these photos they are not exactly identical because the source is too close to the two balls. We could, for greater clarity, propose an observation outside the box.

	Gibbous moon on the eleventh day, reaching culmination at the beginning of the night.
	Last quarter, 22 days after the new moon, reaching culmination at Sunrise.

### 3.6.2 Conclusion

The phases of the Moon depend only on the position of the Moon with respect to the Earth and the Sun.



### 3.7 Question 7 : Why in France are Solar eclipse much rarer than Lunar eclipse ?

**Research:** Can we mark on a model the visibility zones of each of the eclipses?

#### 3.7.1 Experiment 1 : Simulation of a Solar eclipse

**Objective:** Establish in which configuration of the Sun-Earth-Moon system can a Solar eclipse occur.

**Equipment:** source, small and large balls.

**Description:** source (Sun) at the far end of the box, ball on support (Earth) close to the opening, ball on rod (Moon) held in front of the Earth but quite close to it so that the shadow cast is quite small.

**Observation:** We can move the small ball slightly with respect to the Sun – Earth line to show that every year, one or two eclipses may occur, but only small regions on the Earth, different every time, will be able to view them.

We could rotate the Earth/ball to introduce the “visibility band” concept.

We could finally position the Earth on the diagram graduated in hours and in lunation to estimate the visibility time of the eclipse.



#### 3.7.2 Experiment : Simulation of a Lunar eclipse

**Objective:** Establish in which configuration of the Sun-Earth-Moon system can a Lunar eclipse occur.

**Equipment:** source, Earth-ball and Moon-ball held in the shadow cone.

**Description:** source (the Sun), white ball on magnetised support placed quite far away from the source (the Earth), small white ball on rod maintained behind the first and quite close (the Moon).

**Observation:** We will interpret (with estimations on the diameters, possibly) the shadow zones. We could show that the eclipse is visible at night for inhabitants of more than half the Earth (obscured by its natural shadow). We could also specify that the Sun, even though very far away, has a very large diameter and that the shadow cone shrinks moving away from the Earth.

### 3.7.3 Conclusion

Solar eclipses are visible around noon, and Lunar eclipses occur in the middle of the night.

## 4. Photo credits

Astronomy photographs appearing in sections 3.2.4 page 29, 3.3.3 page 31, 3.5.7 page 38 were created by Jean-Luc SINGER, astronomy animator and holder of a BEATEP in astronomy and computer science – <http://www.astropixel.fr>.

The other photographs and diagrams were created by Françoise CLIPET and Jean-Luc FOUQUET, professors of physical sciences at the Saint-Martin de Ré college. M. FOUQUET is also an active member of the Comité de Liaison Enseignants et Astronomes (CLEA) (Teachers and Astronomers Liaison Committee).

## 5. After-sales service

The device is under a 2-year guarantee, it must be sent back to our workshops.  
For any repairs, adjustments or spare parts please contact:

**JEULIN – TECHNICAL SUPPORT**  
468 rue Jacques Monod  
CS 21900  
27019 EVREUX CEDEX FRANCE

**+33 (0)2 32 29 40 50**

# Assistance technique en direct

Une équipe d'experts  
à votre disposition  
du lundi au vendredi  
de 8h30 à 17h30

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge  
immédiatement votre appel  
pour vous apporter une réponse  
adaptée à votre domaine  
d'expérimentation :  
Sciences de la Vie et de la Terre,  
Physique, Chimie, Technologie.

## Service gratuit\*

**0 825 563 563** choix n°3\*\*

\* Hors coût d'appel. 0,15 € TTC/min à partir d'un poste fixe.  
\*\* Numéro valable uniquement pour la France métropolitaine et la Corse. Pour les DOM-TOM et les EFE, composez le +33 2 32 29 40 50.

Aide en ligne  
[FAQ.jeulin.fr](http://FAQ.jeulin.fr)

## Direct connection for technical support

A team of experts  
at your disposal  
from Monday to Friday  
(opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request  
immediately to provide you  
with the right answers regarding  
your activity field : Biology, Physics,  
Chemistry, Technology.

## Free service\*

**+33 2 32 29 40 50\*\***

\* Call cost not included.  
\*\* Only for call from foreign countries.

