



Éclipse totale du 8 avril 2024 (version pour le secondaire)

Description générale	Durée	<i>Variable selon les dispositions choisies</i>
<i>Les élèves se préparent à observer une éclipse du Soleil à travers des activités sur la modélisation de l'alignement de la Terre, la Lune et le Soleil, le calcul des distances entre Soleil-Terre et Terre-Lune et la fabrication d'un projecteur de Soleil.</i>	Saison(s)	<i>Automne, hiver, printemps</i>
	Niveau(x)	<i>Secondaire</i>
	Cycle	<i>1^{er} cycle principalement, mais peut être adapté à tous les niveaux</i>
	Type	<i>Adaptation des activités ci-dessous par Jean-Philippe Ayotte-Beaudet, Julie Bolduc-Duval, Pierre Chastenay, Marie-Ève Naud et Cassandra L'Heureux</i>

Adaptation des activités de :

- À la découverte de l'Univers : <https://www.decouvertedelunivers.ca/eclipse2021>
- Édusol : https://www4.obs-mjp.fr/wp-content-omp/uploads/sites/45/2021/06/dossier_peda_eclipse_version5generique.pdf
- <http://emf.unige.ch/files/3714/6410/1899/EMF2015GT5LAGUERRE.pdf>
- https://cral-perso.univ-lyon1.fr/labo/fc/Ateliers_archives/ateliers_2018-19/Atelier2018-10-17/181016_Lune_stellarium_V0.pdf
- <https://eduscol.education.fr/document/22381/download>
- Atelier « E comme Éclipse », Institut Trottier de recherche sur les exoplanètes : <https://exoplanetes.umontreal.ca/evenement/e-comme-eclipse-atelier-sur-les-eclipses-solaire/>

Intention d'apprentissage

*Comprendre les relations mathématiques dans le système Soleil-Terre-Lune.
Comprendre les lignes de nœuds et leur rôle dans la fréquence des éclipses de Soleil.*

Concepts principaux :	<i>Sciences et technologies : Secondaire 1 et 2 : La lumière et ses propriétés; le phénomène des ombres; les éclipses</i>
Particularités de l'emplacement :	<i>Partout, mais en particulier les régions où l'éclipse sera totale: une partie de l'île de Montréal, la Montérégie, l'Estrie, le Centre-du-Québec, Chaudière-Appalaches et les Îles-de-la-Madeleine. Vous pouvez consulter la carte du Québec avec les différentes régions : https://www.eclipsequebec.ca/carte/</i>



Préparation (avant le 8 avril)

Étape 0 : Activation des connaissances

Phases de la Lune et les ombres

- Qu'est-ce qu'une ombre ?
- Comment se forme une ombre ?
- Quelle est la différence entre une éclipse de Lune et une éclipse de Soleil ?

Étape 1 : Modélisation au choix

Modèle de l'éclipse à l'échelle

- Dérouler une partie des trombones, ou utiliser des cure-dents et les insérer dans la balle de styromousse qui représente la Terre et dans la boule de pâte à modeler qui représente la Lune.
- Sur la règle, installer les balles à l'aide des trombones à une distance de 75 cm en les collant à l'aide du ruban adhésif, ou en fixant une pince. Ceci donne un modèle à l'échelle du système Terre-Lune.
- **À l'extérieur, une journée ensoleillée**, l'idée est d'aligner la Terre et la Lune du modèle pour créer des éclipses solaires et lunaires grâce au vrai Soleil. Poser les questions suivantes aux jeunes : Comment les astres devraient-ils être placés pour former une éclipse lunaire ? Et une éclipse solaire ? Pour une éclipse solaire : la Lune est entre le Soleil et la Terre, l'ombre de la Lune tombe sur la Terre. Pour une éclipse lunaire : la Terre est entre le Soleil et la Lune, l'ombre de la Terre tombe sur la Lune. Attention, il ne faut pas créer d'ombre avec vos mains. Assurez-vous de dérouler les trombones complètement (de prendre des cure-dents suffisamment longs). Pour aider l'alignement, il est possible de prendre les ombres des balles au sol comme points de repère (mais attention, les ombres au sol ne représentent rien, dans le modèle!).

Modèle avec les cerceaux :

Inspiré de : Rosvick, J. (2008). An Interactive Demonstration of Solar and Lunar Eclipses. *Astronomy Education Review*, 7(2), 112-121. <https://doi.org/10.3847/AER2008031>

Le but de cette démonstration est d'aider les élèves à visualiser l'orientation des orbites impliquées, à observer comment la Lune orbite autour de la Terre et comprendre pourquoi les éclipses ne sont pas observées à chaque nouvelle lune et à chaque pleine lune.

Fabrication

- Percer des trous au centre des deux balles.
- Repérer la section où le cerceau semble avoir été assemblé. Séparer le cerceau à ce point et y enfiler la boule qui représente la Terre.
- Si le cerceau de l'orbite de la Lune est un anneau solide, il est possible de trancher à mi-chemin du trou percé la boule pour la glisser dans le cerceau et ensuite recoller les faces coupées.
- Passer une des extrémités du cerceau de la Terre à travers l'orbite de la Lune.
- Recoller le cerceau de l'orbite de la Lune qui a été précédemment coupé.

Modélisation

- Demander aux élèves de tenir le cerceau horizontalement au-dessus de l'ampoule solaire, en s'assurant que le soleil est au centre du cerceau et dans le même plan.
 - Orienter le cerceau de l'orbite de la Lune avec une inclinaison exagérée par rapport au plan de l'orbite terrestre, puis montrer avec vos doigts l'intersection des orbites et demander aux élèves de visualiser une ligne.
-



- Commencer la démonstration avec la Terre sur le côté du cerceau le plus proche des élèves. L'élève qui tient le cerceau se tient d'un côté. Orienter le cercle d'orbite de la Lune de manière à ce que la Lune se trouve dans une nouvelle phase lunaire, mais en dessous du plan de l'orbite terrestre. Tout en maintenant l'orientation et l'inclinaison du cerceau de l'orbite de la Lune, faire tourner le cerceau de la Lune jusqu'à ce que la Lune soit dans une phase de pleine lune; la Lune est maintenant au-dessus du plan de l'orbite de la Terre. En effectuant cette partie de la démonstration, expliquer que pour ces deux phases, les éclipses ne seront pas possibles parce que la Lune est au-dessus ou au-dessous de la Terre. Par conséquent, l'ombre de la Lune ne tombera pas sur la Terre, dans le cas d'une éclipse solaire, ni la Lune ne passera dans l'ombre de la Terre, dans le cas d'une éclipse lunaire.
- Ensuite, l'élève fait tourner le cerceau dans le sens antihoraire (vu d'en haut) d'un quart de tour; maintenant, la Terre est du côté droit du cerceau, vu par la classe. Au cours de cette rotation, faire pivoter l'orbite lunaire autour d'un quart de tour, en veillant à ce que l'orientation de l'orbite ne soit pas modifiée pendant la rotation. Cette fois, lorsque les phases de la nouvelle lune et de la pleine lune sont démontrées, les élèves sont en mesure de voir que des éclipses sont possibles pour cet arrangement.

Étape 3 : Calculer les distances entre le Soleil-Terre et Terre-Lune

Activité de : https://www4.obs-mip.fr/wp-content-omp/uploads/sites/45/2021/06/dossier_peda_eclipse_version5generique.pdf

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 :

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

Distance Terre-Lune (moyenne) : 383 398 km

	Diamètre
Soleil	1 392 700 km
Terre	12 756 km
Lune	3 475 km

Calculons maintenant le rapport entre les distances Terre-Soleil et Terre-Lune : $RDS-L = 149\,597\,871 / 383\,398 = 390$

On constate que le diamètre de la Lune est environ 400 fois plus petit que celui du Soleil, mais qu'elle est aussi environ 400 fois plus proche de la Terre 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.

Étape 4 : (Démarche de conception d'un outil pour observer l'éclipse)

La boîte à éclipse

- Ouvrir la boîte et recouvrir l'une des faces intérieures courtes de papier blanc en utilisant le ruban adhésif.
- Sur la face opposée au papier blanc, faire deux trous l'un à côté de l'autre, séparés d'au moins dix centimètres (un pour laisser entrer la lumière du Soleil et l'autre pour regarder à l'intérieur de la boîte).
- Coller du papier d'aluminium sur le trou pour le Soleil.
- Utiliser l'aiguille pour percer un petit trou dans le papier d'aluminium.
- Bien refermer la boîte avec du ruban adhésif.

* Plus on augmente le diamètre du trou, plus l'image sera lumineuse... mais en contrepartie elle deviendra plus floue. À l'inverse, si l'on désire une image nette, on aura intérêt à diminuer le diamètre du trou (dans une certaine limite, l'image devenant trop ténue). - Plus on augmente la distance entre le



trou et la surface (la feuille au fond de la boîte) sur laquelle est projetée l'image, plus cette dernière est grande, mais moins elle est brillante. Il peut être intéressant de demander aux élèves de faire des hypothèses sur la distance et la circonférence du trou qui seraient optimales afin de pouvoir bien observer l'éclipse.

Fabriquer le Projecteur de soleil (Démarche de conception)

- Découper dans votre papier cartonné un rectangle de 8 pouces sur 6 pouces (20 cm sur 15 cm). Découper un carré de 2 pouces (5 cm) de côté au centre comme sur le modèle ci-contre.
- Découper un carré de papier d'aluminium de 7,5 cm (3 po) de côté. Coller le papier d'aluminium sur le vide du carré. Le papier d'aluminium doit être lisse.
- Faire un trou au milieu de la feuille avec une punaise. Cette section peut demander l'aide de la personne enseignante selon son choix en termes de sécurité.
- Décorer le projecteur de soleil. Attention de ne pas couvrir le trou du papier d'aluminium.
- Note : en réalité, n'importe quel trou percé dans une feuille de papier fonctionnera! Le papier d'aluminium permet d'avoir un trou plus net.

À l'extérieur (le 8 avril 2024)

Étape 5 : Observation de l'éclipse // S'il fait beau !

Utilisation du projecteur de soleil

- Se placer dos au Soleil.
- Tenir le projecteur de soleil au-dessus de son épaule pour laisser les rayons du Soleil passer à travers le trou.
- Tenir le carton ou la feuille blanche (l'écran) un peu plus loin de manière à ce que l'image du Soleil s'y forme
- Pour agrandir l'image, tenir l'écran plus loin du projecteur.

Pendant la phase **d'éclipse partielle** (ou en tout temps pour les régions situées dans la zone d'éclipse partielle)

Tout autre objet qui a un ou plusieurs trous qui permettent de créer une ou des images du Soleil.

- Si vous n'avez pas de projecteur de soleil, aucun problème ! Vous pouvez regarder par terre ou sur un mur bien exposé au soleil l'ombre des arbres. Le feuillage créant de petits trous de manière naturelle, le Soleil ne projettera pas des ovales de lumière, mais des croissants !
- Vous pouvez aussi utiliser des objets comme une passoire, ou même un biscuit Ritz pour créer des images du Soleil. Cela permettra de suivre l'évolution de l'éclipse : la forme du soleil va évoluer à mesure qu'il sera plus, puis moins caché par la Lune. Attention! Toujours se mettre dos au Soleil et faire passer sa lumière dans les trous. C'est l'image du Soleil qu'on regarde, pas le Soleil lui-même.

Pendant la phase **d'éclipse totale** (quelques secondes à quelques minutes, selon où vous vous trouvez)

- Profitez du spectacle! Contrairement aux phases partielles où on doit absolument regarder une projection du Soleil (ou avoir des lunettes munies de filtres solaires), il est possible de regarder de manière sécuritaire vers le Soleil pendant les quelques secondes à quelques minutes où il est **complètement** éclipsé par la Lune.

Utilisation de la boîte à éclipses

- Se placer dos au Soleil.
-



- En regardant dans le trou de la boîte, ajuster sa position pour voir une projection du Soleil sur le papier blanc. L'image du Soleil devrait apparaître au fond de la boîte lorsque l'ombre de cette dernière projetée sur le sol est minimale.
- Lorsque la Lune commencera à cacher le Soleil, on pourra voir son disque couvrir progressivement le Soleil.

Étape 6 : Mesure de la luminosité et de la température

*Idéalement, il faut prévoir du temps pour prendre les mesures de température avant ou après l'éclipse à des fins de comparaison.

- Demander aux élèves s'ils pensent qu'il y aura une baisse de température en même temps que la baisse de luminosité ?
- Pense-t-il pouvoir la ressentir ?
- Comment pourrait-on le mesurer ?

Il est possible **d'utiliser un luxmètre**. Il fournit une indication de la luminosité ambiante sous la forme d'une échelle exprimée en EV (Exposure Value). Cette unité peut être conservée telle qu'elle pour tracer une courbe de son évolution, du début à la fin de l'éclipse (toutes les 10 minutes par exemple). Les mesures pourront être faites avec le posemètre dirigé vers le Soleil, mais aussi à l'opposée, devant un mur uni par exemple.

On peut également utiliser **une photodiode**. L'unité arbitraire qu'on obtient en utilisant une photorésistance ou une photodiode (Illustration 40), reliée à un multimètre sur le calibre adéquat : mesure en Ohms pour la photorésistance (Illustration 40), mesure en Volts pour la photodiode permet aussi de prendre des mesures intéressantes.

Si l'on dispose d'un appareil photo muni d'une fonction manuelle (afin de fixer le temps de pose et l'ouverture de l'objectif), il est possible de réaliser des poses à intervalles réguliers (sur trépied photo de préférence). Assurez-vous de prendre une photo du paysage et non du soleil, à moins d'avoir un appareil spécialisé, car l'exposition prolongée sans filtre peut endommager l'appareil photo.

- Il est aussi possible d'utiliser des applications comme [Arduino](#) pour comparer la luminosité enregistrée avec les mesures.
- Il est alors possible de comparer les photos entre elles (après l'éclipse) avec les élèves pour illustrer le changement de luminosité.

Étape 7 : Observation de l'éclipse // S'il fait ne fait pas beau !

Suivre l'éclipse en direct

- Il est possible de suivre l'éclipse en direct par exemple sur le site de l'AstroLab du Mont-Mégantic. Voici des exemples lors de l'éclipse en Australie l'année dernière :
<https://www.youtube.com/live/ifLI7GeZpE> et
<https://www.youtube.com/watch?v=S2U3a1xXv8k>
 - Il est alors possible de comparer les photos entre elles (après l'éclipse) avec les élèves pour illustrer le changement de luminosité.
-



Retour

Étape 8: Retour sur l'observation en classe

- Prendre le temps de faire un retour avec les élèves sur les différentes façons d'observer l'éclipse.
- Faire la mise en commun des observations.

Faire un retour sur l'éclipse avec Stellarium

- Si vous n'avez pas été en mesure d'observer l'éclipse le jour même, il est possible de trouver des vidéos en ligne ou d'utiliser Stellarium pour voir une simulation l'éclipse au moment où ça a eu lieu.

Étape 9 : Lien avec les arts et Univers social (voir ressources à consulter).

- Plusieurs activités en arts peuvent s'inspirer de l'expérience des élèves, ou encore du phénomène des ombres.
- Plusieurs repères culturels peuvent être abordés avec les élèves.

Matériel

Modèle de l'éclipse à l'échelle

- Trombones
- Cure-dents
- Boule de styromousse
- Pâte à modeler
- Règle d'un mètre
- Ruban adhésif ou pince

Modélisation avec cerceaux

- Ampoule de lumière faible pour le Soleil, de préférence rouge ou orange pour aider à prévenir l'éblouissement (facultatif)
- Cerceau représentant l'orbite de la Terre autour du Soleil
- Cerceau plus petit représentant l'orbite de la Lune autour de la Terre
- Balle solide de taille moyenne représentant la Terre
- Petite balle solide représentant la Lune

La boîte à éclipses

- Une boîte de carton vide, comme une boîte à chaussures (plus elle est longue, plus l'image du Soleil sera grande, mais moins brillante)
- Une feuille de papier blanche
- Des ciseaux
- Du papier d'aluminium
- Une aiguille
- Du ruban adhésif

Projecteur de Soleil

- Papier cartonné ou boîte de céréales recyclée.
- Feuille d'aluminium



-
- Ciseau
 - Ruban adhésif
 - Punaise
 - Marqueurs ou crayon de couleur
 - Carton ou feuille blanche (écran)

Mesure de la température et de la luminosité

- Luxmètre
- Photodiode
- Appareil photo avec filtre.

Documents utiles à la mise en œuvre

Ressources complémentaires

Éclipse :

- Explication du phénomène : <https://www.eclipsequebec.ca/>
- Guide d'utilisation de Stellarium : <https://www.decouvertedelunivers.ca/niveau1>
- Ressources et support pour le personnel enseignant : <https://www.decouvertedelunivers.ca/eclipse>

Boîte à éclipse :

***Les deux ressources suivantes expliquent comment faire une boîte à éclipse avec des boîtes de souliers recyclées. Celles-ci utilisent le même concept qu'expliqué plus haut : faire passer la lumière du Soleil à travers un petit trou vers un écran et regarder la projection du Soleil. Toutefois, ce dispositif ne permet pas toujours d'obtenir des images claires de l'éclipse car la distance entre le trou et l'écran n'est pas ajustable. L'avantage, si la distance est bonne, est qu'elles sont sombres, et donc le contraste est meilleur. Il peut être intéressant d'utiliser différentes manières de créer des projections du Soleil et de discuter leurs avantages et inconvénients en retour sur l'activité.

- Explication boîte à éclipses solaires : <https://www.asc-csa.gc.ca/fra/astonomie/eclipses/eclipses-solaires.asp>
- Vidéo Débrouillard- comment fabriquer la boîte à éclipses : <https://www.youtube.com/watch?v=QVsvGQz6YQ>
-

Phases de la Lune

- Vidéo explicative des phases de la Lune : [Phases de la lune - À la découverte de l'univers](#)
- Calendrier des phases de la Lune : <https://espacepourlavie.ca/phases-de-la-lune>
- Fiche d'observation des phases de la Lune : https://espacepourlavie.ca/sites/espacepourlavie.ca/files/fiche_phases_lune.pdf
- Activité La lune de soir https://www.decouvertedelunivers.ca/files/ugd/c07f8f_c76082493904456fa2ce222f7ef4109b.pdf



DES SCIENCES DEHORS

Nom(s) : Jean-Philippe Beudet et al.

- Activité La lune de jour
https://www.decouvertedelunivers.ca/files/ugd/c07f8f_fe1f4719fe4c43809890628ccd_f07d6b.pdf
- Activité d'observation du ciel et des exoplanètes : [Défi - Explore le ciel... et les exoplanètes - Des exoplanètes à l'école](#)

Repères culturels :

Inspiré de : <https://leplanificateurdessciences.org/sae/systeme-terre-lune-soleil>

-L'héliocentrisme:

-Les origines de notre calendrier:

-Face cachée de la lune:

- Le principe de Sténopé :

Les histoires d'éclipse : https://www4.obs-mip.fr/wp-content-omp/uploads/sites/45/2021/06/dossier_peda_eclipse_version5generique.pdf (p.28-29)

Les arts visuels :

Voici différentes pistes explorant le thème de l'ombre et de la lumière :

- Les théâtres d'ombres depuis la tradition asiatique jusqu'aux réalisations contemporaines
- Les œuvres de Rembrandt, Georges de la Tour, Picasso, ...
- Les œuvres de Diet Wiegman, de Tim Noble et Sue Webster ou de Kumi Yamashita : d'apparence informe ou aléatoire, elles révèlent leur aspect (et celui de leur ombre) une fois éclairées de manière adéquate.

Livres jeunesse en français sur le thème de la Lune (Soleil, Terre, Éclipse, Astronomie) :

<https://exoplanetes.umontreal.ca/les-suggestions-de-lecture-de-marie-eve/>

Liste d'écoute de chansons sur le thème de la Lune: <https://www.asc-csa.gc.ca/fra/multimedia/listes-de-lecture-sur-la-lune.asp>