

Cycle de formation

en Astronomie

Livret d'accompagnement

Occitanie 2019

Version : 1

Date : 23 mai 2020

Rédactrice : Isabelle M. Santos



Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Introduction | 4 |
| Notions d'astronomie pratique | 4 |
| Mécanique céleste | 4 |
| Le nord | 4 |
| L'équateur | 4 |
| Le zénith | 5 |
| Le méridien local | 5 |
| Le plan de l'écliptique | 5 |
| La rotation terrestre | 5 |
| La révolution terrestre | 6 |
| Les saisons | 6 |
| Les tropiques et le cercle polaire | 7 |
| La précession et la nutation | 7 |
| Les phases de la Lune | 7 |
| Les éclipses | 8 |
| Mesures | 9 |
| La magnitude | 9 |
| Les distances apparentes | 9 |
| Latitude et longitude | 9 |
| Azimuth et élévation | 10 |
| Ascension droite et déclinaison | 10 |
| Années-lumière | 10 |
| Parsec | 11 |
| Unités astronomiques | 11 |
| Préparer une soirée d'observation | 11 |
| Utilisation d'un télescope | 13 |
| Formules optiques | 13 |
| La lunette | 13 |
| Le télescope Newton | 13 |
| Le télescope Cassegrain | 13 |
| Le télescope Schmidt-Cassegrain | 13 |
| Installation et mise en station d'un télescope ou d'une lunette | 14 |
| Identifier les composants d'une lunette ou d'un télescope | 14 |
| Types de montures | 14 |
| Étapes du montage et de la mise en station | 15 |
| Équilibrage | 16 |
| Réglage du chercheur | 16 |
| Oculaires | 17 |
| Au secours, j'y vois rien! | 17 |
| Observation en toute sécurité du Soleil | 18 |
| La projection solaire | 18 |
| Les lunettes à éclipse | 19 |
| Le filtre solaire | 19 |
| Le coronado | 20 |



| | |
|--|-----------|
| La Lune | 20 |
| Quiz | 20 |
| L'alunissage n'a pas eu lieu!?! | 30 |
| Le système solaire | 34 |
| Le Soleil | 35 |
| Vitesse de rotation du Soleil | 35 |
| Cycle d'activité du Soleil | 36 |
| Les planètes | 36 |
| Mercure | 36 |
| Vénus | 36 |
| Terre | 36 |
| Mars | 37 |
| Jupiter | 37 |
| Saturne | 37 |
| Uranus | 37 |
| Neptune | 37 |
| Les autres objets du système solaire | 38 |
| Les satellites | 38 |
| Les planètes naines | 38 |
| Les astéroïdes | 38 |
| Les comètes | 38 |
| Utilisation de Stellarium | 38 |
| Prise en main | 38 |
| Défis | 40 |
| Indices pour les défis Stellarium | 41 |
| Ressources pour aller plus loin | 43 |
| Qu'est-ce que je peux voir dans le ciel ce soir? | 43 |
| Logiciels | 43 |
| En images | 43 |
| Cours en ligne | 44 |
| Calendriers | 44 |
| Histoire et mythes | 44 |
| Applications pour téléphone | 44 |
| Sur Youtube/Peertube | 44 |



Introduction

Dans le cadre de ses activités d'animation et de médiation en astronomie en 2019, Planète Sciences Occitanie a mis en place un cycle de formations techniques et pédagogiques destiné aux animateurs souhaitant effectuer des animations en astronomie. Ce cycle de formation a eu lieu pendant trois week-ends entre avril et juillet 2019. Ce livret vient en complément de ce cycle de formation et reprend, quoique de façon non exhaustive, les éléments abordés en groupe. Il peut servir de support visuel pour certaines notions, comme référence et aide-mémoire sur les sujets abordés, et comme support pour la pratique à la suite du stage.

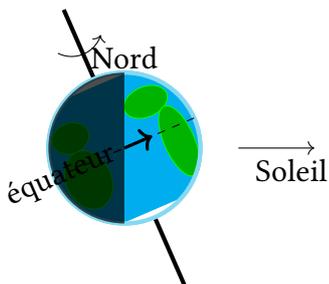
On aborde dans ce livret des éléments nécessaires aux observations, mais aussi du contenu qui peut être utilisé pendant les animations. Bonne lecture !



Notions d'astronomie pratique

Mécanique céleste

Le nord



En astronomie, le nord et le sud sont les deux points de la surface terrestre par lesquels passent l'axe de rotation de la Terre. On les appelle les pôles géographiques.

On peut repérer la direction du nord géographique en utilisant l'étoile polaire, car elle est presque alignée avec l'axe de rotation terrestre.

Le nord utilisé en astronomie est différent de celui indiqué par les boussoles : le nord magnétique, qui se déplace d'environ 55 km par an.

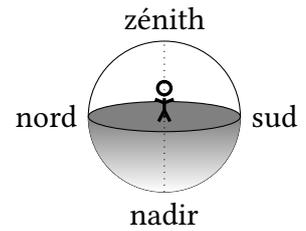
L'équateur

L'équateur est le cercle qui est à mi-distance entre les deux pôles.

Le zénith

Le zénith est le point le plus haut au dessus de nos têtes. Il est à la vertical de notre position, donc dépend d'où on se situe sur Terre.

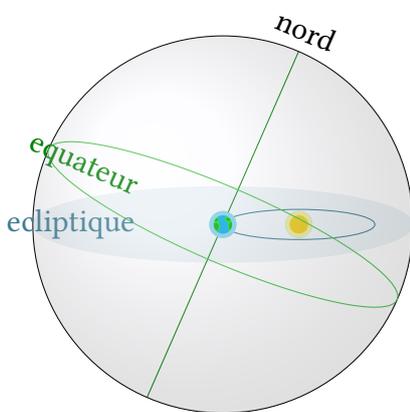
Le point opposé (à la vertical sous nos pieds) s'appelle le nadir.



Le méridien local

Le méridien est le cercle imaginaire sur la voute céleste qui passe par le zénith et par le pôle nord. Comme le zénith, il dépend d'où on se situe sur Terre.

Le plan de l'écliptique



Le plan géométrique qui contient l'orbite de la Terre est appelé le plan de l'écliptique. C'est aussi le plan qui contient le tracé sur la sphère céleste de la trajectoire apparente du Soleil. Il est incliné de 23.5 degrés par rapport au plan de l'équateur.

Les huit planètes du système solaire orbitent dans (presque) ce même plan. C'est pour cette raison que lorsque l'on voit plusieurs planètes dans le ciel, elles nous apparaissent plus ou moins alignées.

L'écliptique croise l'équateur en deux points appelés nœuds. Celui qui est entre la Terre et le Soleil pendant l'équinoxe de printemps est appelé point vernal.

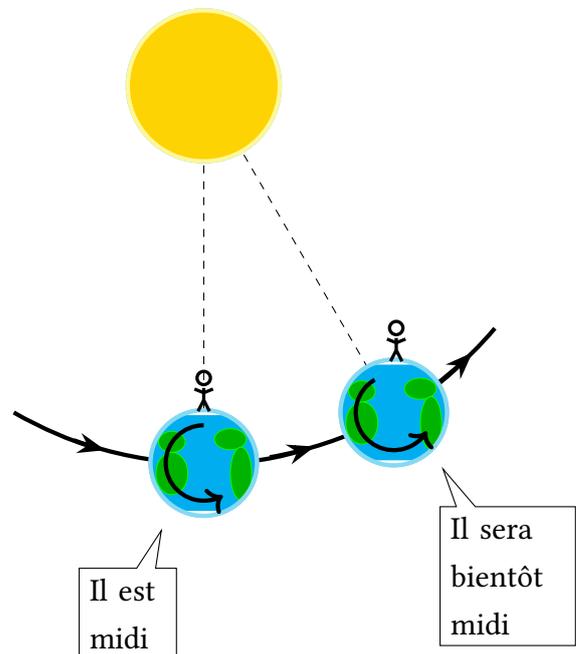
La rotation terrestre

On désigne par ce terme le mouvement que la Terre effectue autour d'elle-même.

Si on regardait la Terre depuis l'espace, on verrait que la Terre tourne vers l'est. C'est ce mouvement qui fait que les astres (notamment le Soleil) se lèvent à l'est et se couchent à l'ouest.

La période de rotation de la Terre est de 23 heures, 56 minutes, et 4 secondes. Au bout de ce temps, les étoiles retrouvent la même position dans le ciel. C'est la rotation sidérale.

Puisque la Terre tourne aussi autour du Soleil, il faut un peu plus de temps (24 heures) pour que le Soleil retrouve la même position dans le ciel. La durée au bout de laquelle le Soleil retrouve la même position dans le ciel est la période synodique.



La révolution terrestre

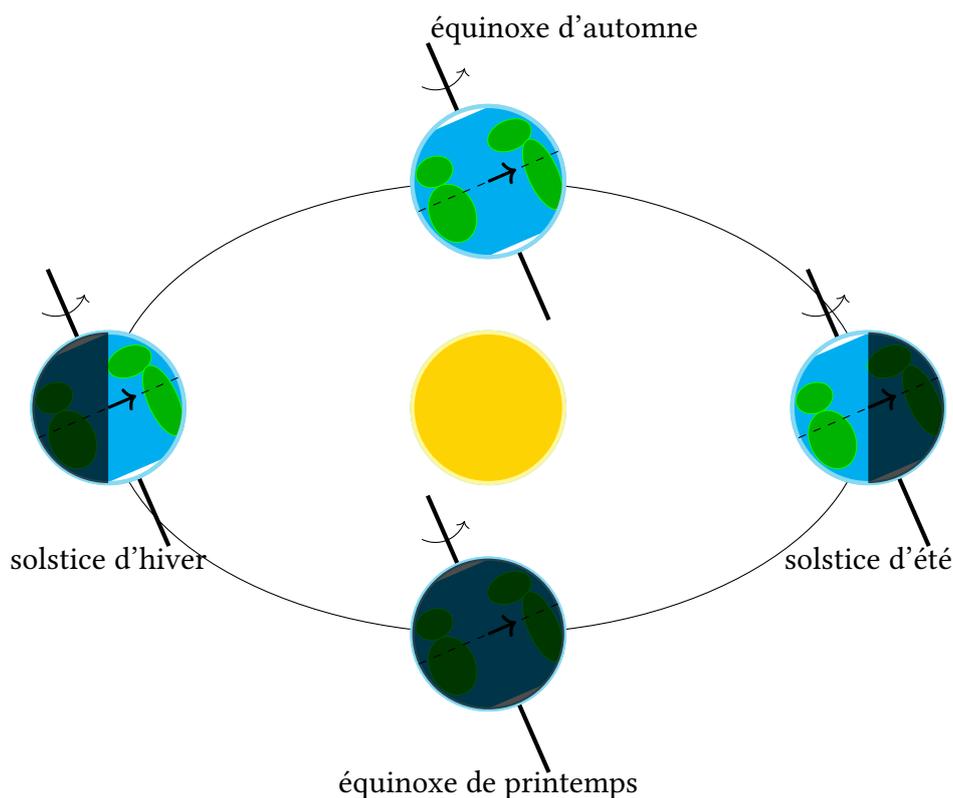
On désigne par ce terme le mouvement de la Terre autour du Soleil. Une révolution terrestre dure 365.25 jours, environ. C'est ce mouvement qui cause les saisons.

De façon plus générale, on parle de révolution pour désigner le mouvement périodique d'un astre autour d'un autre.

Les saisons

Les saisons sont causées par l'inclinaison à 23.5 degrés de l'axe de rotation de la Terre et par le mouvement de la Terre autour du Soleil. Pour cette raison, lorsque c'est l'été dans l'hémisphère nord, c'est l'hiver dans l'hémisphère sud, et vice versa.

Pendant l'été, les jours sont plus longs. Le Soleil chauffe donc plus longtemps chaque jour qu'en hiver. De plus, les rayons atteignent la Terre avec un angle incident plus grand (c'est-à-dire plus proche de la verticale) en été. Le Soleil chauffe donc plus efficacement qu'en hiver. C'est ce "double effet kiss cool" qui fait que les étés sont plus chauds que les hivers.



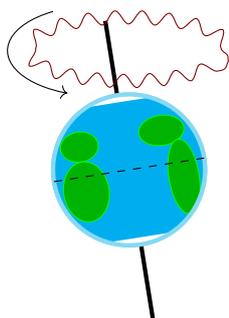
Attention idées reçues L'orbite de la Terre est elliptique. Elle est donc parfois plus proche du Soleil, parfois plus éloignée. Ce n'est pourtant pas la variation de distance entre la Terre et le Soleil qui cause les saisons. Si c'était le cas, l'hiver aurait lieu en même temps dans les hémisphères nord et sud. Par ailleurs, la quantité de chaleur supplémentaire reçue lorsque la Terre est plus proche du Soleil est trop petite pour expliquer la différence de température entre les saisons.

Les tropiques et le cercle polaire

Les tropiques sont les cercles à la surface de la Terre où les rayons du Soleil arrivent à la verticale lors d'un solstice. À n'importe quel endroit entre les tropiques, il y a deux jours par an où le Soleil est exactement au zénith.

Les cercles polaires délimitent les régions où le Soleil ne se lève pas pendant au moins un jour en hiver et ne se couche pas pendant au moins un jour en été. Les cercles polaires sont les endroits sur Terre où les rayons du Soleil arrivent à l'horizontale lors d'un solstice.

La précession et la nutation



Lorsque l'on fait tourner une toupie, l'axe autour duquel elle tourne est lui-même en rotation. C'est ce que l'on appelle la précession. L'axe de rotation de la Terre fait un tour en 26 000 ans, environ.

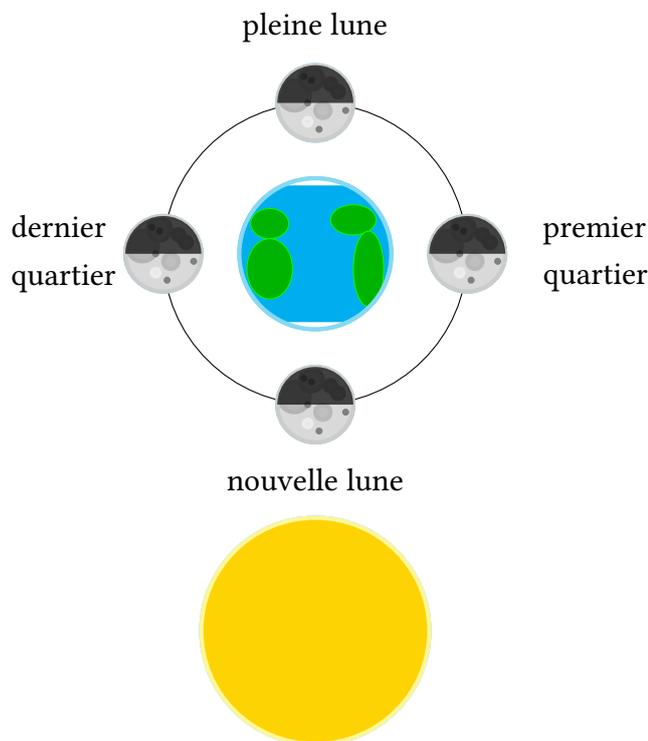
À cause de la précession, ce que nous appelons aujourd'hui l'étoile polaire n'a pas toujours été aligné avec l'axe de rotation de la Terre. En 3000 av. J.-C., l'étoile polaire était Thuban, une étoile de la constellation du Dragon. En Grèce antique, le navigateur Pytheas a décrit le pôle nord céleste comme étant vide d'étoiles. Mais l'axe de rotation de la Terre ne décrit pas exactement un cercle. À cette précession s'ajoutent des petites variations : c'est la nutation.

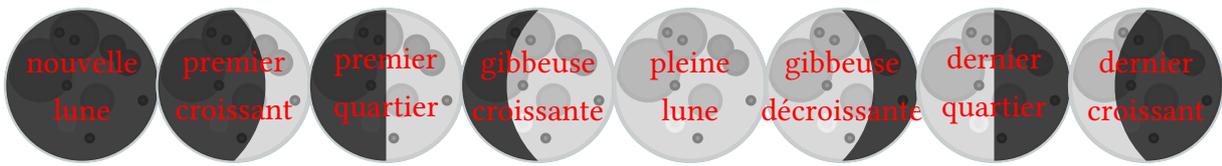
Les phases de la Lune

Au cours d'un cycle lunaire (soit une orbite de la Lune autour de la Terre), on observe des phases lunaires : le quartier de Lune, la pleine Lune, la Lune gibbeuse,...

Pour se souvenir du nom des phases dans l'hémisphère nord, on peut remarquer que le *premier* quartier a la forme d'un « p », tandis que le *dernier* quartier a la forme d'un « d ». Depuis l'hémisphère sud, en revanche, ce moyen mnémotechnique ne fonctionne pas.

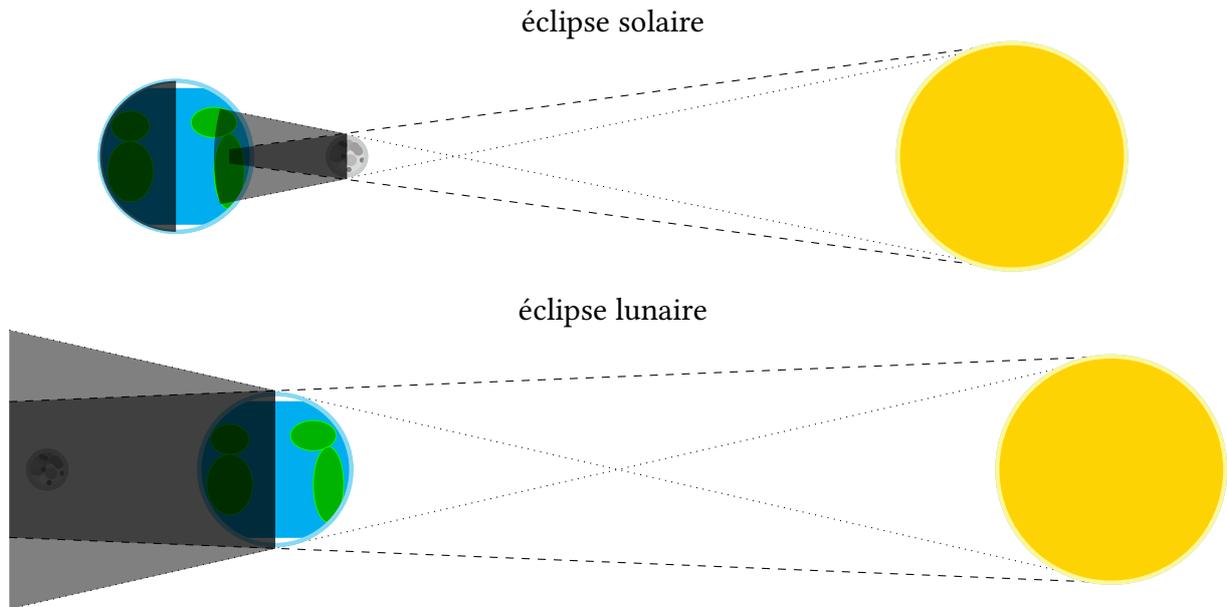
Ces phases sont dues au fait que la moitié de la Lune est dans l'ombre, tandis que l'autre moitié est éclairée par le Soleil. La Lune n'émet pas de lumière, donc nous ne pouvons voir que la moitié éclairée qui réfléchit les rayons provenant du Soleil. La Lune tourne sur elle-même, donc la partie de la Lune qui est éclairée change au cours du temps.





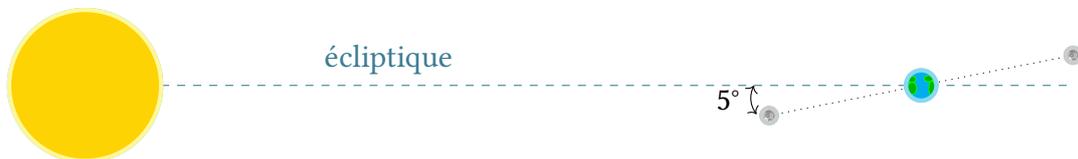
Les éclipses

Une éclipse se produit lorsque le Soleil, la Terre et la Lune sont alignés. On parle d'éclipse solaire si la Lune passe devant le Soleil, et d'éclipse lunaire lorsque la Lune passe dans l'ombre de la Terre.



Le Soleil est beaucoup plus grand que la Lune, mais il est aussi beaucoup plus loin. Vu depuis la Terre, ces deux astres ont l'air d'avoir le même diamètre – ils ont le même diamètre apparent. Pour cette raison, lorsque la Lune passe pile poil entre la Terre et le Soleil, elle recouvre exactement le Soleil dans le ciel.

S'il n'y a pas des éclipses tous les mois, c'est parce que l'orbite de la Lune est inclinée par rapport à l'écliptique. La plupart des mois, la Lune passe donc un peu au dessus ou un peu en dessous de l'écliptique.



Le bon alignement n'a lieu qu'une fois tous les six mois, environ. Il peut alors se produire deux éclipses – une solaire et une lunaire – dans le même mois. Les éclipses ne sont donc pas des événements particulièrement rares.

Cependant, depuis un endroit sur Terre, toutes les éclipses ne sont pas visibles. Pour voir une éclipse solaire, il faut passer dans l'ombre de la Lune qui ne fait que quelques centaines de kilomètres de diamètre. On est donc rarement au bon endroit pour observer une éclipse solaire.

Pour voir une éclipse lunaire, il suffit d'être du côté nuit. Mais lorsque l'éclipse a lieu vers 4h du matin, on a rarement le courage d'être réveillé pour la voir.

Mesures

La magnitude

Combien une étoile nous semble brillante dans le ciel correspond à la magnitude apparente. Si on prend deux étoiles qui émettent autant de lumière l'une que l'autre, celle qui est plus éloignée semblera moins brillante que celle qui est plus proche. Ces deux étoiles auront donc des magnitudes apparentes différentes.

La quantité de lumière qu'une étoile émet correspond à la magnitude absolue. Pour connaître la magnitude absolue d'un astre, il faut déterminer à la fois sa magnitude apparente et sa distance. Comme la magnitude absolue est plus difficile à déterminer, si on ne précise pas de quelle magnitude on parle, alors il s'agit de la magnitude apparente.

La magnitude est une mesure sans unité de la brillance d'un objet céleste. Plus ce nombre est grand, moins l'objet est lumineux.

À titre d'exemple, la magnitude du Soleil est de -27. Les étoiles les moins brillantes que l'on peut voir à l'œil nu par un ciel très clair ont une magnitude de 6. L'étoile Véga, a une magnitude nulle et sert de référence pour l'échelle des magnitudes.

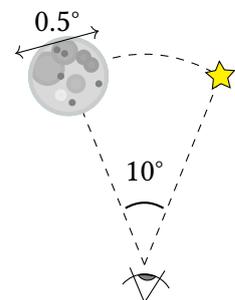
Les distances apparentes

Lorsque l'on observe le ciel, on ne peut pas voir la taille des objets, ni la distance entre eux. Un objet très lointain semblera plus petit qu'un objet plus proche faisant la même taille.

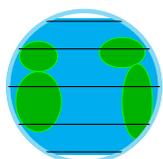
On ne peut pas non plus évaluer directement la distance en 3d entre les objets. On ne peut que voir la distance qu'il semble y avoir entre deux objets sur la voûte céleste.

Plutôt que de mesurer les distances avec des unités classiques (mètre, km,...), on utilise les distances angulaires, c'est-à-dire l'angle entre deux points dans le ciel. On mesure les distances et les tailles des objets astronomiques en degrés, en minutes d'arc et en secondes d'arc.

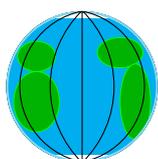
Soixantes secondes d'arc font une minute d'arc et soixante minutes d'arc font un degré.



Latitude et longitude



parallèles



méridiens

Pour repérer sa position sur Terre avec une carte ou avec un GPS, on utilise la latitude et la longitude. La latitude 0° est à l'équateur. La longitude 0° est au niveau du méridien de Greenwich.

Si on marche le long d'un méridien, notre longitude ne change pas, et la latitude va de 0° à l'équateur à 90° aux pôles. Si on marche le long d'un parallèle (les lignes à la surface de la Terre qui sont à latitude constante), la longitude vaut 0° au méridien de Greenwich et augmente en allant vers l'est jusqu'à 180° (ou diminue en allant vers l'ouest).

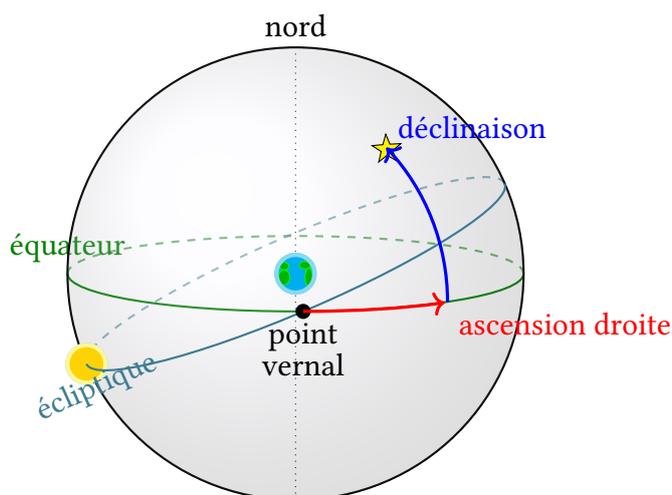
Un moyen mnémotechnique : les lignes qui sont à *longitude* constante ont toutes la même *longueur*.

En pratique, la hauteur de l'étoile polaire sur l'horizon est égale à la latitude du lieu.

Azimuth et élévation

Pour indiquer où se situe une étoile dans le ciel, on peut dire que là où on se trouve, au moment où on observe, on voit l'étoile à un certain angle au dessus de l'horizon (l'élévation), et à un certain angle par rapport au nord (l'azimuth). Ces deux angles constituent le système de coordonnées azimutales. Mais les étoiles se déplacent sur la sphère céleste du fait de la rotation de la Terre. L'azimuth et l'élévation d'un objet céleste dépendent donc de la position de l'observateur sur Terre, et du moment d'observation. Ce système de coordonnées n'est donc pas très pratique pour repérer des objets d'une nuit sur l'autre, ou d'un lieu à l'autre.

Ascension droite et déclinaison



Pour indiquer la position sur la sphère céleste des objets astronomiques de façon universelle, on utilise le système de coordonnées équatoriales. Le point 0 pour ce système de coordonnées est une des deux intersections entre l'écliptique et l'équateur : le point vernal.

L'ascension droite sur la sphère céleste est analogue à la longitude sur la surface de la Terre, tandis que la déclinaison est analogue à la latitude.

Un moyen mnémotechnique : au cours de la nuit, les étoiles montent et descendent dans le ciel. Le mouvement d'ascension droite permet de suivre l'ascension des étoiles dans le ciel.

Années-lumière

Lorsque les objets dont on parle sont en dehors du système solaire, il devient plus pratique d'utiliser une autre unité : l'année-lumière. Une année-lumière correspond à la distance que parcourt la lumière en une année, à la distance vertigineuse de 300 000 kilomètres par seconde. Attention, c'est bien une distance, et non pas une durée.

Une année-lumière est égale à environ $9,5 \times 10^{12}$ kilomètres, soit presque dix millions de millions de kilomètres.

Parsec

Les astronomes utilisent souvent la notion de parsec pour mesurer les distances. Un parsec vaut 3.26 années-lumière.

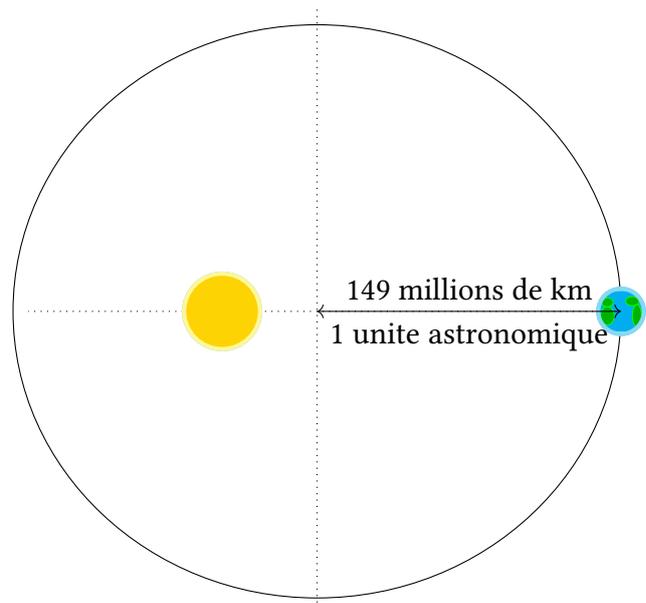
Un objet situé à un parsec faisant une unité astronomique de large aura pour diamètre apparent une seconde d'arc. Parsec est la contraction de « parallaxe - seconde d'arc ».

Unités astronomiques

Une unité astronomique (abrégée UA) correspond à la distance entre la Terre et le Soleil, ou, plus mathématiquement, au demi-grand axe de l'orbite terrestre. Cette distance vaut 149 millions de kilomètres, ou encore 8 minutes-lumière.

Plutôt que de parler de millions de kilomètres, on préfère souvent utiliser les unités astronomiques pour indiquer les distances entre les objets du système solaire. On se sert aussi de cette unité dans l'étude des exoplanètes, pour les comparer directement à la Terre.

Par exemple, Jupiter est à 5.2 UA du Soleil, soit 780 millions de kilomètres.



Préparer une soirée d'observation

Check-liste de la soirée d'observation :

- Identifier à l'avance ce que l'on souhaite regarder.
- Vérifier que l'objet à regarder sera dans le ciel.
- Regarder les heures de début et de fin de nuit.
- Repérer le terrain et trouver un endroit avec l'horizon dégagé.
- Anticiper la pollution lumineuse (lampadaires, villes au loin,...).
- Vérifier la météo.
- Bien se couvrir. Même l'été, les nuits peuvent être fraîches.
- Prévoir une lampe rouge, afin de ne pas déshabituer nos yeux à l'obscurité si on a besoin de lumière.
- Apporter de quoi grignoter si la soirée sera longue.

Pour préparer sa nuit d'observation, on peut s'aider d'une grille comme celle présentée ensuite pour faire la liste des objets qu'on peut regarder au cours de la nuit. Ne pas hésiter à utiliser la colonne "remarques" pour faire des schémas qui aideront à retrouver l'objet dans le ciel.

Utilisation d'un télescope

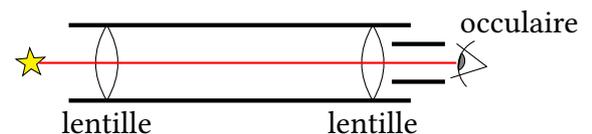
Formules optiques

L'agencement des éléments optiques dans une lunette ou un télescope est ce qu'on appelle la formule optique de l'instrument.

La lunette

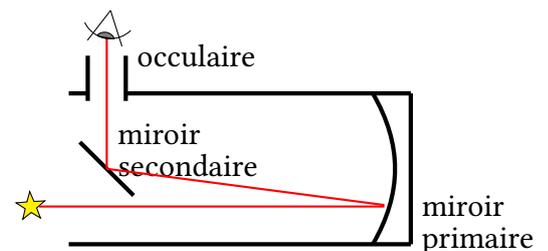
Une lunette est constituée de deux lentilles alignées dans un tube. On peut fabriquer une lunette artisanale avec deux loupes. Il suffit de les placer à la bonne distance l'une de l'autre.

Le télescope de Galilée était en fait une lunette.



Le télescope Newton

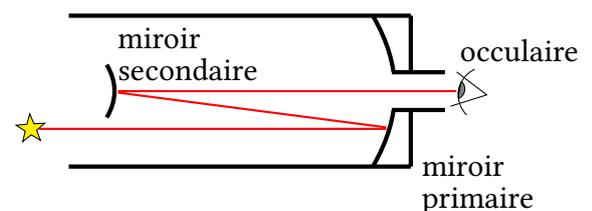
Un miroir primaire parabolique qui recueille la lumière. Celle-ci est renvoyée sur un miroir plan orienté à 45° par rapport au miroir primaire : le miroir secondaire. On regarde l'image par l'oculaire situé sur le côté du tube du télescope.



Le télescope Cassegrain

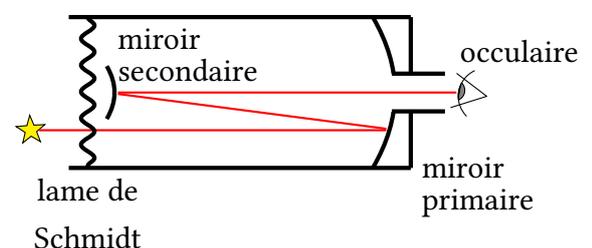
Un miroir primaire parabolique recueille la lumière. Celle-ci est renvoyée vers un miroir convexe hyperbolique. On regarde l'image par un trou situé dans le miroir primaire.

Le télescope Cassegrain a l'avantage d'être plus compact, puisque la lumière effectue un plus long trajet dans le tube. De plus, la concavité du miroir secondaire augmente la distance focale du télescope.



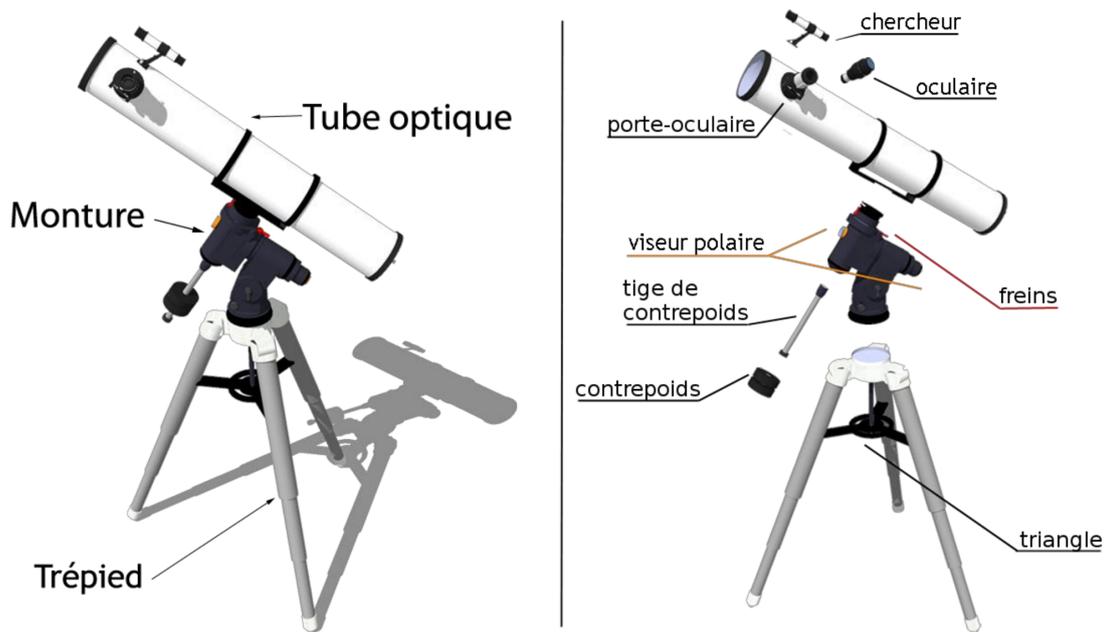
Le télescope Schmidt-Cassegrain

Les télescopes Newton et Cassegrain ont un défaut : l'image n'a pas la même netteté sur tout le champ. Pour corriger ce défaut, les télescopes Schmidt-Cassegrain ont une pièce à l'entrée du tube qui compense la déformation : la lame de Schmidt.



Installation et mise en station d'un télescope ou d'une lunette

Identifier les composants d'une lunette ou d'un télescope



- Le trépied sert à porter la monture et le télescope. Il est réglable pour s'adapter au terrain
 - un triangle porte accessoire maintient l'écartement du trépied en le rigidifiant et permet de poser les oculaires
- la monture maintient le télescope et a deux axes mobiles permettant de le pointer vers l'objet de son choix
 - les freins permettent de bloquer la position de la monture
 - la tige de contrepois et les contrepois, pour équilibrer le poids du tube optique
 - le viseur polaire pour aligner la monture avec le nord
 - les mouvements lents pour faire le suivi d'un objet
 - les moteurs pour suivre automatiquement un objet
- le tube optique contient les miroirs ou lentilles qui collectent la lumière. C'est avec lui que l'on observe les astres.
 - le porte oculaire sert à fixer les oculaires au tube optique
 - l'oculaire à travers lequel on regarde
 - le chercheur pour viser l'objet à observer

Types de montures

Il existe deux types de montures : azimutales et équatoriales. Elles se distinguent par l'orientation de leurs axes de mouvement.

Les montures azimutales comme le Dobson sont souvent mécaniquement plus simples, donc souvent moins chères. Elles sont composées d'un axe vertical et d'un axe horizontal, et permettent

un pointage « à la main » facile. En revanche, pour compenser le mouvement de rotation de la Terre, il faut jouer en permanence sur les deux axes du télescope.

Les montures équatoriales ont un axe aligné avec l'axe de rotation de la Terre. Pour cela, on pointe l'axe d'ascension droite vers l'étoile polaire. Pour suivre le mouvement apparent d'un objet sur la sphère céleste, il suffit alors de jouer sur l'axe d'ascension droite.

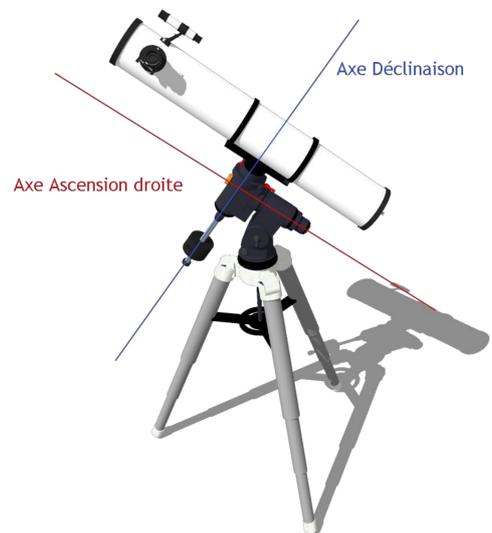
Ce type de monture est plus compliqué à installer, mais rend le suivi des astres bien plus agréable. Il est donc plus approprié si on veut observer un objet plusieurs minutes (ou plusieurs heures), par exemple pour faire de l'astrophotographie.

Sur l'axe d'ascension droite, les angles sont comptés en heures : 24 heures = 360°.

Sur l'axe de déclinaison, les angles sont comptés en degrés.

Dans l'image à droite, la monture est en position de parc.

C'est la position dans laquelle mettre le télescope lorsque l'on fait une pause dans les observations.



Étapes du montage et de la mise en station



- Déplier le trépied, fixer le triangle et placer le « N » à peu près vers le nord
- Mettre en place la monture et l'attacher avec la vis
- Mettre la monture à niveau en ajustant la hauteur des pieds
- Orienter la monture vers le nord avec le viseur polaire
- Régler la monture avec la latitude du lieu
- Attacher la barre de contre-poids et au moins un contre-poids
- Installer le tube sur la monture
- Fixer le chercheur, l'oculaire, la raquette,...
- Équilibrer le télescope

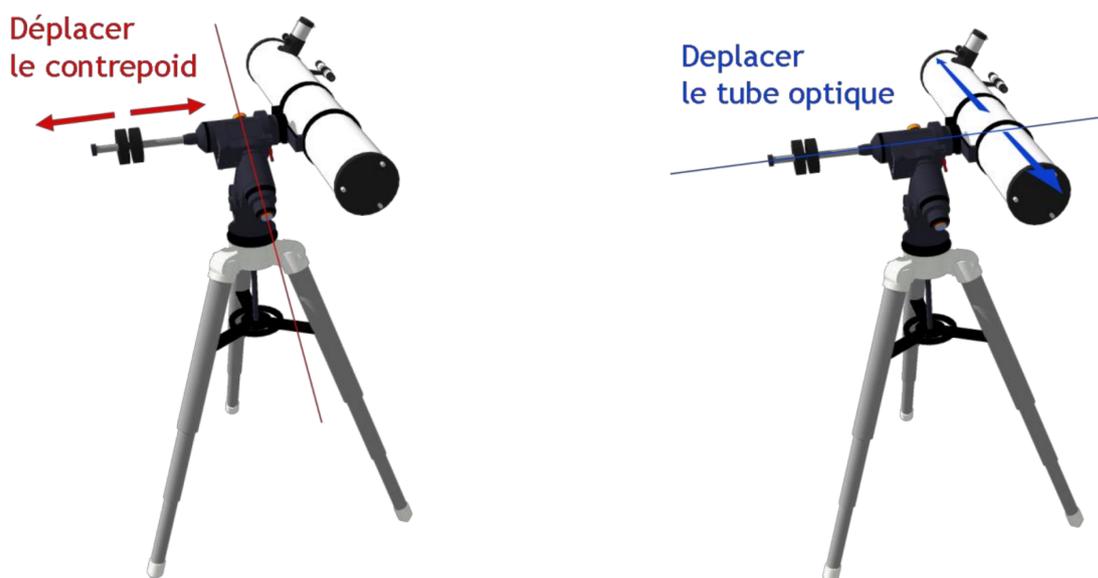
Équilibrage

Un télescope mal équilibré s'use plus vite, puisqu'on force alors sur la monture. Il a aussi plus de risques de se renverser. L'équilibrage est donc une étape essentielle avant de commencer à utiliser le télescope ou la lunette.

Une fois que le télescope est entièrement assemblé (y compris les oculaires, appareils photos, moteurs,...), on peut procéder à l'équilibrage. On pourra être amenés à refaire l'équilibrage si on change les accessoires, par exemple si on remplace l'oculaire par un appareil photo. Il s'agit de positionner correctement les contrepoids et le tube optique pour que le télescope soit stabilisé dans n'importe quelle position.

Les bons réflexes :

- Équilibrer avec les accessoires que l'on va utiliser (oculaires,...)
- Équilibrer un axe, puis l'autre
- Après avoir équilibré les deux axes, tester l'équilibrage avec les deux freins déverrouillés pour le mettre dans toutes les positions



Équilibrage de l'axe d'ascension droite Serrer le frein de déclinaison et desserrer celui d'ascension droite. On équilibre en déplaçant les contrepoids le long de leur tige. Le tube doit rester immobile quelle que soit sa position autour de l'axe.

Équilibrage de l'axe de déclinaison Serrer le frein d'ascension droite et desserrer celui de déclinaison. Maintenir le tube pendant qu'on débloque légèrement les vis qui le tiennent. On équilibre en déplaçant le tube d'avant en arrière en veillant à ce qu'il ne puisse pas tomber.

Réglage du chercheur

Le chercheur sert à viser l'objet que l'on veut regarder. Si on tente de viser un objet en regardant uniquement dans l'oculaire on se retrouve rapidement perdu puisque l'on ne voit plus qu'une petite

partie du ciel. Au contraire, le chercheur a un grand champ ce qui permet de facilement se repérer dans le ciel.

Le chercheur doit être aligné avec l'axe du tube. Concrètement, il faut que ce qu'on voit dans l'oculaire soit au centre du chercheur. Pour cela, on joue sur les vis qui tiennent le chercheur pour ajuster sa position.

Les bons réflexes :

- Toujours dévisser une vis en même temps qu'on en serre une autre ! Sinon, on abîme le chercheur sans le déplacer.
- Se souvenir que dans une lunette ou un télescope, on voit à l'envers.
- Régler le chercheur pendant qu'il fait encore jour. C'est possible de le faire de nuit, mais c'est moins facile.

Oculaires

- Commencer par installer sur le télescope un oculaire à faible grossissement, c'est-à-dire à grand champ (sur lequel est inscrit un gros chiffre)
- Pointer l'objet que l'on veut observer avec réticule du chercheur
- Serrer les freins de la monture
- Centrer l'objet dans l'oculaire en s'aidant des mouvements lents ou de la raquette
- Passer progressivement à des oculaires avec un grossissement de plus en plus fort

Il y a toujours une vis ou une molette permettant de faire la netteté au niveau de l'oculaire. Nous avons tous une vue différente et il ne faut pas hésiter à faire la mise au point sur l'instrument. Lors d'animations, montrez la molette en question aux gens pour qu'ils puissent bien observer.

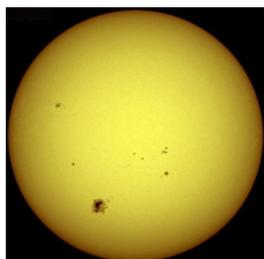
Au secours, j'y vois rien !

Si on ne voit rien dans le télescope, on peut essayer quelques vérifications faciles :

- Est-ce que le cache de protection au bout du télescope est enlevé ?
- Est-ce que la mise au point est bien faite ? Si vous arrivez au bout de la vis de netteté sans rien y voir, pointez la cime d'un arbre ou un lampadaire au loin.
- Est-ce que le chercheur est bien aligné ? Sinon, il se peut qu'il n'y ait rien à voir dans l'oculaire alors qu'on a l'impression de pointer quelque chose avec le chercheur
- Est-ce qu'on y voit mieux avec un oculaire à plus faible grossissement ?

Ne tentez surtout pas de collimater un télescope de Planète Sciences sans avoir été formé à la collimation.

Observation en toute sécurité du Soleil



L'observation du Soleil est riche d'enseignements. On pense à l'observer pendant les éclipses et les transits. Il y a pourtant des belles choses à y voir le reste du temps aussi : les taches, les protubérances,...

Cependant, observer le Soleil est la chose la plus dangereuse que l'on puisse faire en astronomie. En cas de mauvaise manipulation, il est possible de perdre la vue de façon instantanée ou de provoquer des incendies. Un simple regard dans l'oculaire d'un télescope pointé vers le Soleil est susceptible d'engendrer une cécité totale, voire une ébullition des liquides physiologiques de l'œil.

Il convient donc de respecter scrupuleusement les règles de sécurité.

La projection solaire

La projection solaire consiste à projeter le disque solaire sur un écran. Ce type de méthodes permet facilement de montrer le Soleil à un grand groupe de personnes en toute sécurité, puisque plusieurs personnes peuvent regarder le même écran.

Le sténopé La façon la plus simple de faire est d'utiliser le principe du sténopé, c'est-à-dire de faire un trou d'aiguille dans un carton. Cette méthode est très adaptée pour l'observation des éclipses. Si le trou est suffisamment petit, la tâche lumineuse obtenue avec le sténopé aura la forme de l'objet qui émet de la lumière, plutôt que la forme du trou. Dans l'image à droite par exemple, on voit l'image du Soleil à travers les feuilles des arbres pendant une éclipse, alors que la Lune recouvre presque entièrement le disque solaire. L'espace entre les feuilles a des formes aléatoires, mais toutes les tâches lumineuses par terre ont une forme de croissant.



La projection avec un télescope ou une lunette Le sténopé n'agrandit pas l'image. Il n'est donc pas possible d'observer, par exemple, les transits de Mercure par cette méthode. Il est possible d'utiliser un télescope auquel on a enlevé l'oculaire pour projeter l'image du Soleil sur une feuille ou un écran.

Attention cependant à ce que personne ne puisse passer entre le télescope et l'écran. Il est utile de veiller à ce que tout le public soit du même côté du télescope. Il est aussi possible de barrer le passage entre l'écran et le télescope, par exemple avec des chaises.

Utilisez pour cette méthode un télescope ou une lunette de diamètre d'ouverture inférieur à 150 mm. Il faut éviter de trop pro-

longer l'observation, pour éviter de surchauffer le télescope, ce qui pourrait l'endommager. Évitez aussi d'utiliser des instruments avec des parties en plastique ou en carton qui pourraient surchauffer et brûler ou fondre.

En plaçant l'écran plus loin du télescope, vous aurez une image plus grande mais moins lumineuse. À vous de jauger la bonne distance pour votre observation.

Les bons réflexes :

- Enlever le chercheur
- Préparer tout le matériel avant de commencer la manip'
- Pointer l'instrument en utilisant son ombre
- Ne rien placer au point focal du télescope
- À la fin de la manipulation, changer l'orientation du télescope

Le solarscope Il existe un produit dédié à l'observation du Soleil par projection : le solarscope. C'est un appareil en carton ou en bois équipé d'une petite lunette qui permet de projeter l'image du Soleil dans une boîte.

Cette méthode permet de voir le disque solaire et les taches solaires potentiellement présentes.



Les lunettes à éclipse

Cette méthode permet de voir le disque solaire et les plus grosses taches solaires.

Attention : ne jamais utiliser des lunettes de soleil pour observer l'éclipse. Même avec plusieurs paires superposées, la protection n'est pas suffisante !



Les bons réflexes :

- Vérifier que les lunettes n'ont pas de rayures ou de trous avant de les utiliser.
- Ne pas utiliser de lunettes périmées. Même si elles ont l'air en bon état, elles peuvent être endommagées par le stockage et le transport, donc ne plus protéger correctement.
- Chausser les lunettes avant de regarder en l'air.
- Ne pas enlever les lunettes avant d'avoir baissé la tête ou détourné les yeux du Soleil

Le filtre solaire

Il existe des filtres spéciaux qui peuvent se fixer au niveau de l'ouverture d'un télescope ou d'une lunette standard.

Attention dans ce cas à ne surtout pas fixer le chercheur sur le télescope. En effet, le chercheur est une petite lunette qui focalise les rayons lumineux. Des astronomes peu prudents ont mis le feu à leur barbe en effectuant des réglages sur leur télescope alors qu'ils avaient oublié d'enlever le chercheur.

Le coronado

Des télescopes assortis d'un filtre inamovible, comme ceux de la marque Coronado, permettent d'observer sans danger la surface du Soleil et d'éventuelles protubérances. Ils peuvent être équipés de filtres qui laissent passer seulement la lumière à certaines fréquences, ce qui rend possible l'observation de phénomènes invisibles avec les autres méthodes.



La Lune

Quiz

Question 1: **La Lune est...**

- A. une planète
- B. une météorite
- C. un satellite

le seul satellite naturel de la Terre. Certaines planètes, comme Jupiter et Saturne ont plusieurs dizaines de satellites. Les planètes Vénus et Mercure, au contraire, n'en ont aucun.

La Terre a aussi des satellites artificiels, qui ont été envoyés dans l'espace par les humains.

Question 2: **Le premier film racontant un « Voyage dans la Lune » date de...**

- A. 1802
- B. 1902
- C. 2002

1902. Il s'agit du film de George Méliès, inspiré des romans de Jules Verne et de H. G. Wells.

En 1802, le cinéma n'existait pas encore.

Question 3: **Les hypothétiques habitants de la Lune s'appellent...**

- A. les sélénites
- B. les satellites
- C. les lunariens

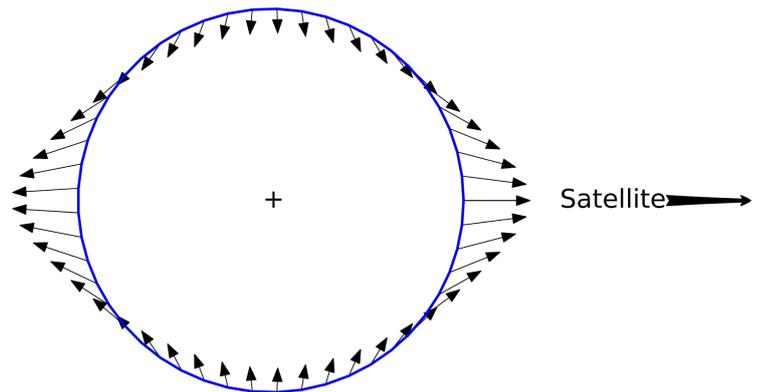
les sélénites. Ce terme vient du nom de la déesse grecque de la Lune, Séléné.

Question 4: **La Lune a une influence sur...**

- A. les marées
- B. la pousse des cheveux
- C. les loups-garous

les marées. Du fait de son influence gravitationnelle, la Lune "étire" la Terre toute entière. Ce phénomène est particulièrement visible sur les côtes océaniques, mais c'est en fait toute la Terre qui est déformée.

La force de marée (les flèches dans le schéma) sont la résultante des forces d'attraction gravitationnelles et de la force centrifuge de la rotation du système Terre-Lune, comme un enfant qu'on attrape par les mains et qu'on fait tourner.



D'autres astres subissent des marées. Par exemple, sur Io – un des satellites de Jupiter – les marées sont tellement fortes qu'elles provoquent du volcanisme.

Question 5: **Qui est le premier astronaute à avoir posé le pied sur la Lune ?**

- A. Lance Armstrong
- B. Neil Armstrong
- C. Louis Armstrong

Neil Armstrong a posé le pied sur la Lune en 1961, au cours de la mission Apollo 11 en prononçant la phrase restée célèbre « C'est un petit pas pour l'homme et un grand pas pour l'humanité ». Neil Armstrong est un jazzman, et Lance Armstrong est un coureur cycliste.

Question 6: **Quel personnage de BD a marché sur la Lune ?**

- A. Tintin
- B. Le Grand Schtroumpf
- C. Astérix

Tintin, dans l'album « On a marché sur la Lune »

Question 7: **Y a-t-il des femmes qui ont marché sur la Lune ?**

- A. Bah, oui!
- B. Non, la mission aurait été trop dangereuse pour elles
- C. Non, à l'époque, on ne pensait pas que des femmes pouvaient mener ce genre de missions

La mission n'aurait pas été plus dangereuse pour des femmes que pour des hommes. Pourtant, aucune femme n'a posé le pied sur la Lune à ce jour.

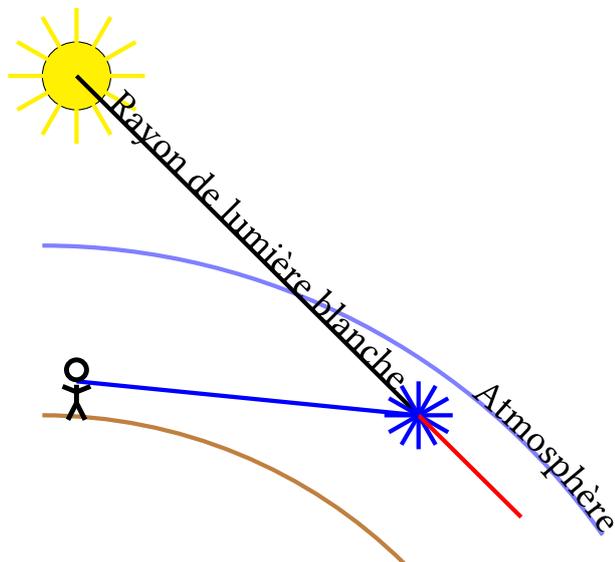
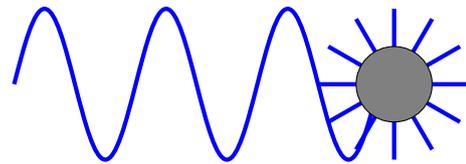
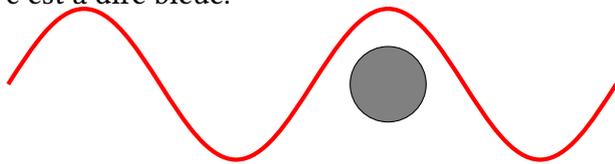
Bien qu'il y ait eu des femmes pilotes dans l'US Air Force dès 1948, elles n'avaient pas le droit d'être pilotes de chasse à cette époque. Elles ne pouvaient donc pas être sélectionnées pour aller sur la Lune, du fait du sexisme de la société.

Question 8: **A-t-on des couchers de soleil avec mille couleurs sur la Lune ?**

- A. Oui, c'est très beau.
- B. Non, car il n'y a pas d'atmosphère
- C. Ça dépend des jours

Les couleurs rouge, orange,... des couchers de Soleil sur Terre sont causés par les interactions entre l'atmosphère de la Terre et la lumière. C'est pour la même raison que le ciel terrestre est bleu.

La lumière qui est émise par le Soleil est en fait composée de toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Ce mélange de lumières de toutes les couleurs nous apparaît blanc. Les molécules de gaz de notre atmosphère et les particules en suspension dans l'air dispersent la lumière dans toutes les directions. Cette dispersion se fait de façon d'autant plus efficace que la longueur d'onde de la lumière est courte, c'est à dire bleue.



Pendant une journée sans nuages, nous voyons le ciel bleu, car nous voyons la lumière bleue dispersée par les molécules dans l'atmosphère, tandis que la lumière rouge continue tout droit.

Lorsque le Soleil est bas sur l'horizon, sa lumière doit traverser beaucoup plus de couches de l'atmosphère pour nous arriver. Toute la lumière bleue a alors été dispersée avant de nous arriver. On voit alors les couleurs rouge, orange,...

Sans atmosphère, comme sur la Lune, le ciel est noir, et le coucher du Soleil n'illumine pas le ciel de plein de couleurs.

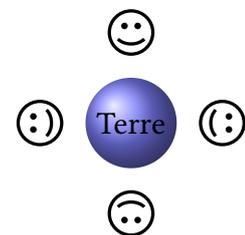
En présence d'atmosphère, la couleur du ciel dépend de la tailles des particules qui dispersent la

lumière. Sur Mars, par exemple, l'atmosphère est très ténue. Ce ne sont donc pas les molécules d'air qui dispersent la lumière, mais plutôt des grains de poussière riches en fer qui font environ 1 micromètre de diamètre. Du fait de leur taille, ils dispersent principalement la lumière rouge. On voit donc l'inverse de ce qu'il se passe sur Terre : sur Mars, le ciel est rougâtre et les couchers de Soleil prennent une teinte bleutée.

Question 9: **Y a-t-il vraiment une face cachée à la Lune ?**

- A. Oui, c'est toujours le même côté de la Lune qui est tourné vers la Terre
- B. Non, on peut voir tous les côtés de la Lune
- C. Oui, car pendant la nouvelle lune, on ne voit pas la Lune

Le temps qu'il faut pour que la Lune fasse un tour sur elle-même est égal au temps qu'il faut pour que la Lune fasse une orbite autour de la Terre. Par conséquent, c'est toujours le même côté de la Lune qui est tourné vers la Terre (même pendant la nouvelle Lune).



Question 10: **Pourquoi la Lune est-elle rougeâtre lors des éclipses lunaires totales ?**

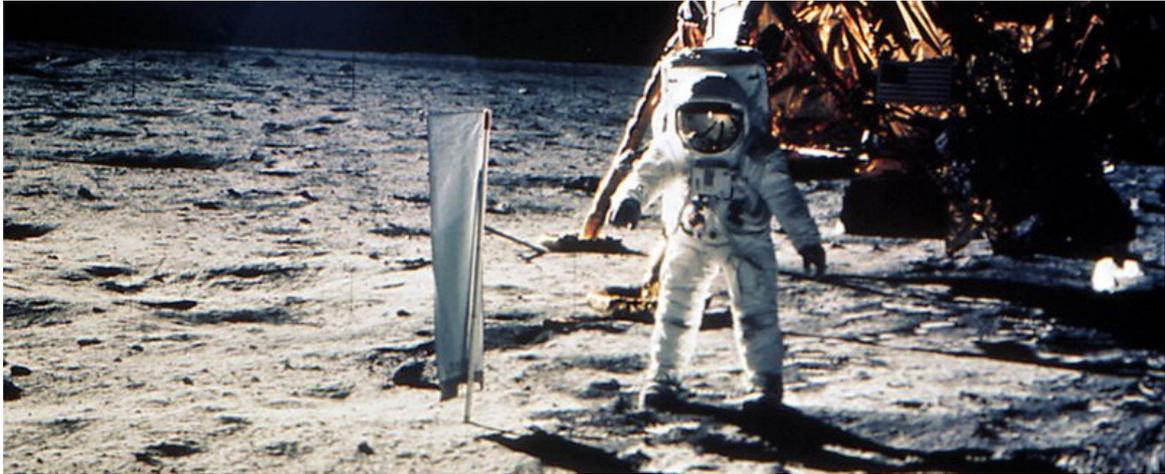
- A. Elle rougit car elle est timide
- B. C'est l'effet des rayons du Soleil qui traversent l'atmosphère de la Terre avant d'arriver jusqu'à la Lune
- C. Elle n'est pas rouge, car on ne la voit pas pendant une éclipse

En traversant l'atmosphère terrestre, la lumière bleue venant du Soleil est plus dispersée que la lumière rouge. La lumière qui arrive jusqu'à la Lune est donc rouge.

Question 11: **Qu'ont planté les premiers hommes sur la Lune ?**

- A. Un drapeau
- B. Une tente
- C. Des choux

Un drapeau rigide, tissé avec des fils métalliques, afin de donner l'illusion qu'il bat au vent. Un autre drapeau, moins connu, a été planté afin de récolter des particules de vent solaire. Cette expérience, conçue à l'université de Berne a pu être sélectionnée par la NASA grâce à son faible poids. Comme il fallait que ce drapeau soit déployé le plus longtemps possible, son installation a été la première chose faite par les astronautes à la surface de la Lune, quatre minutes avant de planter le drapeau américain. Ce capteur de particules de vents solaires – une feuille d'aluminium ayant subi différents traitements – a collecté des particules pendant 77 minutes.



Question 12: **Combien d'hommes ont marché sur la Lune ?**

- A. 12
- B. 2
- C. 120

12, soit deux pour chacune des missions Apollo 11, 12, 14, 15, 16 et 17.

Question 13: **Quel est le nom des missions lunaires américaines ?**

- A. Apollo
- B. Avélo
- C. Apollon

Apollo, d'après le nom d'une des divinités de la Grèce antique.

Apollon est le nom français du dieu grecque, mais on ne francise généralement pas les noms des missions spatiales. En français, on parle donc des missions Apollo, et du dieu Apollon.

Question 14: **Qui est la deuxième personne à avoir posé le pied sur la Lune ?**

- A. Buzz Léclair
- B. Buzz Aldrin
- C. Lily Aldrin

Buzz Aldrin, pendant la mission Apollo 11. Le troisième homme de la mission, Michael Collins, est resté dans le module de commande en orbite autour de la Lune.

Question 15: **Comment s'appellent les hommes ayant marché sur la Lune ?**

- A. Des astronautes
- B. Des cosmonautes
- C. Des taïkonautes

Des astronautes, puisqu'ils étaient tous américains. Les explorateurs de l'espace s'appellent des cosmonautes s'ils sont russes, des taïkonautes s'ils sont chinois, et des spatonautes s'ils sont européens.



Question 16: **Ces images correspondent au...**

- A. dernier quartier, pleine lune, premier quartier
- B. premier quartier, pleine lune, dernier quartier
- C. dernier quartier, premier quartier, nouvelle lune

le premier quartier (qui ressemble, dans l'hémisphère Nord à un "P"), la pleine lune et le dernier quartier (qui ressemble à un "D"). La nouvelle lune se produit lorsque le côté de la Lune que nous pouvons voir est dans l'ombre du Soleil. Dans ce cas, nous ne voyons pas la Lune.

Question 17: **En quelle année a eu lieu le premier pas sur la Lune ?**

- A. 1957
- B. 1961
- C. 1969

Neil Armstrong a posé le pied sur la Lune en 1969. Il y a eu des vols habités vers la Lune jusqu'en 1972.

Question 18: **Quel est le nom de la fusée des missions Apollo ?**

- A. Saturnin
- B. Saturn V
- C. Saturne 1

Saturn V. C'est encore à ce jour la fusée la plus grande jamais construite avec ses 111 mètres de haut.

Question 19: **Comment s'appelle le module de commande des missions Apollo ?**

- A. Columbia
- B. Magenta
- C. Colombe

Le véhicule qui est allé vers la Lune pendant les missions Apollo était constitué de deux parties. Un module de commande – Columbia – qui est resté en orbite autour de la Lune, et un module lunaire – LEM – qui est allé se poser à la surface lunaire.

Question 20: Le module lunaire d’Apollo 11 s’est posé sur...

- A. la mer Morte
- B. la mer de la Tranquillité
- C. l’océan des Tempêtes

la mer de la Tranquillité. Apollo 12 s’est posé dans l’océan des Tempêtes.

Il n’y a pas d’eau à la surface de la Lune, mais lorsque les anciens regardaient la Lune, ils y voyaient des taches plus sombres et des zones plus claires. Par analogie avec ce qui existe sur Terre, ils ont nommé les zones plus sombres "mers" et les zones plus claires "monts". Ces mers lunaires sont en fait des cratères provoqués par des impacts d’astéroïdes qui se sont ensuite remplis de magma. En refroidissant, ce magma a formé des roches basaltiques de couleur sombre.

Question 21: Quelle distance sépare la Terre et la Lune ?

- A. 36 000 km
- B. 384 000 km
- C. 1.4 millions de kilomètres

384 000 km. Les satellites en orbite géostationnaire sont à 36 000 km de la surface de la Terre. La station spatiale internationale est à 400 km. Le Soleil est à 1.4 millions de kilomètres.

Question 22: Quel est le nom du module lunaire d’Apollo 11 ?

- A. Eagle
- B. Beagle
- C. Chicken

Eagle. C’est la partie du vaisseau qui s’est posée à la surface de la Lune, aussi appelé LEM, ou Lunar Exploration Module.

Question 23: Quel pays a pris des photos de la face cachée de la Lune le premier ?

- A. Les États-Unis d’Amérique
- B. La France
- C. La Russie



La Russie. La mission de 1959 s'appelle Luna 3.

Les russes ont aussi mis la première sonde en orbite autour de la Lune (Luna 10, en 1966), et ont posé le premier engin non-habité à la surface de la Lune (Luna 9, en 1966), ainsi que le premier rover (Lunokhod 1, en 1970).

Question 24: **Qui le premier à observé le relief lunaire dans une lunette astronomique ?**

- A. Galilée, en 1609
- B. Jules Verne, en 1886
- C. Edwin Aldrin, en 1969

Galilée a inventé la lunette astronomique en 1609 et s'en est servi pour observer le relief lunaire, mais aussi les satellites de Jupiter et les anneaux de Saturne.

Question 25: **Se poser sur la Lune se dit...**

- A. atterrir
- B. alunir
- C. amarsir

alunir.

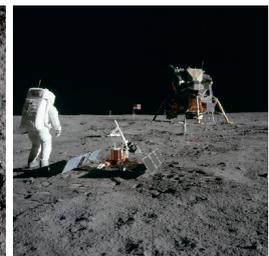
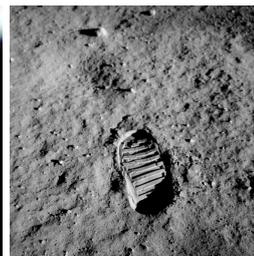
Le mot "amarsir" n'existe pas. Lorsque l'on se pose sur Mars, on atterri.

Question 26: **Combien y a-t-il eu de missions Apollo ?**

- A. 11
- B. 17
- C. 20

Il y a eu 17 missions Apollo en tout. Les 10 premières ont servi à tester la technologie nécessaire pour poser le pied sur la Lune.

20 missions Apollo étaient initialement prévues, mais avec la guerre au Vietnam, le climat politique tendu, l'intérêt du public qui avait décliné après le premier pas sur la Lune,... les trois dernières ont été annulées.



Question 27: **En 1970 le rover Lunokhod 1 s'est posé sur la Lune. Il était...**

- A. américain
- B. belge
- C. russe

russe.

Un rover est un véhicule autonome d'exploration. En matière de véhicules d'exploration planétaire, on distingue les orbiters qui se mettent en orbite autour d'une planète ou d'une Lune, les landers qui se posent à la surface et les rovers qui se déplacent à la surface une fois posés.

Question 28: **La Lune a une atmosphère...**

- A. quasi-inexistante
- B. parfaitement respirable
- C. trop riche en oxygène

quasi-inexistante. La pression atmosphérique à la surface de la Lune est inférieure à un nano Pascal (contre 101 300 Pascal à la surface de la Terre).

L'atmosphère lunaire est composée principalement de l'argon, du néon et de l'hélium. Elle contient aussi du sodium et du potassium, qui peuvent être gazeux à une si basse pression.

Question 29: **En combien de temps la Lune fait-elle le tour de la Terre ?**

- A. 24 heures
- B. 27,3 jours
- C. 29,5 jours

27,3 ou 29,5 selon le point de référence que l'on considère. Il faut 29,5 jours avant que la Lune repasse au même endroit par rapport au système Terre-Soleil. Mais il ne faut que 27,3 jours pour qu'elle repasse au même endroit par rapport aux étoiles. En effet, pendant que la Lune orbite autour de la Terre, la Terre se déplace aussi autour du Soleil.

Question 30: **Quel est le rayon de la Lune ?**

- A. 53 km
- B. 1737 km
- C. 12 742 km

1737 km, soit environ un tiers du rayon de la Terre.



Question 31: **Sur la Lune tu pèses...**

- A. le double de ton poids
- B. six fois moins
- C. le même poids

six fois moins que ton poids sur Terre. Comme la Lune est beaucoup plus légère que la Terre, la force de pesanteur est plus faible. Sur la Lune, on se sent donc plus léger. C'est pour ça que les astronautes peuvent faire de grands bonds, alors que leur équipement a une masse de plus de 100 kg.

Question 32: **Que n'ont pas ramené les hommes de la Lune ?**

- A. des roches lunaires
- B. un virus sélénite
- C. de bons souvenirs

un virus sélénite. À leur retour de mission, les astronautes d'Apollo 11 ont été mis en quarantaine par mesure de précaution, car on ne savait pas encore ce qu'il pouvait se trouver sur la Lune. On sait maintenant qu'ils n'ont pas ramené de maladie de la Lune.

Les astronautes ont rapporté 384 kg de roches lunaires au cours des missions Apollo. Ces roches sont préservées par la NASA et ont servi à apprendre de nombreuses choses sur la formation de la Lune, sur l'histoire du système solaire, et sur l'histoire de la Terre.

Question 33: **On ne peut pas parler de...**

- A. Lune montante
- B. Lune croissante
- C. Lune passante

Lune passante.

On parle de Lune croissante lorsqu'elle se situe entre la nouvelle Lune et la pleine Lune. Pendant le premier quartier, la Lune est croissante. À l'inverse, pendant le dernier quartier, la Lune est décroissante.

On parle de Lune montante lorsque d'un jour sur l'autre, la Lune apparaît plus haute sur l'horizon, ou de Lune descendante dans le cas contraire. La Lune peut être montante alors qu'elle est décroissante, ou le contraire.

Question 34: **Notre Lune est un satellite...**

- A. artificiel
- B. naturel
- C. épisodique



naturel. C'est le seul satellite naturel de la Terre.

Question 35: **La dernière mission à avoir envoyé des hommes sur la Lune était...**

- A. Apollo 13
- B. Apollo 17
- C. Apollo 20

Apollo 17. Cette mission a été la plus prolifique en termes scientifiques. Bien que tous les astronautes des missions Apollo aient suivi des cours de géologie pendant leur entraînement d'astronaute, ils n'ont pas pu collecter des roches aussi intéressantes que celles choisies par Harrison Schmitt – un des astronautes d'Apollo 17 qui était aussi géologue de formation.

Les astronautes d'Apollo 13 ne se sont jamais posés sur la Lune à cause d'une avarie technique. Voir le film du même nom.

Apollo 20 était initialement prévue, mais a subi les coupes budgétaires du programme Apollo dans les années 70.

L'alunissage n'a pas eu lieu!?!

Voici quelques idées reçus sur l'alunissage, et ce qu'il s'est vraiment passé.

Pour la mission Apollo 11, la fusée Saturn V a décollé avec les astronautes à bord, est restée en orbite autour de la Terre pendant huit jours, puis ils sont revenus sur Terre.

En réalité : De nombreux astronomes (par exemple au Pic du Midi) et radio-amateurs de l'époque pouvaient voir les modules et capter les signaux radio depuis la Terre. Il ont pu suivre la trajectoire de la fusée dans l'espace en direct et voir qu'elle n'est pas restée en orbite, mais qu'elle est bel et bien allée vers la Lune.

Avec tout son budget, la NASA avait les moyens de tourner un canular.

En réalité : En fait, un budget de 40 milliards sur dix ans, ça permet même d'envoyer des hommes sur la Lune pour avoir des scènes plus réalistes.

Une fusée fait tellement de bruit qu'on aurait jamais pu entendre les voix des astronautes à la radio pendant l'alunissage par dessus tout ce boucan.

En réalité : Les astronautes avaient des micros qui filtraient le bruit, comme ceux qu'on a dans les casques de moto aujourd'hui. De toutes façons, le moteur du LEM n'était pas très puissant, et autour du LEM, il n'y avait pas d'air donc pas de bruit.

Pendant les essais sur Terre, le LEM était impossible à piloter. Comment Armstrong aurait-il pu le piloter parfaitement sur la Lune alors qu'il n'y arrivait déjà pas dans un environnement familier?



En réalité : Pendant les essais sur Terre, il était soumis à une atmosphère et au vent. Il était donc plus difficile de le piloter sur Terre. En plus, au moment de se poser sur la Lune, Armstrong avait beaucoup plus d'entraînement que pendant les premiers vols d'essai. Dans l'espace, on utilise toujours la même technologie que celle du LEM pour piloter les vaisseaux car elle est très fiable.



L'alunissage n'a pas créé de cratère. Pourtant, même dans certaines illustrations faites par la NASA à l'époque, le LEM créé un cratère.

En réalité : Le moteur n'avait pas besoin d'être très puissant. Il n'a donc fait que balayer une fine couche de poussière à la surface lunaire.

En outre, les dessinateurs ne connaissaient pas la composition du sol lunaire. Ils ne connaissaient donc pas l'effet de l'alunissage du LEM sur le sol lunaire. Ils ont donc dessiné ce qui les inspirait, mais ces images n'ont pas de fondement scientifique solide.

Il n'y a pas de poussière sur les pieds du LEM. Si le LEM s'était vraiment posé, la poussière soulevée pendant l'alunissage serait retombée sur les pieds du LEM. C'était donc un prototype sur un décor de cinéma.

En réalité : Le moteur du LEM était coupé avant de toucher le sol. La poussière était balayée pendant que le moteur était allumé. Une fois le moteur coupé, la poussière retombait et le LEM se posait. C'est donc normal que les pieds ne soient pas sales.

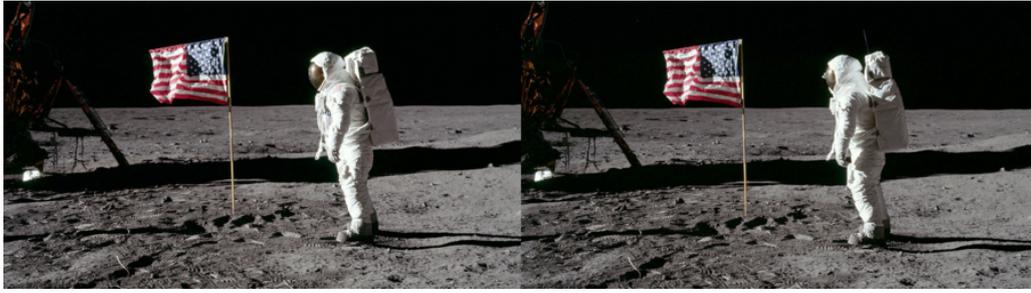
Pendant les phases d'ascension du LEM, on ne voit pas la trainée de fumée qui devrait sortir du réacteur. C'est donc un décor de cinéma que l'on tracte avec des câbles pour le faire monter.

En réalité : Contrairement aux décollages de fusées sur Terre, il n'y a pas besoin d'une grande poussée pendant plusieurs minutes. En effet, la pesanteur est bien moindre, et il n'y a pas d'atmosphère pour ralentir le module. Une simple impulsion suffit pour faire décoller le LEM de la surface lunaire. On voit ensuite les moteurs se rallumer au moment d'effectuer la mise en orbite, pour contrôler la trajectoire.

Par ailleurs, dans le vide spatial, il n'y a pas de fumée.

S'il n'y a ni air ni vent sur la Lune, pourquoi le drapeau flotte-t-il?

En réalité : Le drapeau est tissé avec du fil métallique pour donner l'illusion qu'il flotte au vent. Pendant que l'astronaute manipule le drapeau, le drapeau bouge à cause de l'inertie. Une fois que le drapeau est planté, il est immobile. Si on regarde plusieurs images successives sur le site de la NASA, le drapeau reste fixe tandis que les astronautes autour bougent.



L'astronaute descend du LEM côté ombre, pourtant il est visible. Ce serait impossible s'ils étaient vraiment sur la Lune !

En réalité : La surface lunaire réfléchit beaucoup de lumière. Suffisamment pour éclairer la Terre située à 364 000 kilomètres. Le régolithe lunaire agit comme un grand réflecteur qui débouche les ombres.

Dans les photos des astronautes sur la Lune, on voit plusieurs scènes différentes avec le même arrière-plan. C'est donc un décor de cinéma !

En réalité : Les montagnes en arrière-plan de ces images sont en fait très éloignées. Si on se déplace de 100 mètres dans une direction ou une autre, les montagnes semblent toujours aussi loin.

Des croix étaient gravées dans les caméras pour repérer le haut des images. Dans certaines images des astronautes sur la Lune, la croix n'est pas visible ou est cachée derrière d'autres objets. C'est la preuve que les images ont été retouchées.

En réalité : Lorsqu'une image est compressée, des petits éléments (comme par exemple ces croix) peuvent disparaître des images. Si on récupère les images en haute définition sur le site de la NASA, on y retrouve toutes les croix.

Les astronautes d'Apollo 1 ont été volontairement réduits au silence parce qu'ils en savaient trop et voulaient dévoiler le complot. Une dizaine d'astronautes (soit 15%) ont perdu la vie dans des accidents étranges.

En réalité : Les astronautes des missions Apollo étaient avant tout des pilotes d'essai, et de nombreux pilotes d'essai mourraient, que ce soit aux États-Unis ou en Russie. Il suffit de regarder le film l'Étoffe des Héros pour s'en convaincre.

S'il fallait faire taire les gens susceptibles de dévoiler le complot, il aurait fallu tuer des centaines ou des milliers de personnes rien qu'à la NASA. Environ 750 000 personnes étaient impliquées de près ou de loin dans le projet Apollo.

Pour aller sur la Lune, il faut traverser les ceintures de Van Allen. Les astronautes auraient été tués par les intenses radiation qui y règnent.

En réalité : Les ceintures de Van Allen (à ne pas confondre avec le groupe de rock Van Halen) forment un donut autour de la Terre. Il est donc tout à fait possible de passer au dessus ou en dessous.

En outre, les astronautes ont passé très peu de temps dans cette région. Ils n'ont donc pas reçu de dose particulièrement élevée de radiations.

La mission Apollo 11 coïncide avec une période d'activité solaire accrue. Ils auraient dû être tués par une éruption solaire.

En réalité : La plus grande éruption solaire du XXe siècle a eu lieu entre les missions Apollo 16 et 17. Mais par chance, aucune éruption solaire n'a eu lieu pendant les missions Apollo.

Comment les astronautes ont-ils pu prendre de si belles photos alors qu'ils ne pouvaient pas manipuler la caméra attachée à leur torse ?

En réalité : Quasiment 20 000 photos ont été prises par les astronautes des missions Apollo, et toutes sont disponibles sur le site de la NASA. Beaucoup de ces photos sont ratées : mauvais cadrage, surexposition,... Par chance – et aussi parce que les astronautes s'étaient entraînés à utiliser la caméra – d'autres sont réussies, et même très belles.



Il y a des écarts de température de plusieurs centaines de degrés entre l'ombre et la lumière. C'est impossible que leurs costumes aient pu les protéger de ces températures extrêmes.

En réalité : Les combinaisons spatiales ont assez peu changé depuis les missions Apollo, et les conditions de température sont à peu près les mêmes en orbite autour de la Terre. Les astronautes aujourd'hui peuvent faire des sorties dans l'espace autour de l'ISS avec les mêmes systèmes de refroidissements que ceux utilisés pendant les missions Apollo.

Dans certaines photos, les ombres sont projetées dans des directions différentes. Il y avait donc plusieurs lampes sur le site de tournage du film. Or sur la Lune, les astronautes ne pouvaient être éclairés que par le Soleil.

En réalité : Cet effet est dû au relief lunaire. Les Mythbusters ont d'ailleurs créé des scènes avec une seule source de lumière placée assez loin, où les ombres vont dans des directions différentes.



Les russes avaient une longueur d'avance sur les américains dans la conquête lunaire. Ils n'ont pas envoyé d'homme à la surface de la Lune parce que c'est impossible à cause des radiations.

En réalité : Les radiations endommagent aussi les composants électroniques. Les russes ont envoyé de nombreuses sondes sur la Lune qui ont très bien fonctionné. Ils savaient donc que le niveau de radiation n'est pas particulièrement élevé lorsqu'il n'y a pas d'éruption solaire.

Depuis, on n'a jamais pu prendre de photos des structures laissées sur la Lune par les missions Apollo.

En réalité : En 2009, la sonde Lunar Reconnaissance Orbiter a pu prendre des photos où on voit le LEM.

Plus récemment, en 2013, une mission chinoise a envoyé un rover à la surface de la Lune, et les paysages pris en photo par cette mission sont comparables à ceux dans les photos des missions Apollo.

On ne voit pas d'étoiles dans le ciel lunaire. C'est la preuve que les photos sont truquées.

En réalité : Dans les photos prises de jour, on ne voit qu'une seule étoile : le Soleil. La lumière du Soleil masque la lumière des autres étoiles.

Cet effet peut être reproduit sur Terre. Si on se place la nuit sous un lampadaire, on ne voit pas les étoiles.

Le système solaire

Le système solaire est constitué du Soleil et de tous les objets qui sont en orbite autour de lui :

- 8 planètes
- 5 planètes naines
- les satellites des planètes (plus de 170)

- plus de 700 000 astéroïdes
- des milliers de comètes
- le vent solaire (des ions et des électrons éjectées par le Soleil)
- de la poussière
- les sondes spatiales envoyées par l'homme

Le Soleil représente environ 99,9% de la masse de tout le système solaire.

Le Soleil

Le Soleil est l'étoile la plus proche de la Terre.

- Rayon : 700 000 kilomètres
- Température à la surface : 5 500°C
- Age : 4.6 Ga (milliards d'années)
- Masse :

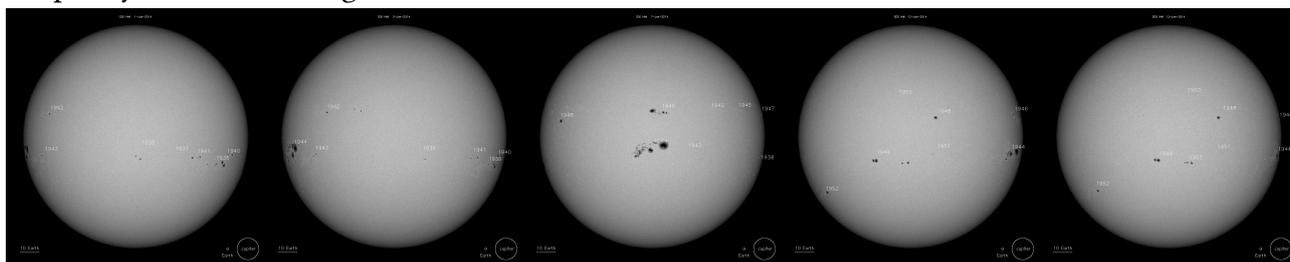
Vitesse de rotation du Soleil

En cas de mauvais temps, de nombreuses expériences peuvent être réalisées avec des données astronomiques en libre accès sur internet. En voici un exemple sur le thème du Soleil.

Le Soleil tourne sur lui-même. En regardant le déplacement des tâches solaires, on peut en déduire sa vitesse de rotation. L'archive de la sonde d'observation du Soleil SOHO est à l'adresse :

https://sohowww.nascom.nasa.gov/data/synoptic/sunspots_earth/

On peut y trouver les images suivantes.



1er janvier 2014 2 janvier 2014 7 janvier 2014 12 janvier 2014 13 janvier 2014

On constate qu'une tache (la très grosse tâche qui est au milieu de l'image le 7 janvier) apparaît sur le bord gauche du Soleil le 1er janvier, et disparaît du bord droit le 13 janvier. Il faut donc entre 12 et 13 jours pour qu'une tâche parcourt la moitié de la circonférence du Soleil. On en déduit que la période de rotation du Soleil est d'environ 25 jours.

Si on refait l'expérience avec une tâche à plus haute latitude, on pourra constater que la période de rotation est plus longue. La rotation du Soleil n'est pas uniforme, et le Soleil tourne un peu comme un torchon qu'on essore.

Cycle d'activité du Soleil

Toujours avec les images de SOHO, on voit qu'il y a beaucoup de taches solaires en 2014. En revanche, si on regarde des images plus récentes de 2019 et 2020, on n'en voit quasiment aucune ! En revenant dans le temps vers 2008, c'est pareil, il y a parfois plusieurs jours d'affilé sans aucune tache, par exemple entre le 3 et le 10 juin 2008.

L'activité solaire suit un cycle de 11.2 ans pendant lequel le nombre de tâches et de protubérances à la surface augmente puis diminue. Les tâches et protubérances sont visibles avec le matériel adéquat.

Les planètes

De la plus proche du Soleil à la plus éloignée, les planètes sont Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Pour s'en rappeler, voilà un moyen mnémotechnique : « Me Voici Tout Mouillé, J'ai Suivi Un Nuage ».

Pour être une planète, un corps céleste doit remplir les trois conditions suivantes :

- Cet astre doit être en orbite autour du Soleil. Par exemple, la Lune n'est pas une planète.
- L'astre doit être suffisamment rond. Par exemple, un astéroïde n'est pas une planète.
- L'astre doit avoir fait le ménage sur son orbite. Par exemple, Cérès, dans la ceinture d'astéroïdes, n'est pas une planète.

Les quatre planètes les plus proches du Soleil sont semblables à la Terre : elles ont une surface solide sur laquelle on peut se poser. On les appelle aussi planètes rocheuses, ou planètes telluriques.

Les quatre autres planètes sont principalement constituées de gaz. On ne peut donc pas se poser dessus.

Mercure

Mercure est la plus petite planète du système solaire. Elle est criblée de cratères et sa surface ressemble presque à celle de la Lune.

Comme elle est proche du Soleil et n'a pas d'atmosphère, il y fait 430°C le jour et -170°C la nuit.



Vénus

Vénus fait presque la même taille que la Terre, mais elle est beaucoup moins accueillante. À cause de son atmosphère très dense de CO₂, il y fait plus chaud que sur Mercure : 460°C!

Sur Vénus, un jour est plus long qu'une année : le temps qu'il faut pour qu'elle fasse un tour sur elle-même est plus long que le temps qu'il faut pour qu'elle fasse le tour du Soleil.



Terre

C'est la seule planète à avoir de l'eau liquide stable à sa surface, ce qui lui permet d'abriter la vie. Si la Terre était plus proche du Soleil, l'eau se serait complètement évaporée ; si elle était plus loin, toute l'eau serait gelée ou enfouie profondément sous terre. On dit que la Terre est dans la zone habitable du Soleil.



Mars

La planète rouge doit sa couleur aux oxydes de fer contenus dans ses roches. Les jours et les saisons sont semblables sur la Terre et sur Mars, car leurs périodes de rotation et leurs inclinaisons sont presque les mêmes. Mars a cependant une atmosphère 100 fois moins dense que la Terre et il y fait beaucoup plus froid.



C'est sur Mars que l'on trouve la montagne la plus haute du système solaire. Olympus Mons fait 2.5 fois la hauteur de l'Everest et sa base fait la taille de la France.

Jupiter

C'est la plus grande des planètes du système solaire. Elle fait 2,5 fois la masse de toutes les autres planètes réunies.

Jupiter est reconnaissable par la tache rouge à sa surface. C'est une tempête qui dure depuis au moins 400 ans, puisque Galilée a pu l'observer avec sa lunette astronomique.



Saturne

Saturne est une géante gazeuse, comme Jupiter. Ses anneaux sont très beaux à observer, même avec un petit télescope. Les anneaux sont en fait plein de petits blocs de glace en orbite autour de Saturne dans un même plan.

Les quatre autres géantes gazeuses ont aussi des anneaux, mais ils sont plus fins, et plus difficiles à observer.



Uranus

Contrairement à Jupiter et Saturne, Uranus et Neptune sont surtout formées d'un mélange de glaces d'eau de méthane et d'ammoniac. Uranus et Neptune sont ainsi appelées les géantes de glace.

Uranus est « couchée » : son axe de rotation est horizontal par rapport au plan de son orbite.



Neptune

Neptune a une atmosphère épaisse d'hydrogène, d'hélium et de méthane, ce qui lui donne sa couleur bleu caractéristique. Dans son atmosphère, on voit parfois apparaître quelques cirrus blancs : des nuages de méthane.

Neptune a été découverte par calcul à partir d'anomalies dans l'orbite d'Uranus avant d'être observée.



Les autres objets du système solaire

Les satellites

Les satellites sont des corps solides fait de roches ou de glace en orbite autour d'une planète.

La Terre en a un, Mars en a deux. Les planètes gazeuses en ont chacune plusieurs dizaines. Il y en a en tout plus de 170, et on continue d'en découvrir d'autres.

Certains, comme Ganymède, sont plus gros que Mercure.



Les planètes naines

Les corps célestes en orbite autour du Soleil suffisamment grands pour que la pesanteur les rende à peu près sphériques, mais n'ayant pas nettoyé leurs orbites sont des planètes naines.

Il y a cinq planètes naines dont on connaît l'existence : Éris, Pluton, Cérès, Makémaké et Hauméa.



Les astéroïdes

Ce sont des petits corps rocheux faits de silicates et de métaux en forme de patate. Ils peuvent faire jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres de diamètre. La plupart sont situés dans la ceinture d'astéroïdes entre Mars et Jupiter.

Plusieurs de ces astéroïdes, comme par exemple Ida, ont été visités par des sondes spatiales.



Les comètes

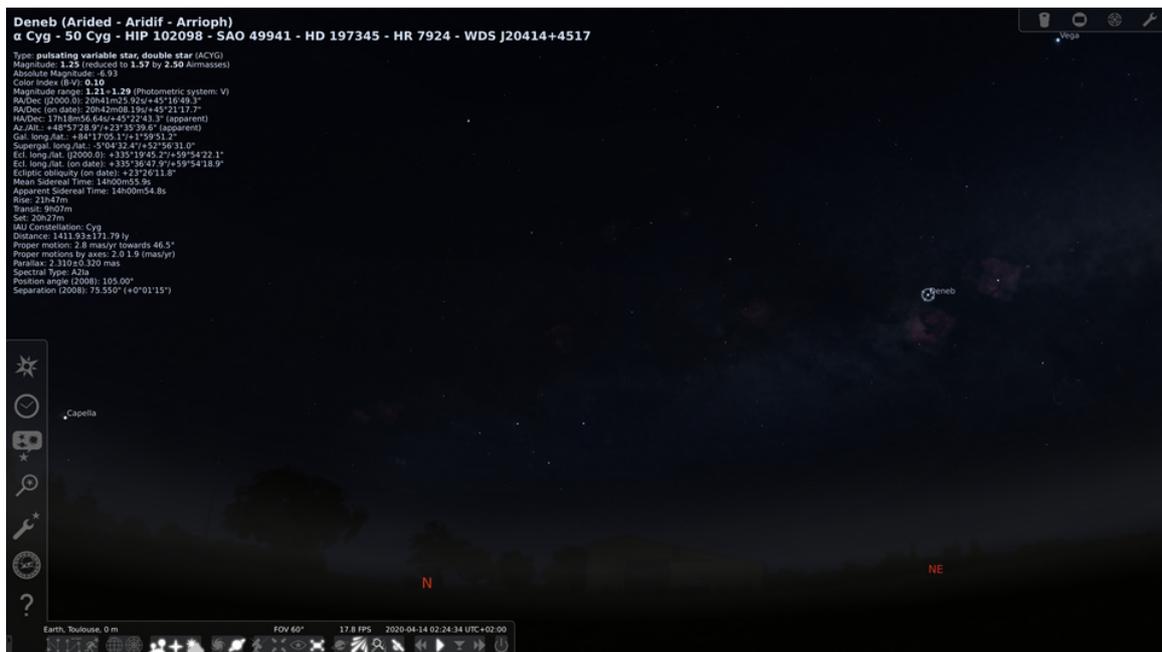
Les comètes sont des objets faits de glace et de poussière. Lorsqu'une comète s'approche du Soleil, la glace se sublime et crée une queue qui peut s'étendre sur des centaines de millions de kilomètres. Les comètes, comme celle de Halley, peuvent être visible à l'œil nu, car leur queue réfléchit la lumière due Soleil.



Utilisation de Stellarium

Prise en main

Stellarium est un logiciel de planétarium qui offre de nombreuses possibilités pour explorer le ciel : voyager dans le temps, aller sur les autres planètes ou sur leurs satellites, voir des éclipses,... C'est aussi un outil très utile pour préparer ses soirées d'observation.



On s'y déplace dans le ciel en faisant clic gauche + glisser, et on zoom avec la molette de la souris. Lorsque l'on clique sur un objet dans le ciel, les informations (nom, type d'objet, magnitude,...) sur cet objet s'affichent dans le coin en haut à gauche.

On peut simuler ce qu'on verrait dans l'oculaire d'un télescope avec les boutons en haut à droite. En bas à droite, il y a deux barres de menu qui apparaissent quand on y passe la souris.

Menu vertical

-  Choix du lieu d'observation
-  Choix de la date et de l'heure
-  Configuration du ciel
-  Recherche d'objets
-  Paramètres de Stellarium
-  Calculs astronomiques (module optionnel)
-  Aide

Menu horizontal

-  Afficher les dessins des constellations
-  Afficher les grilles équatoriales et azimutales
-  Régler le réalisme de la scène : afficher le sol, les points cardinaux et l'atmosphère
-  Montrer plus d'objets : les objets du ciel profond et les planètes
-  Passer en mode suivi, centrer la vue sur l'objet sélectionné, mode nuit et plein écran
-  Plus d'objets : afficher les exoplanètes, afficher les météores, chercher les pluies de météores, indiquer les satellites
-  Déplacement dans le temps : marche arrière, écoulement normale, revenir au moment présent et avance rapide.
-  Quitter Stellarium

Défis

1: Découvrir le ciel au moment du premier alunissage

Afficher le ciel tel qu'il était le 20 juillet 1961 à 20h18 UTC.

2: Étoiles circumpolaires

Faire avancer le temps plus vite. Est-ce qu'il y a des étoiles qui ne se couchent jamais ?

3: Centre galactique

Regarder le centre de la galaxie depuis l'hémisphère sud.

4: Chercher la Lune

Chercher la Lune dans le ciel et centrer l'image dessus.

5: Constellations

Combien est-ce que vous pouvez reconnaître de constellations ?

6: Io Callisto Europe Ganymède

Zoomer sur les satellites de Jupiter. À quoi ressemblent leurs surfaces ?

7: Éclipse lunaire

Observer l'éclipse du 11 août 1999. Est-elle totale ? Est-ce qu'on peut la voir totale ?

8: Phases de Terre

La Lune présente des phases lorsqu'elle est vue depuis la Terre. Est-ce que la Terre présente des phases lorsqu'elle est vue depuis la Lune ? Y a-t-il d'autres astres qui présentent des phases ?

9: Objets du ciel profond

Dans la constellation d'Orion, sous la ceinture du chasseur, il y a un objet nébuleux. De quel type d'objet s'agit-il ?

Idem pour l'objet nébuleux sous le bras d'Andromède.

10: Chemin d'étoiles

Décrire un chemin d'étoiles permettant de trouver la galaxie du tourbillon.

11: Éclipse de Saturne

Regardez Saturne depuis Uranus le 8 avril 2669 vers 9h. Que s'est-il passé ?

12: Calcul des phénomènes astronomiques

Trouver la prochaine occultation de Jupiter par la Lune. Pour cette question et pour les questions suivantes, le module de calcul de Stellarium doit être installé.

13: **Apogée de Saturne**

À quelle heure est-ce que Saturne atteindra son apogée ? À combien de degrés sera-t-elle au dessus du sol ?

14: **Visibilité de Mars**

À partir de quand est-ce qu'on pourra revoir Mars pendant la nuit en France ?

15: **Galaxies**

Quelles galaxies seront visibles en milieu de nuit ?

Indices pour les défis Stellarium

1:

Utilisez le menu en bas à gauche ou bien la touche F5. Vous pourrez alors saisir la date et l'heure voulues.

2:

Utilisez les flèches du menu en bas, ou bien les touches J, K et L pour modifier le déroulement du temps. La touche K fait avancer le temps au rythme d'une seconde par seconde (en d'autres termes, c'est la vitesse réelle de déplacement des objets célestes).

3:

Le centre galactique n'est visible que depuis l'hémisphère sud. Vous pouvez changer votre position sur Terre avec le menu position dans la barre à gauche de l'écran (ou la touche F6). Modifiez la latitude pour aller dans le sud.

Vous pouvez également enlever le sol (touche G), mais ce n'est pas très réaliste comme conditions d'observation !

4:

Si vous ne la voyez pas, elle est peut-être couchée alors enlevez le sol avec le bouton du menu en bas (ou la touche G, comme "Ground"). Vous pouvez aussi utiliser la fonction recherche (la loupe dans le menu de gauche ou la touche F3).

Pour centrer la vue sur un objet, appuyez sur la touche espace. Vous pouvez ensuite zoomer ou vous déplacer dans le temps sans perdre la Lune de vue.

5:

Affichez le dessin et le nom des constellations avec les boutons dans le menu en bas de l'écran ou en utilisant les touches C, V, B et R.

6:

Sélectionnez Jupiter (à la souris ou avec la fonction recherche), centrez la vue dessus (barre d'espace), zoomez avec la molette de la souris. Vous pouvez ensuite zoomer de la même façon sur les satellites.

Io, Callisto, Europe et Ganymède sont les plus gros satellites de Jupiter et ont été observés pour la première fois par Galilée.

7:

L'éclipse était totale dans le nord de la France, mais aussi à d'autres endroits du monde (voir l'article de Wikipédia sur cette éclipse). Utilisez le menu position (barre de menu à gauche, ou bien touche F6) pour vous placer sur la "trajectoire" de l'éclipse.

8:

Dans le menu position (touche F6), sélectionnez la Lune dans le menu déroulant et observez l'allure de la Terre au cours du temps. Combien de temps faut-il attendre entre deux "pleines Terres" ?
On voit aussi que la position de la Terre dans le ciel ne change pas. Qu'est-ce qu'on peut dire de l'image du "lever de Terre" ?

9:

Sous la ceinture d'Orion se trouve la nébuleuse d'Orion. C'est un nuage de gaz et de poussière situé dans notre propre galaxie et dans lequel se forment des étoiles.

Sous le bras d'Andromède, il y a la galaxie d'Andromède. C'est la galaxie la plus proche de la notre, et elle se rapproche !

10:

Un chemin d'étoiles est une succession d'étoiles permettant de trouver de proche en proche une étoile difficile à voir du premier coup (par exemple l'astuce pour trouver l'étoile polaire une fois qu'on a vu la grande ourse).

Sous Alkaïd (la queue de la grande ourse), il y a une étoile visible aux jumelles. La galaxie du tourbillon forme un triangle équilatéral avec ces deux premières étoiles.

11:

Depuis la surface de la planète Uranus, centrez l'image sur Saturne et zoomez. Vous verrez Saturne passer devant le Soleil.

Passez en vision "observateur du système solaire" : dans le menu position, sélectionnez dans le champ "planet" l'option "Solar system observer". Vous pouvez voir que le Soleil, Saturne et Uranus sont alignés. Uranus est donc passé dans l'ombre de Saturne.

12:

Utilisez le menu en bas à gauche ou bien la touche F11 pour ouvrir le menu des calculs astronomiques. Dans l'onglet phénomènes, vous pouvez calculer les prochaines dates d'alignement entre la Terre, la Lune et Jupiter.

13:

Affichez la grille azimutale (menu en bas ou bouton Z) et faites défiler le temps. Notez l'heure à laquelle Saturne commence à redescendre vers l'horizon

Vous pouvez aussi utiliser le menu des calculs astronomiques (à gauche de l'écran). Après avoir sélectionné Saturne, dans l'onglet "altitude vs. temps", vous verrez la courbe de l'élévation de Saturne dans le ciel en fonction du temps.

14:

Dans le menu des calculs astronomiques, l'onglet ME permet de voir l'élévation d'un objet à une heure donnée. À 3h du matin, Mars ne sera pas visible avant le mois de décembre 2019.

15:

En 1927, E. Hubble a découvert que les galaxies (alors appelées "nébuleuses") étaient des objets situés en dehors de notre galaxie.

Dans le menu des calculs astronomiques, onglet WUT, il est possible d'afficher tous les objets d'une catégorie qui seront visibles au cours de la nuit.

Ressources pour aller plus loin

Qu'est-ce que je peux voir dans le ciel ce soir ?

- telescopi.us.com permet d'obtenir une liste de jolis objets observables en fonction de sa position, de son matériel et de la date.
- Météo astronomique : www.meteoblue.com/fr/meteo/outdoorsports/seeing avec la couverture nuageuse heure par heure, et les turbulences atmosphériques qui ont un impact sur la qualité des observations.
- Éphémérides www.imcce.fr/fr/ephemerides/

Logiciels

- Stellarium pour observer le ciel depuis la Terre, la Lune, Mars,... stellarium.org, ou en ligne sans installation stellarium-web.org
- Celestia pour voyager dans l'Univers celestia.space

En images

- Les BDs de Lepithec qui vulgarisent quelques sujets d'astronomie. Parfois, il en publie en lien avec l'actualité astronomique (éclipse, super-lune,...) lepithec.blogspot.com
- Chaque jour, le site apod.nasa.gov propose une image avec un petit paragraphe explicatif écrit par un astronome professionnel. Il y a des jolies images, et ça permet de se faire une culture petit à petit. Les archives du site valent aussi le coup d'oeil.
- Pour visualiser les distances dans l'Univers stars.chromeexperiments.com/
- Une carte interactive des sites d'alunissage upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/Moon_landing_sites.svg

Cours en ligne

- zestedesavoir.com/tutoriels/857/lastronomie-depuis-mon-canape/ : une introduction à l'astronomie
- L'observatoire de Paris a des mini-cours disponibles en ligne media4.obspm.fr ainsi qu'un MOOC vidéo www.fun-mooc.fr/courses/OBSPM/

Calendriers

- Un calendrier des observables très complet (lever et coucher des planètes, ISS,...) quoique pas toujours facile à naviguer est disponible sur calsky.com
- Les prochains passages de l'ISS au dessus de Toulouse : spotthestation.nasa.gov/sightings/view.cfm?country=France®ion=None&city=Toulouse

Histoire et mythes

- Une comparaison des constellations vues par différentes civilisations www.datasketch.es/may/code/nadieh/

Applications pour téléphone

- Daff Moon pour avoir un résumé rapide de la position des planètes, de la Lune et du Soleil dans le ciel.
- Carte du Ciel (SkyChart, en anglais) qui indique quels objets célestes sont situés derrière l'écran du téléphone.

Sur Youtube/Peertube

- À la conquête de la Lune, une série de documentaires sur la préparation des missions Apollo youtu.be/wFMIznV7ED4
- La chaîne *Hygiène Mentale*, avec par exemple la vidéo skeptikon.fr/videos/watch/6d3e20bf-595c-4762-a72e-fd137b8c76a0

Crédits photos

Tous les schémas dans la section Notions ont été préparés avec LaTeX et TikZ, et sont sous license CC-BY-SA 4.0 Isabelle M. Santos.

Les tâches solaires, NASA

Le sténopé, V. H. Hammer, Wikimedia Commons

Projection d'une éclipse, Luis Fernández García, Wikimedia Commons

Lunettes à éclipse, domaine publique

Coronado, boutique Coronado

Marées, Wikimédia Commons



Phases de la Lune, Wikimedia Commons

Saturn V, NASA

Capteur de vent solaire, NASA

LEM, NASA

Images d'Apollo 11, NASA

Reconstitution de scène lunaire, Mythbusters

Mercury, Venus, Earth and Neptune NASA

Mars, Jupiter, ESA

Saturne et Uranus NASA/JPL

Io, NASA/JPL

Pluton, NASA

Astéroïde Ida, NASA/JPL

Comète de Halley, NASA/W. Liller

