

La Réunion sera au centre du monde astronomique le 1<sup>er</sup> septembre 2016 à 14h00. C'est l'un des rares endroits sur Terre où il sera possible de voir cette année une éclipse de Soleil. Ce document propose aux enseignants des **écoles et établissements scolaires** :

#### Première partie :

- Une **présentation du phénomène** (horaires et circonstances de l'éclipse) ;
- Un **résumé des connaissances** pour l'enseignant concernant les phénomènes d'éclipse de Soleil et de phases de la Lune ;

#### Seconde partie :

- Des **fiches d'activités**, des **pistes**, des **conseils** autour de la problématique : "**Comment observer l'éclipse ?**". Ces activités sont adaptables depuis l'école primaire jusqu'au lycée.

## PREMIERE PARTIE : Eléments de connaissance théorique

<b>Objectifs du document et avertissement de sécurité .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Connaissances pour l'enseignant : comprendre le phénomène du 1<sup>er</sup> septembre 2016.....</b>	<b>4</b>
1.1. Présentation.....	4
1.2. Éclipses visibles depuis La Réunion .....	5
1.3. Circonstances de l'éclipse du jeudi 1 <sup>er</sup> septembre 2016.....	5
<b>2. La place dans les programmes. Pourquoi observer l'éclipse à l'école.....</b>	<b>7</b>
2.1. Les programmes scolaires.....	7
2.2. La démarche d'investigation.....	9
<b>3. Connaissances pour l'enseignant : les éclipses.....</b>	<b>10</b>
3.0. Pré-requis : les phases de la Lune.....	10
3.1. Les acteurs : Soleil, Terre et Lune.....	10
3.2. Schéma d'une éclipse de Soleil.....	10
3.3. Aspects des éclipses de Soleil.....	10
3.4. La "saison des éclipses" .....	10
<b>4. Pré-requis : les phases de la Lune.....</b>	<b>13</b>

Ce document reprend largement le travail effectué par Olivier Espagnet et Sylvain Rondi de l'observatoire Midi Pyrénées dans l'académie de Toulouse. Il a été adapté pour l'éclipse à La Réunion par Philippe Cantet, conseiller pédagogique en sciences sous l'autorité de Philippe Mespoulhé, IEN mission sciences. Michel Vignand, ancien professeur de l'IUFM a initié le travail collaboratif et fourni la majorité des illustrations.

## Le résumé de l'essentiel et éléments de sécurité

**Nous vous recommandons de lire ces remarques en priorité avant de parcourir le document. Elles sont issues du retour d'expérience depuis les établissements lors de l'éclipse de Soleil en métropole le 20 mars 2015.**

Les hommes observent les éclipses de Soleil sans danger depuis plus de 2000 ans. Une éclipse solaire est l'occasion de faire partager à nos élèves une expérience rare et pleine d'enseignements sur le monde qui nous entoure. Pour observer ce phénomène, il faut évidemment un peu de matériel. Voici un court résumé des méthodes pouvant être utilisées pour observer une éclipse, elles seront détaillées dans la seconde partie.

### 1. Les lunettes à éclipse

Elles éliminent le danger lié à l'observation directe du Soleil. C'est la méthode la plus médiatisée car il suffit d'acheter une paire de lunettes et de les mettre sur le nez pour voir le croissant de Soleil. **Pédagogiquement ce n'est cependant pas la plus indiquée pour les élèves** car il n'est pas facile de dessiner ce que l'on observe avec des lunettes à éclipse sur le nez (ne pas oublier **l'importance des traces écrites** pour pouvoir revenir ultérieurement sur le phénomène).

### 2. Des trous dans une plaque, dans le feuillage d'un arbre....

Déjà Aristote en son temps avait observé lors d'une éclipse solaire partielle que les rayons lumineux traversant un trou dans le feuillage d'un arbre projetaient sur le sol ombragé une image du croissant de Soleil. C'est le principe du sténopé (trou en grec). L'observation n'est donc pas directe (les yeux vers le Soleil) mais indirecte (sur un "écran", le sol, un mur...)

On peut aussi se munir d'objets troués (passoire, écumoire...) ou faire des trous dans des supports opportuns (carton) ou même entre ses doigts (activité intéressante en elle-même dès la maternelle). On peut également placer un miroir derrière le trou pour projeter l'image du Soleil dans un espace sombre et observer ainsi le croissant de Soleil avec plus de contraste.

**Les méthodes à base de sténopé sont à privilégier en classe** car elles permettent de **garder une trace des observations** (dessin, photo de la projection) et ne représentent aucun coût en matériel.

D'autres méthodes sont développées dans le chapitre 5, (deuxième partie) dont nous vous recommandons la lecture afin de faire le choix le plus adapté à votre classe et aux moyens dont vous disposez.

Quelques remarques importantes:

- Il n'est pas nécessaire d'étudier le sténopé pour l'utiliser, tout comme il n'est pas nécessaire d'étudier les filtres optiques pour utiliser les lunettes à éclipse. Toutefois l'étude du principe du sténopé peut être entreprise dès la fin du cycle 3 (géométrie) et au collège (math, physique). Elle donne lieu à la fabrication d'un objet précurseur le l'appareil photo en technologie et est en rapport direct avec le fonctionnement de l'œil (SVT)

- Observer le Soleil peut présenter un danger potentiel **si l'on n'a pas appris à le faire**. Comme pour toute gestion de risque il est important de **mettre à profit un danger, ici une éclipse de Soleil**, pour **former aux risques liés à son observation** et pour **apprendre à nos élèves à observer en sécurité** cet astre présent quotidiennement (Education à la sécurité)

Un quelconque confinement lors d'une éclipse relève simplement d'une réaction irrationnelle ou d'un excessif principe de précaution. Il n'apprend rien.

« *La vérité est comme le Soleil. Elle fait tout voir mais ne se laisse pas regarder.* », écrivait Victor Hugo. Mais il est de notre rôle d'éducateurs de trouver des moyens de faire découvrir la vérité à nos élèves ; lors d'une éclipse de Soleil, ne les laissez pas dans l'obscurité et faites leur observer le Soleil. **Res pa dannn fénoir !**

Afin d'observer directement le Soleil partiellement éclipsé, il est indispensable de ne laisser arriver jusqu'à l'œil

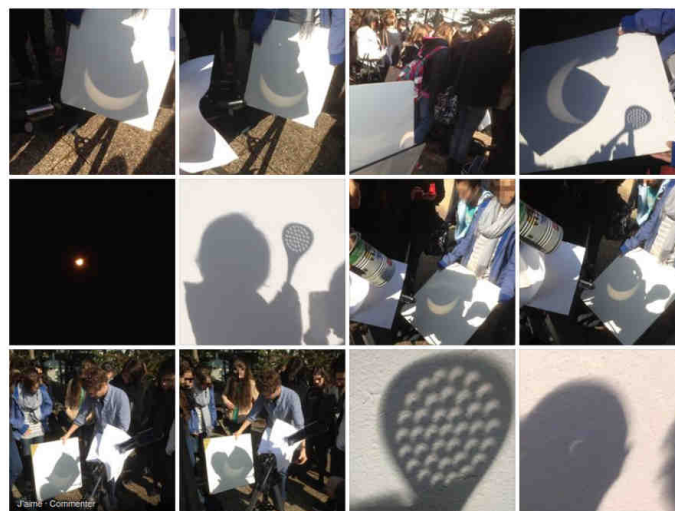


Illustration 1: Lycée Alfred Kastler, Guebwiller. Animation proposée par M. Couderc et M. Choquet. Photos de Marc Schumacher.

qu'une part infime de la lumière. Ceci **interdit toute utilisation non filtrée de jumelles, lunettes, télescopes !**  
Un filtre solaire idéal laisse passer 0.001% du flux lumineux (soit 1/100 000<sup>ème</sup> soit la densité 5 en optique)

En outre il ne faut pas oublier les mesures élémentaires de protection solaire que sont :

- Rester plutôt à l'ombre entre deux moments d'observations.
- Porter des vêtements amples et couvrants.
- Porter une casquette.
- Appliquer de la crème solaire (IP 30 minimum) toutes les 2 heures au moins sur les zones exposées.

Ces mesures sont d'autant plus importantes que l'observation commencera à peu près à midi solaire, qu'elle dure près de quatre heures et, naturellement, que les personnes ont la peau claire.

Si le ciel est dégagé, le 1er septembre, l'indice d'UV variera au niveau de la mer de 9/10 (extrême) au moment du 1er contact, 4/5 (modéré) lors du milieu de l'éclipse, 3 (faible) lors du dernier contact. En altitude, rajouter 8 à 10% aux valeurs d'UV pour 1000m d'élévation.

### Rappel de sécurité élémentaire

**Ne JAMAIS à aucun moment regarder directement le Soleil même partiellement éclipsé sous peine de dommages irréversibles de l'œil et encore moins dans des jumelles..**

Les méthodes d'observation recommandées figurent à partir du chapitre 5



**Les négatifs photographiques voilés ou les "radios" médicales :** théoriquement, un film photographique noir et blanc argentique voilé permet de filtrer convenablement la lumière du Soleil grâce à ses sels d'argent. Néanmoins, il est très difficile de connaître le taux de filtration qui peut n'être pas suffisant. En outre, les films couleurs ou diapositives voilés ne contiennent pas de sels d'argent mais seulement des colorants qui ne filtrent pas le rayonnement infrarouge, d'où un danger notoire !



**Les verres fumés à la flamme d'une bougie :** procédé antique et ne procurant absolument pas la protection nécessaire !



**La réflexion de l'image sur une surface liquide ou sur une vitre :** On peut lire des récits relatant l'observation du Soleil partiellement éclipsé en regardant son reflet dans l'eau d'une bassine (comme pendant l'éclipse du 19 avril 1912 sur Paris). Ce procédé ne filtre pas suffisamment le flux lumineux puisque un reflet sur l'eau laisse passer environ 2% de la lumière (4% sur le verre), soit un facteur de 1/50, ce qui reste 2000 fois trop lumineux que le facteur "idéal" de 1/100 000 !



**Une superposition de lunettes de Soleil :** comme ci-dessus, un verre de lunettes de Soleil ne filtre pas suffisamment ... il faudrait en superposer un grand nombre pour espérer atteindre le taux voulu.



**Les CD-ROM ou disquettes :** ils ne sont pas conçus pour un usage optique et les procédés industriels peuvent varier et ne pas fournir un taux de filtration adéquat.



**Les filtres gélatine (type filtre photo Wratten ®) :** le substrat gélatine ne filtre pas correctement le rayonnement infrarouge, d'où un danger réel !



# Présentation du phénomène

## 1.1. Présentation

L'éclipse annulaire de Soleil du **jeudi 1<sup>er</sup> septembre 2016** sera **visible depuis une grosse moitié sud de la Réunion**. Le nord observera une **éclipse partielle (cependant presque totale)**

Après avoir traversé l'Afrique puis Madagascar elle passera sur La Réunion pour finir dans l'Océan Indien.

La ligne de centralité passe à une vingtaine de kilomètres au large de Saint-Louis et de Saint-Pierre.

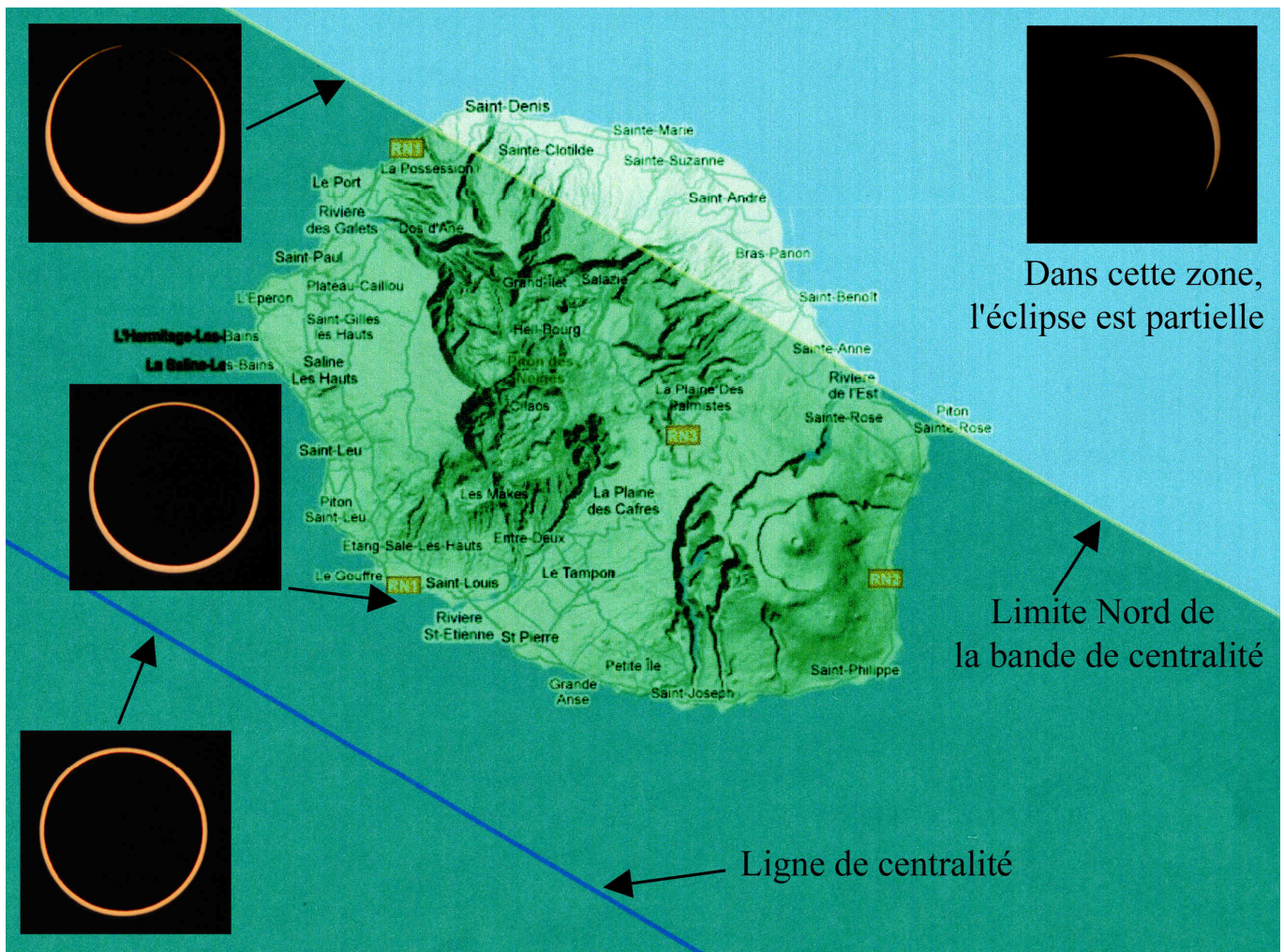
La bande de centralité représente la zone où on observera l'insertion complète du disque lunaire dans le disque solaire. Elle se situe au sud d'une ligne La Possession / Sainte-Anne.

Au sud de cette ligne, la Lune sera intégralement entourée par le disque solaire.

Sur cette ligne La Possession/Sainte-Suzanne, les deux disques seront tangents à un moment.

Au nord de cette ligne, l'éclipse sera partielle (quasi-totale) comme on le voit dans le document ci-dessous.

Mais les taux d'obscurité seront quasi identiques partout et nulle part égal à 100% puisque l'éclipse est annulaire et que le Soleil ne disparaîtra pas. Ainsi à Saint-Suzanne, le degré d'obscurité de 94% au maximum alors qu'à Saint-Pierre ce degré d'obscurité sera de 94,3%



## 1.2. Éclipses visibles depuis la Réunion

Les éclipses de Soleil sont des phénomènes rares et observables seulement depuis des zones très limitées à la surface de la Terre. La Réunion étant très petite au regard des dimensions de notre planète, une éclipse de Soleil y est donc très rare.

Ainsi, la **prochaine éclipse partielle visible à la Réunion aura lieu en 2026** et la **prochaine éclipse totale aura lieu en 2267**.

## 1.3. Circonstances de l'éclipse du jeudi 1er septembre 2016

Cette éclipse aura lieu un jour d'école, le

**jeudi 1er septembre 2016.**

Elle commencera durant le temps interscolaire à 12h23, mais le début de l'obscurcissement passera inaperçu.

Le phénomène se finira à 15h42.

Le milieu de l'éclipse aura lieu vers 14h10.

Que signifient ces moments de contacts ?

Proche du Soleil, la Lune sera invisible tant que son disque ne commencera pas à recouvrir le disque solaire.

Pourquoi est-elle invisible ? Située entre le Soleil et la terre par définition de l'éclipse, nous ne voyons de la Lune que son côté non éclairé. En conséquence une éclipse de Soleil ne peut avoir lieu en dehors de la période de nouvelle Lune.

Le 1<sup>er</sup> contact aura lieu quelque soit le lieu d'observation lorsque les deux disques seront tangents. La Lune est dessinée en noir bien que normalement totalement invisible pour les raisons expliquées ci-dessus.

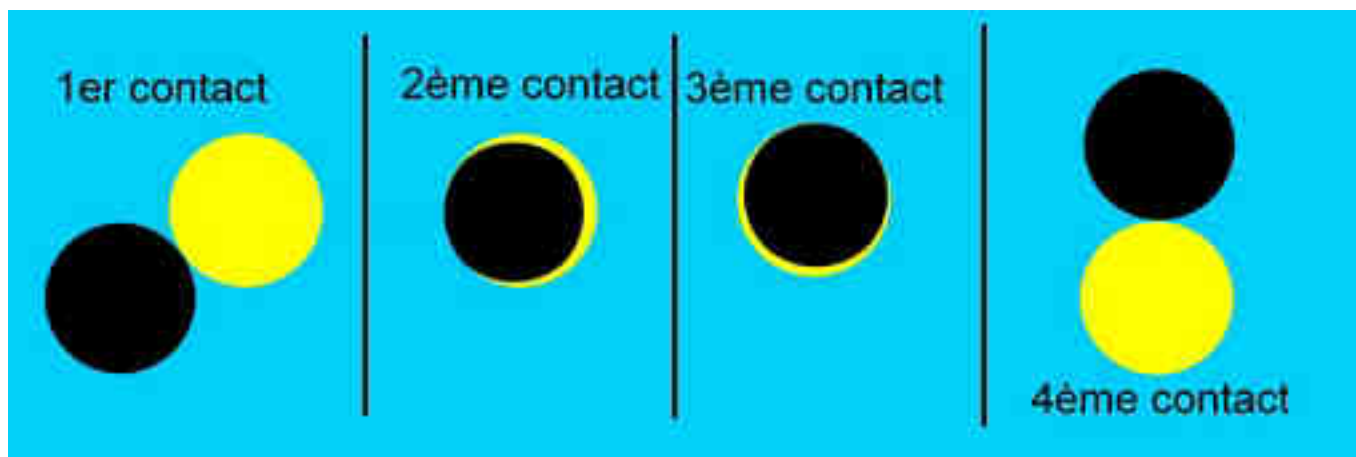
Au sud de la ligne La Possession / Saint-Suzanne le second contact correspondra au début de l'insertion totale du disque lunaire dans le disque solaire.

Le milieu de l'éclipse correspond au milieu du déplacement d'un disque dans l'autre. Cependant les deux disques ne seront pas concentriques car la ligne de centralité passe au sud de l'île et c'est seulement à cet endroit que les disques auront le même centre.

Le 3<sup>ème</sup> contact correspond au début de la "sortie" du disque lunaire du disque solaire.

Le 4<sup>ème</sup> contact correspond à la séparation des deux disques.

	Saint-Suzanne	Saint-Pierre
<b>1er contact</b>	12h 23mn 32,6s	12h 23mn 37,9s
<b>2nd contact</b>	x	14h 08mn 37,2s
<b>Milieu de l'éclipse</b>	14h 10mn 0,5s	14h 09mn 59,7s
<b>3ème contact</b>	x	14h 11mn 22,4s
<b>4ème contact</b>	15h 42mn 41,1s	15h 42mn 40s

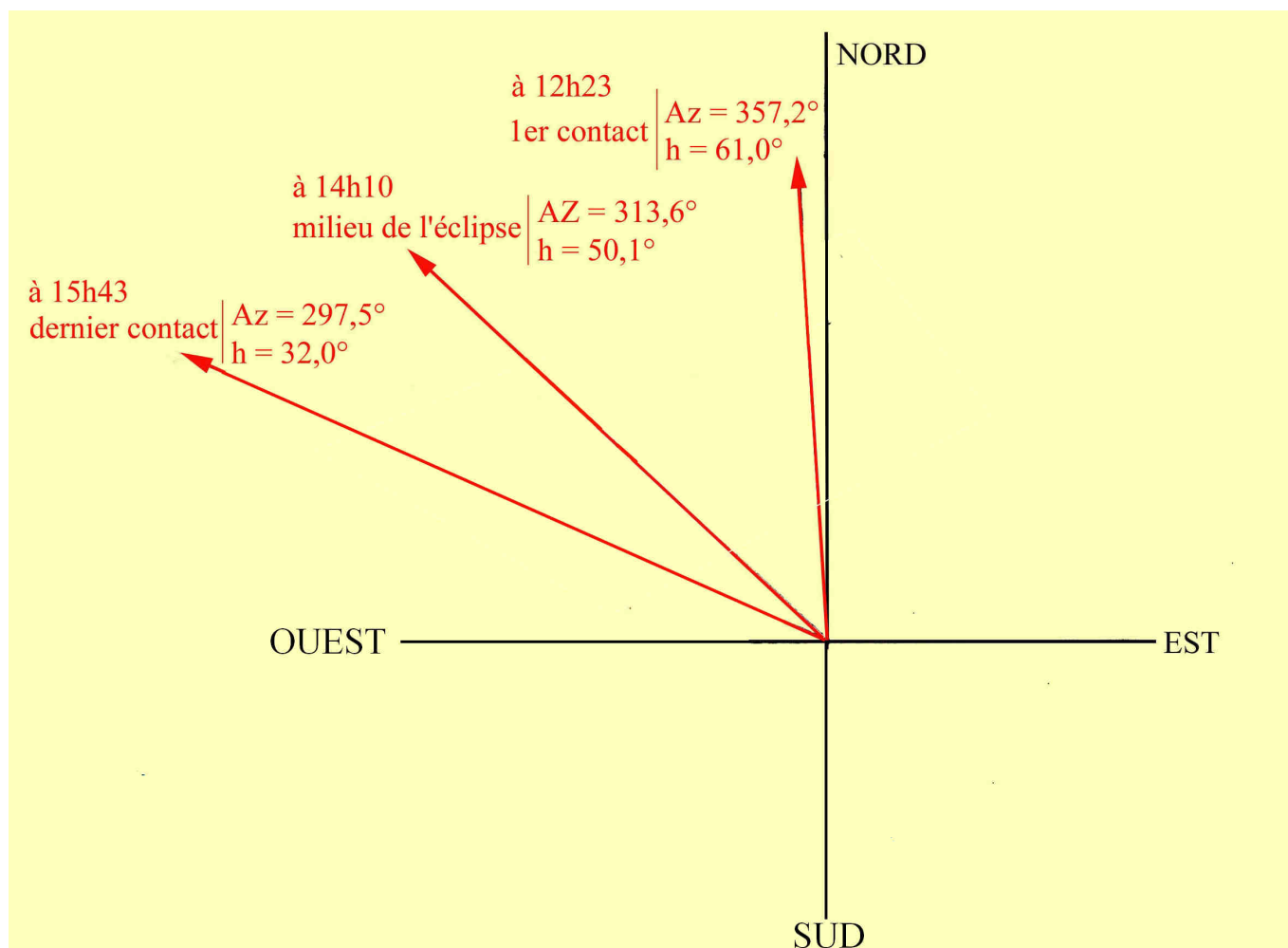


**ATTENTION :** Rappelons qu'au nord de la ligne La Possession / Sainte-Anne (limite de la bande de centralité) , l'éclipse ne sera que partielle. Il n'y aura pas de second et 3ème contact.

## Orientation dans le ciel.

Proche de midi mais heureusement assez proche du solstice d'hiver (21 juin) le phénomène ne sera pas trop haut dans le ciel, nous évitant un mouvement de nuque et des yeux peu confortable.

Voici les valeurs d'angles en azimuth (par rapport au nord) et en hauteur (élévation depuis l'horizon)



Ces valeurs sont importantes pour la préparation de l'observation. **Il faut préalablement trouver et vérifier que le site choisi soit le plus possible dégagé en azimuth et élévation.**

### **Quel endroit de l'école ou proche de l'école sera le plus adapté ?**

Le phénomène débutera presque plein nord et à une hauteur (angle) d'environ  $60^\circ$ .

Le moment fort de l'éclipse se fera au nord ouest avec un angle de  $50^\circ$ .

La fin de l'éclipse se fera ouest-nord-ouest à un angle d'environ  $30^\circ$ .

*Note :* l'observation du disque solaire éclipsé nécessitera une météo favorable. Cependant, même en cas de mauvais temps, d'autres types d'activités pourront être réalisées. (Voir au chapitre 5)

Le **vendredi 8 avril 2016**, le Soleil sera presque au même endroit dans le ciel que le 1<sup>er</sup> septembre. En observant ce jour là son cheminement de 12h30 à 15h45 vous aurez de bonnes indications sur votre site d'observation de ce qui se passera six mois plus tard, le jour de l'éclipse.

## 2. Pourquoi observer l'éclipse à l'école

### 2.1. Les programmes scolaires

Le phénomène des éclipses n'est pas mentionné en tant que tel dans les programmes d'enseignement de l'école primaire de 2016 et n'apparaît qu'au cycle 4 dans l'étude de conjonction de phénomènes périodiques

Cependant **dès le cycle 2** il est demandé :

- d'établir des "cartes du système solaire ; repérage de la position de la Terre par rapport au Soleil"

Et au cycle 3 :

- de faire si possible " quelques observations astronomiques directes."

L'étude de cette éclipse exceptionnelle est donc de façon implicite un élément d'observation, d'étude, de réflexion et d'apprentissage.

Les programmes de 2016 étant particulièrement récents, voici ci-dessous quelques extraits que nous ne prétendons pas exhaustifs et pour les seules sciences qui justifieront votre travail sur le sujet.

Enfin, l'observation de ce phénomène devra amener les élèves à comprendre certaines **règles de sécurité élémentaires** : de manière naturelle, quiconque dirige ses yeux vers le Soleil va rapidement détourner le regard.

Cependant, le jour de l'éclipse, le Soleil sera au cœur de toutes les attentions et il est important de bien préparer cet événement : les moyens d'observation utiliseront exclusivement des filtres adaptés ou bien des moyens indirects (qui ne font pas orienter le regard vers le Soleil) et qui permettront de suivre pleinement et sans risque le phénomène.

**Page suivante, extraits des programmes d'enseignement des cycles 2, 3 et 4 (2016)**


Cycle 2	Cycle 3	Cycle 4
<p>Situer un lieu sur une carte ou un globe ou sur un écran informatique</p> <p><b>Connaissances et compétences associées</b> Identifier des représentations globales de la Terre et du monde. Situer les espaces étudiés sur une carte ou un globe. Repérer la position de sa région, de la France, de l'Europe et des autres continents. (<i>zone de l'éclipse</i>)</p> <p>Savoir que la Terre fait partie d'un univers très vaste composé de différents types d'astres. - De l'espace connu à l'espace lointain : o les pays, les continents, les océans ; o la Terre et les astres (la Lune, le Soleil...).</p> <p><b>Exemples de situations</b> Cartes, cartes numériques, planisphères, globe comme instruments de visualisation de la planète pour repérer la présence des océans, des mers, des continents, de l'équateur et des pôles...</p> <p>Cartes du système solaire ; repérage de la position de la Terre par rapport au Soleil.</p> <p>Saisons, lunaisons, à l'aide de modèles réduits (boules éclairées).</p>	<p><b>Compétences attendues en fin de cycle.</b> Décrire un mouvement et identifier les différences entre mouvements circulaire ou rectiligne. Mouvement d'un objet (trajectoire et vitesse : unités et ordres de grandeur). Élaborer et mettre en œuvre un protocole pour appréhender la notion de mouvement et de mesure de la valeur de la vitesse d'un objet. Mouvements dont la valeur de la vitesse (module) est constante ou variable (accélération, décélération) dans un mouvement rectiligne. L'élève part d'une situation où il est acteur qui observe ..., à celles où il n'est qu'observateur (... jusqu'à l'observation du ciel : mouvement des planètes et des satellites artificiels à partir de données fournies par des logiciels de simulation).</p> <p><b>Connaissances et compétences associées</b> Le Soleil, les planètes. Position de la Terre dans le système solaire... Décrire les mouvements de la Terre (rotation sur elle-même et alternance jour-nuit, autour du Soleil et cycle des saisons)...et autour du Soleil. Représentations géométriques de l'espace et des astres (cercle, sphère).</p> <p><b>Exemples de situations, d'activités... pour l'élève</b> Travailler à partir de l'observation et de démarches scientifiques variées ( expérimentation ...). Faire - quand c'est possible - quelques observations astronomiques directes.... (éclipses,...). Découvrir l'évolution des connaissances sur la Terre et les objets célestes depuis l'Antiquité (... forme de la Terre et sa position dans l'univers) jusqu'à nos jours (cf. l'exploration spatiale du système solaire).</p>	<p><b>Domaine 4. Les systèmes naturels et les systèmes techniques</b> Le domaine 4 ... permet d'initier aux premiers éléments de modélisation scientifique et de comprendre la puissance des mathématiques, ... de prendre conscience des ordres de grandeur... Sciences, technologies et sociétés... Grandes figures de la science au XVIe siècle : Copernic, Galilée...</p> <p><b>Thème 3 de la classe de 5e, « Transformations de l'Europe...des XVIe et XVIIe siècles : Humanisme, réformes et conflits religieux ».</b> En lien avec les mathématiques, les sciences, la technologie, le français, les langues vivantes.</p> <p><b>Compétences</b> Identifier des questions de nature scientifique. Proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question scientifique. Concevoir une expérience pour la ou les tester. Mesurer des grandeurs physiques de manière directe ou indirecte. Interpréter des résultats expérimentaux, en tirer des conclusions et les communiquer en argumentant. Développer des modèles simples pour expliquer des faits d'observations et mettre en œuvre des démarches propres aux sciences. Concevoir et réaliser un dispositif de mesure ou d'observation. Décrire la structure ...(et l'organisation)...de l'Univers et du système solaire...les ordres de grandeurs astro... ...Cette thématique peut être aussi l'occasion d'une ouverture vers la recherche, les observatoires et la nature des travaux menés grâce aux satellites et aux sondes spatiales.</p>



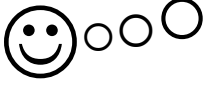
## 2.2. Les démarches d'investigation

On veillera à dérouler les activités proposées par la suite en suivant les principes de la démarche d'investigation.


Une structuration possible de cette démarche peut, par exemple, prendre la forme suivante (à adapter selon le niveau des élèves) et ce dès le cycle 1 :

**1) On se demande** 


*... données initiales, problème, ... menant à une question productive nécessitant une investigation ...*

**2) On pense** 


*... formuler une/des hypothèse(s) ...*

**3) On essaie** 

*... mettre en place l'investigation : expérimentation, recherche documentaire, modélisation, observation, tri, classement, ...*

**4) On remarque** 

*... interprétation de l'investigation menée en 3) ...*

**5) On sait** 

*... conclusion, structuration ... qui peuvent être suivis d'un entraînement ou d'une remise en œuvre.*

Les démarches d'investigations peuvent prendre plusieurs formes car la démarche **expérimentale** n'est pas toujours possible.

La démarche peut prendre une forme classiquement **documentaire** ;

- A base de documents écrits. Que disent les écrits de ceux qui savent avec en particulier sur internet la question annexe de la pertinence de l'écrit
- A partir de documents visuels
- A partir de documents sonores
- A partir de documents audio-visuels

Ce peut être une démarche de **modélisation** par une maquette

Une démarche de **simulation numérique** par un logiciel adapté (ici Stellarium pour le cycle 4 par exemple)

Une démarche de **reportage** qui va questionner un scientifique, un chercheur...

Approfondissement : "La démarche d'investigation, comment faire en classe ?" par Edith Saltiel.

<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11324/la-d-marche-dinvestigation-comment-faire-en-classe>

### 3. Fiche connaissances enseignant : les éclipses

#### 3.1. Les acteurs : Soleil, Terre et Lune

Avant de décrire le phénomène d'éclipse, il est important d'appréhender les tailles et distances comparées du Soleil, de la Terre et de la Lune :

	Diamètre
Soleil	1 392 000 km
Terre	12 756 km
Lune	3 475 km

Distance Terre-Soleil (moyenne) : 149 597 871 km

Distance Terre-Lune (moyenne) : 383 398 km

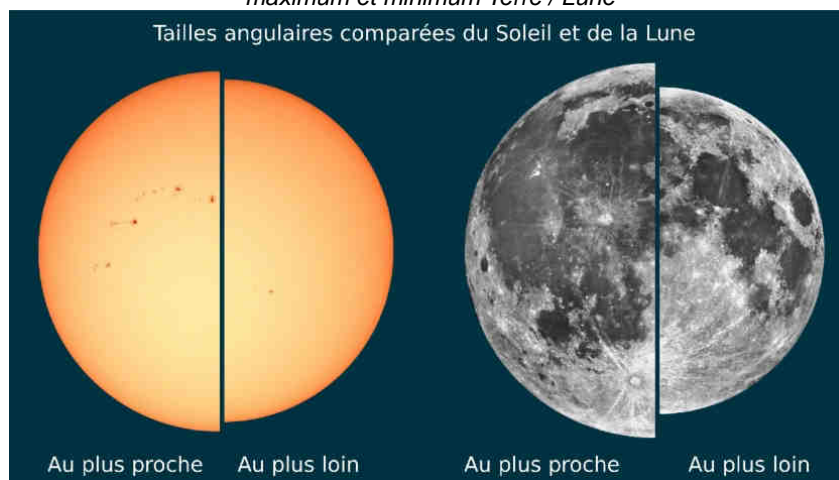
Calculons le rapport de taille entre le Soleil et la Lune :  $RT_{S-L} = 1\,392\,000 / 3\,475 = 400$

Calculons le rapport entre les distances Terre-Soleil et Terre-Lune :  $RD_{S-L} = 149\,597\,871 / 383\,398 = 390 \sim 400$

On constate que la Lune est environ **400 fois plus petite que le Soleil**, mais qu'elle est aussi environ **400 fois plus proche de nous** que ne l'est le Soleil : cette configuration exceptionnelle nous fait percevoir l'image du Soleil de la même taille que celle de la Lune. On dit que les diamètres angulaires des deux astres sont comparables.

Dans la réalité, ces diamètres angulaires varient légèrement puisque les distances Terre-Lune et Terre-Soleil varient (en raison des orbites elliptiques de la Lune et de la Terre). On comprend donc que, sous certaines conditions, la Lune puisse cacher le disque solaire. En revanche, dans certains cas, la Lune sera trop éloignée de la Terre pour cacher entièrement le disque solaire (Illustration 2).

Illustration 2: Tailles angulaires comparées du Soleil et de la Lune en fonction des distances maximum et minimum Terre / Lune



#### 3.2. Distinction entre éclipse de Lune et éclipse de Soleil

On désigne par **éclipse de Lune** le passage de la Lune dans le cône d'ombre portée de la Terre. Lors d'une éclipse de Lune, cette dernière ne disparaît pas totalement mais revêt un aspect rougeâtre. En effet, une partie de la lumière solaire est rougie par l'atmosphère terrestre (qui diffuse la lumière bleue) et suffisamment déviée (par phénomène de réfraction) pour atteindre la Lune (Illustration 3).

On désigne par **éclipse de Soleil** le phénomène lors duquel la Lune cache (en partie/ totalement) le Soleil.

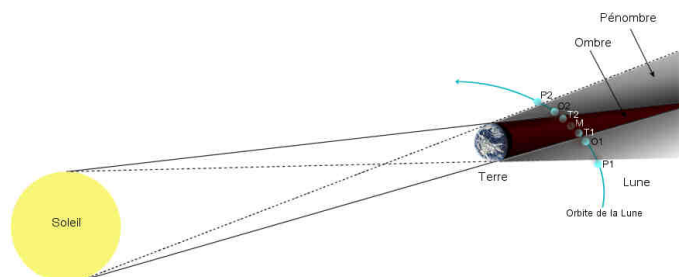


Illustration 3: Représentation schématique d'une éclipse de Lune (échelles non respectées).

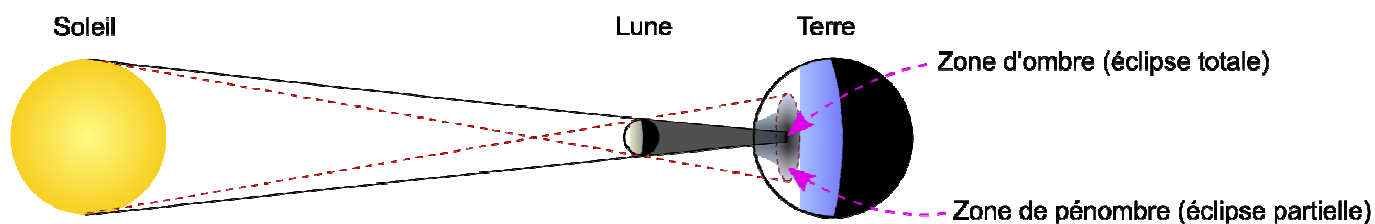


Illustration 4: Représentation schématique d'une éclipse de Soleil (échelles non respectées).

On devrait plus précisément parler d'**occultation du Soleil** par la Lune (Illustration 4).

Sur cette même illustration, on distingue la zone d'ombre portée par la Lune qui se limite sur Terre à une petite surface (quelques dizaines à quelques centaines de km) d'où le Soleil se verra totalement occulté par la Lune (éclipse totale).

En revanche, la Lune occultera seulement une partie du Soleil depuis une zone plus vaste nommée zone de pénombre (éclipse partielle). Enfin, depuis une partie de la Terre, le décalage Soleil-Lune sera tel qu'aucune éclipse, même partielle, ne sera visible.

### 3.3. Aspects des éclipses de Soleil

L'illustration ci-contre montre les différents aspects d'éclipses de Soleil, vus depuis la Terre, selon différentes configurations Terre-Lune :

- L'éclipse totale, vue depuis la zone d'ombre portée de la Lune (couronne solaire visible)
- L'éclipse annulaire, lorsque la distance Terre-Lune est trop importante pour que l'ombre de la Lune atteigne la surface de la Terre.
- L'éclipse partielle, vue depuis une zone de pénombre. Lors de toute éclipse totale ou annulaire, il y a forcément une phase partielle.

Notons que les échelles de tailles et de distances ne sont pas respectées sur ces illustrations.

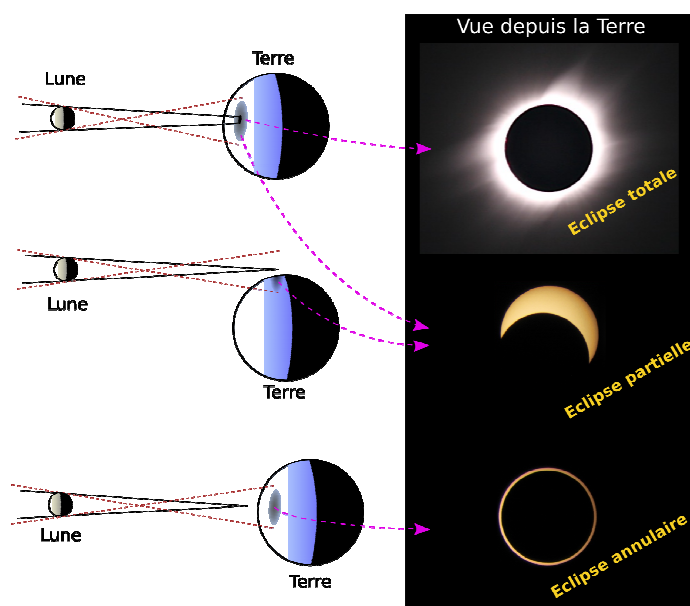


Illustration 5: Aspects de différentes éclipses de Soleil.

### 3.4. La "saison des éclipses"

Sachant que la durée de révolution de la Lune autour de la Terre est d'environ 29 jours, on pourrait se demander pourquoi il n'y a pas une éclipse de Soleil à chaque nouvelle Lune. De fait, lorsqu'on consulte une liste des éclipses de Soleil, on se rend compte qu'elles sont séparées d'environ 6 mois (tableau ci-dessous).

Date	Type
20 mars 2015	Totale
13 septembre 2015	Partielle
9 mars 2016	Totale
1 septembre 2016	Annulaire
26 février 2017	Annulaire
21 août 2017	Totale
15 février 2018	Partielle
13 juillet 2018	Partielle
11 août 2018	Partielle
6 janvier 2019	Partielle
2 juillet 2019	Totale

Ce phénomène s'explique par l'inclinaison du plan de l'orbite lunaire  $P_L$  par rapport au plan de l'orbite terrestre (ou plan de l'écliptique, noté  $P_E$ ). Cette inclinaison d'environ  $5^\circ$  est suffisante pour que, la majorité du temps, le cône d'ombre de la Nouvelle Lune n'atteigne pas la surface de la Terre mais passe soit au-dessus, soit au-dessous.

Pour qu'il y ait éclipse, il est nécessaire que la ligne d'intersection (nommée ligne des nœuds et notée LdN) entre les deux plans  $P_L$  et  $P_E$  soit dirigée (à quelques degrés près) vers le Soleil. Ce phénomène intervient globalement tous les six mois (Illustration 6) : on parle alors de "saison des éclipses", au cours de laquelle on a généralement une voire deux éclipses de Soleil et de Lune.

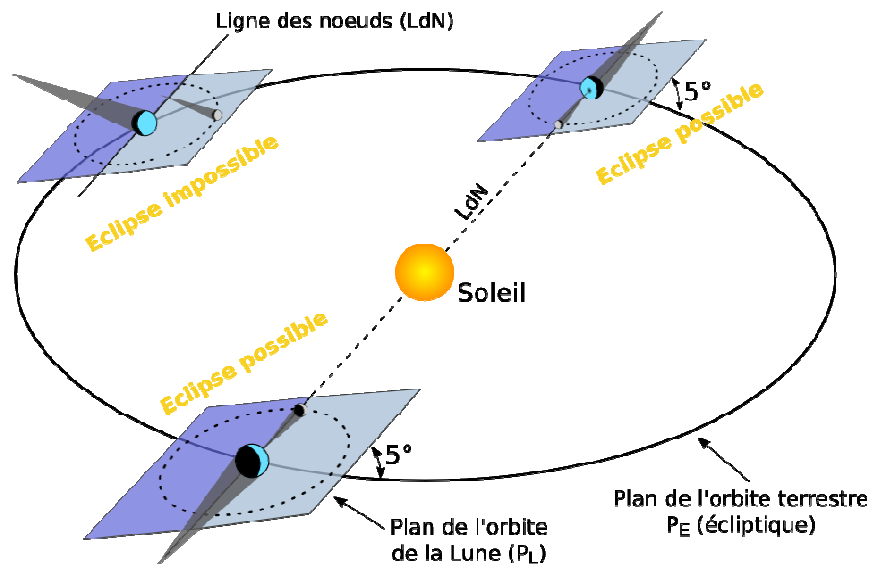


Illustration 6: Inclinaison du plan  $P_L$  de l'orbite de la Lune et ligne des nœuds (ligne pointillée)

En outre, les schémas présentés jusqu'à présent sont trompeurs puisque aucune échelle de taille et de distance n'a été respectée. L'illustration 7, elle, respecte les échelles et montre bien que l'ombre de la Lune est un très fin "pinceau" : il suffit effectivement que la Lune soit légèrement décalée par rapport au plan de l'écliptique pour qu'aucune ombre ne se projette sur la Terre. A l'échelle de cette illustration 7, le Soleil serait situé à 400 fois la distance Terre-Lune, soit à 56 mètres et aurait environ 50 cm de diamètre.



Illustration 7: Représentation schématique d'une éclipse de Soleil (échelles respectées).

On peut se représenter le système Terre-Lune à l'aide de petites sphères : si la Terre avait la taille d'une balle de ping-pong, la Lune aurait celle d'une bille de verre (~1cm de diamètre) et serait située à environ 1m de la Terre.

## 4. Pré-requis : les phases de la Lune

Aux cycles I et II, l'éclipse du 1<sup>er</sup> septembre 2016 pourra être abordée en tant qu'événement exceptionnel dont l'explication pourra se limiter au passage de la Lune devant le Soleil.

Au cycle III, avant d'aborder le phénomène d'éclipse proprement dit, et afin d'y mettre davantage de sens, les élèves pourront aborder le mouvement de la Lune autour de la Terre et les phases de la Lune.

Une proposition de progression a été faite par l'équipe Sciences du département du Lot à l'occasion de l'Année Mondiale de l'astronomie en 2009. Cette progression en 4 séances est disponible en ligne à l'adresse ci-dessous. En voici le résumé :

### LE MOUVEMENT DE LA LUNE AUTOUR DE LA TERRE

#### **La Lune, notre satellite naturel. Quand peut-on voir la Lune ? Sous quels aspects ?**

À partir de l'observation et du questionnement des enfants sur la présence de la Lune pendant la journée et des différents aspects de celle-ci au cours du mois, chercher à comprendre pourquoi la Lune se présente sous différents aspects.

Recueil de représentations initiales.

Modélisation en deux temps : élèves « intégrés » à la maquette puis « extérieurs » à celle-ci.

Confrontation au savoir établi.

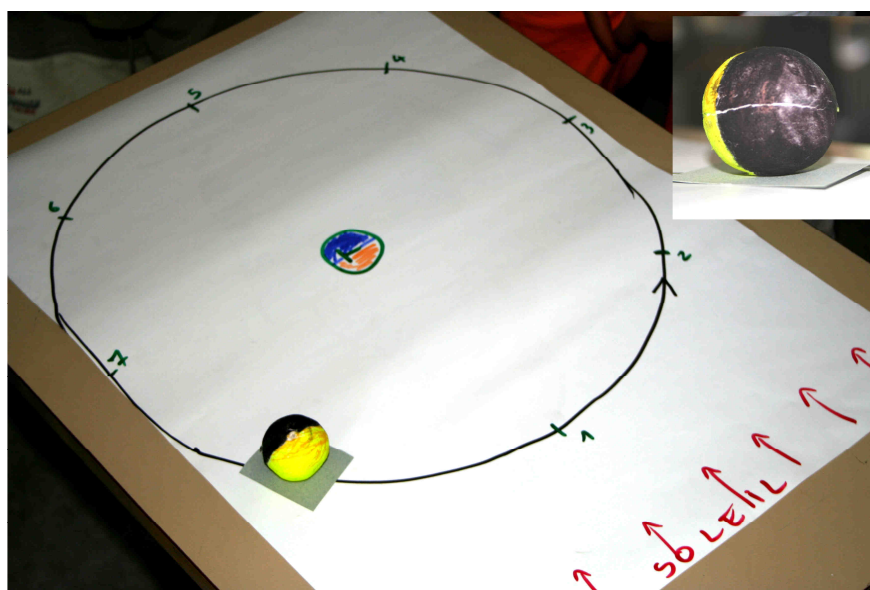
Prolongement (voir fiche n°6) Maquette à l'échelle Terre/Lune (travail en mathématique sur les grands nombres, les échelles et les proportions)

Fiches n°5 et n°6 + annexes à télécharger : Attention , nous attirons votre attention que certains documents dans le lien ci-dessous concernent l'hémisphère nord et ne sont pas toujours valables pour l'hémisphère sud, en particulier pour les phases de la Lune. Etant donné la grande qualité et le nombre des documents, nous vous fournissons quand même le lien avec cet avertissement.

<http://pedagogie.ac-toulouse.fr/lotec/Sciences/publierCDromAMA/page2.html>

Cette progression permettra d'aboutir à une maquette telle que celle de l'illustration 8, permettant aux élèves de faire le lien entre la position de la Lune autour de la Terre et l'aspect de la Lune vue depuis la Terre, au cours d'une lunaison.

Cette maquette permet d'observer qu'à certains moments (lors de la nouvelle Lune), notre satellite peut cacher le Soleil : il y a éclipse de Soleil. Un apport documentaire (Illustrations 6 et 7 par exemple) permettra de faire comprendre pourquoi ce phénomène ne se reproduit pas à chaque lunaison.



Exemple de maquette Terre-Lune permettant d'observer la phase en fonction de la position de la Lune autour de la Terre (en médaillon : le dernier croissant tel que vu de la Terre pour cette même position) – École d'Aragnoet.

Vous trouverez d'autres propositions pour présenter le système Soleil, Terre, Lune sur le site de Sciences Ecole, rubrique L'éclipse <http://webaca.ac-reunion.fr/index.php?id=4751>



## Les phases de la Lune dans l'hémisphère sud.

N.B. On notera que l'inclinaison des croissants dépend de la latitude de l'observateur.



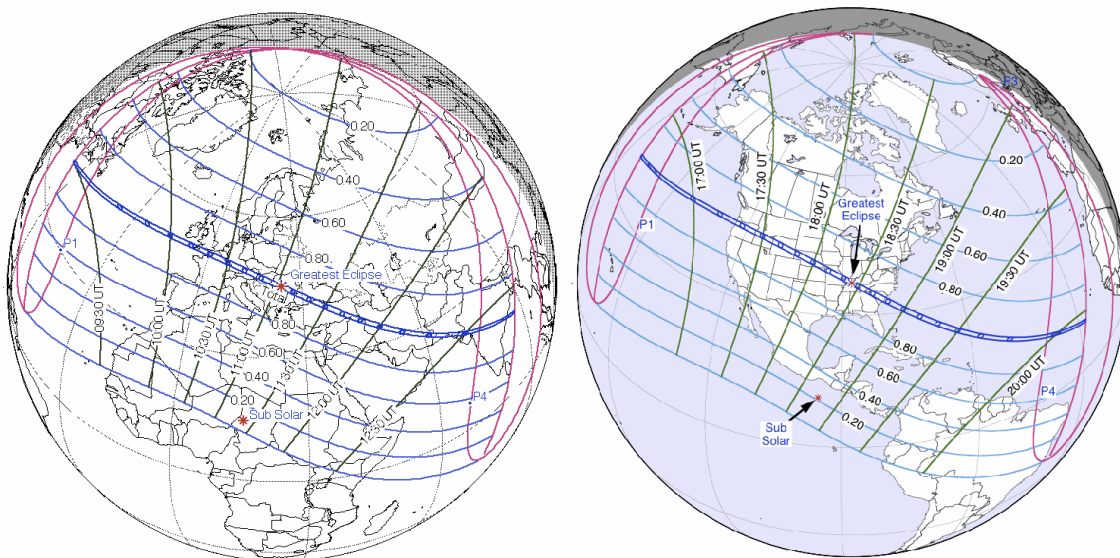
### Annexe :

#### Pour aller plus loin : La ligne des nœuds

La ligne des nœuds n'est pas fixe dans l'espace. Le plan de l'orbite lunaire subit une lente rotation. La ligne des nœuds ne se retrouve pas face au Soleil exactement tous les six mois (ou 182.6 jours) mais tous les 173.3 jours (Illustration 51). Le plan de l'orbite lunaire tourne sur lui même en 18.6 ans environ : cette période est appelée un *saros*.

Après un saros, la géométrie Terre-Soleil-Lune est quasiment identique : la Lune présente la même phase et se situe au même nœud et à la même distance de la Terre. Si la date d'une éclipse est connue, alors une éclipse presque identique se produira un saros plus tard.

Exemple : l'éclipse totale du 11 août 1999 qui a eu lieu dans le nord de la France et l'éclipse totale du 21 août 2017 qui traversera les États-Unis sont deux éclipses aux caractéristiques presque identiques, à un saros d'intervalle.



Éclipses du 11 août 1999 (à gauche)  
et du 21 août 2017 (à droite). Images Fred Espenak, NASA's GSFC