

# Préparation à l'observation

**Francis Berthomieu, Ricardo Moreno, Beatriz García, Rosa M. Ros**  
Union Astronomique Internationale, École Retamar (Madrid, Espagne), Université  
Nationale de Technologie (Mendoza, Argentine), Université Polytechnique de  
Catalogne (Barcelone, Espagne)

## Résumé

Une soirée astronomique est une excellente occasion pour admirer l'univers, spécialement si vous l'organisez avec un ami ou un groupe d'amis. Pour cela vous devez bien vous préparer si vous prévoyez d'utiliser certains instruments. Ne ratez pas le plaisir de mettre les yeux dans les jumelles.

## Objectifs

- Expliquer comment choisir le bon endroit, l'heure et la date, quel équipement vous allez prendre et comment planifier l'événement
- Apprendre à utiliser le logiciel « stellarium »
- Reconnaître le problème de la pollution lumineuse

## Choisir la date et le lieu

La pollution lumineuse affecte beaucoup notre perception du ciel. Dans les villes, vous ne pouvez observer que le soleil, la lune, quelques planètes, quelques étoiles brillantes et quelques satellites. Il est préférable d'observer à partir d'un endroit sombre, bien que vous puissiez observer à partir de votre école ou de votre maison.

Si vous voulez observer d'avantage d'étoiles et de nébuleuses, vous devez se déplacer vers un site situé loin des routes et des villes, en effet, les villes envoient un halo de lumière qui empêche une bonne observation. Ce phénomène est connu sous le nom de " pollution lumineuse". De la même façon, évitez l'observation au voisinage des lampes ou autres sources de lumière. Restez à l'écart des routes où les voitures peuvent nous éblouir avec leurs phares. Chercher une zone dégagée où les grands arbres n'interfèrent pas avec votre observation du ciel. On doit choisir une date adéquate pour avoir un ciel clair sans nuages et un climat agréable (nous vous recommandons de vérifier la météo sur le net).

On tient compte aussi de la phase de la Lune. Pour cela, éviter les soirées lors de la pleine lune, car durant cette phase, la lune produit beaucoup de lumière ambiante et par conséquent, nous ne pouvons observer que les étoiles les plus brillantes.

Quand la lune est en phase du dernier quartier, elle se lèvera plus tard, nous ne la verrons qu'à la fin de la nuit, de ce fait, un ciel sombre est assuré en début de la soirée.

Les soirées les plus intéressantes sont celles où la lune est un peu moins que dans la phase du premier quartier. Depuis les premières heures de la nuit et jusqu'à son coucher sous l'horizon, nous pouvons observer les cratères de la Lune. A son coucher, le ciel devient sombre permettant une meilleure observation.

Si nous avons un télescope, vous devez choisir votre site avant le coucher du soleil et ce, pour profiter de la lumière du jour lors de la mise en place de l'équipement.

## Equipements nécessaires

**Planification de l'observation.** Il faut se rappeler que le ciel change avec la latitude du lieu. Vous pouvez utiliser le logiciel stellarium. Sur le Web, il existe de nombreux sites pour obtenir des cartes du ciel, par exemple [www.heavens-above.com/skychart](http://www.heavens-above.com/skychart) ou sur [www.skyandtelescope.com](http://www.skyandtelescope.com). Pour obtenir l'une de ces cartes du ciel, vous devez indiquer l'emplacement (généralement latitude et longitude), la date et l'heure du jour.

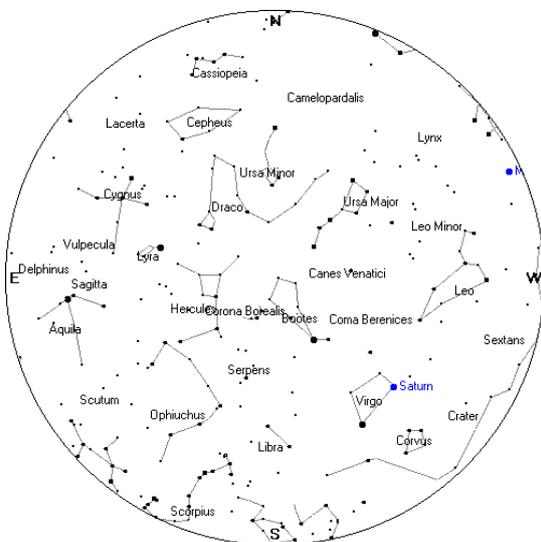


Fig. 1: Exemple de carte du ciel à une moyenne latitude Nord, à mi-juillet 22 h.

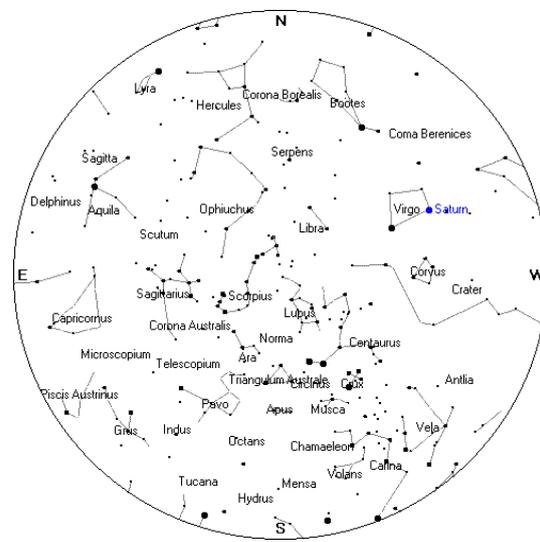


Fig. 2: Exemple de carte du ciel à une moyenne latitude sud, à mi-juillet 22 h

**Lampe torche rouge.** Dans l'obscurité, nos yeux s'ouvrent lentement pour laisser entrer d'avantage de la lumière, ce qui nous assure la vision pendant la nuit; cette capacité est appelée «vision nocturne». Cette vision est liée à l'un des deux types de cellules photosensibles de la rétine: les bâtonnets. La rétine, est composée de deux types de cellules: les cônes, sensibles à la couleur et qui sont activés dans la lumière vive, et les bâtonnets, qui ne sont actifs qu'à des niveaux de faible luminosité. Si le site d'observation est éclairé soudainement, notre pupille se referme et les bâtonnets seront désactivés. L'adaptation à nouveau à l'obscurité prendra un instant, temps nécessaire à l'ouverture de la pupille tandis que les bâtonnets prendront au moins 10 minutes pour se réactiver et revenir à la vision nocturne.

Les bâtonnets sont peu sensibles à la lumière rouge, donc en utilisant une lumière rouge, l'œil réagit comme s'il faisait beaucoup plus sombre, ce qui favorise la vision nocturne. Pour avoir

une lampe de poche rouge nous utilisons une lampe de poche normale à laquelle on ajoute un filtre simple à l'aide d'un morceau de papier rouge transparent.

**La nourriture.** Le temps consacré à cette activité sera de plusieurs heures en comptant : le déplacement, la préparation du matériel, le rangement du matériel et le retour. L'activité sera plus agréable si nous partageons un peu de nourriture et des boissons (chaude ou froide selon la saison).

**Pointeur Laser vert.** C'est un outil qui permet de pointer facilement les étoiles et les constellations. Soyez très prudent avec ce type de pointeur. Ne jamais le pointer sur les yeux des participants pendant l'observation ou ailleurs, il peut provoquer des lésions oculaires. Ne jamais pointer vers les avions. Cet outil ne peut être manipulé que par des adultes.

**Vêtements.** Même en été et pendant la soirée, la température baisse et le vent souffle souvent. Et comme l'observation peut durer quelques heures et que le climat peut changer, il vaut mieux prévoir des vêtements appropriés.

**Binoculaire, télescopes, Appareil photos** (voir ci-dessous) le choix du matériel va dépendre du programme de l'observation.

**S'il y a des nuages.** Un ciel nuageux peut perturber tout le programme. Cependant, un second plan peut être programmé: raconter des histoires sur la mythologie des constellations ou parler de tous les sujets astronomiques. Si nous avons Internet, nous pouvons profiter de Google-Earth, Google Sky, ou autre programme de simulation du ciel. On peut aussi projeter une vidéo astronomique partagée sur YouTube.

## À l'œil nu

Il est essentiel de découvrir le ciel à l'œil nu et de connaître les principales constellations et leurs étoiles les plus brillantes. Pour cela, vous avez besoin d'une carte du ciel et un laser vert. Des applications sur les iPhone et les androïdes sont utiles pour vous aider à découvrir le ciel et à s'orienter grâce au GPS du téléphone. Le téléphone ne sera pas affecté par les nuages donc il peut servir même si le ciel est couvert.

Les étoiles que vous observez dans le ciel dépendent du site d'observation: en effet à partir de l'hémisphère nord on ne peut observer que 50% des étoiles.

À l'équateur, on peut observer éventuellement la totalité du ciel ; mais cela dépend de la période de l'année.

Un observateur de l'hémisphère sud ne peut observer aussi que la moitié des étoiles.

Les constellations et les étoiles que nous recommandons de connaître sont:

### HÉMISPHERE NORD

Les constellations: la Grande Ourse, la petite ourse, Cassiopée, sont des constellations circumpolaires, qui sont toujours visibles. En été, on peut voir le Cygne ; la Lyre, Hercule, le Bouvier, la Couronne Boréale ; le Lion ; le Sagittaire et le Scorpion. Les constellations qu'on peut observer en hiver sont : Orion, le Grand Chien, le Taureau, Andromède, Pégase, les Gémeaux, et l'amas des Pléiades.

Les étoiles : l'étoile Polaire qui indique la direction du pôle nord céleste, Sirius, Aldébaran, Bételgeuse, Rigel, Arcturus, Antares...

### L'HÉMISPHERE SUD

Les constellations : La Croix du Sud, le Sagittaire, le Scorpion, la Carène, la Poupe, les Voiles (les trois constellations qui forment l'ancienne constellation d'Argo : Navire Argo).

Il est également possible d'observer Orion et le Grand Chien. Quant aux étoiles, Aldebaran, Sirius, Bételgeuse sont aussi visibles dans cet hémisphère. Cependant, il n'y a pas une étoile qui indique la direction du pôle sud céleste.

Les constellations zodiacales peuvent être observées des deux hémisphères nord et sud bien qu'elles changent d'orientation sur la sphère céleste.

Il est intéressant de suivre chaque jour l'évolution des phases de la Lune et son changement de position sur le fond des étoiles. Ceci peut être fait également avec les planètes, en notant leur mouvement lent par rapport à d'autres planètes proches ou par rapport aux étoiles. Cela est particulièrement visible pour les astres qui se déplacent rapidement comme Vénus ou Mercure, au moment du coucher du soleil. Ces planètes peuvent également être visibles au lever du soleil et ensuite vous pouvez continuer à les reconnaître dans le ciel pendant la nuit d'observation. Environ deux heures après le coucher du soleil, vous pouvez commencer à voir des étoiles filantes (météores) à tout moment, avec une fréquence d'environ 5 à 10 par heure. À certains moments de l'année, cette fréquence devient plus importante. Par exemple, vers le 3 Janvier, les Quadrantides sont avec une fréquence d'environ 120 par heure. Le 12 Août, les Perséides sont avec 100 / h, le 18 Novembre est le pic des Léonides, avec environ 20 / h, et entre le 12 et le 14 Décembre les Géminides, avec 120 / h. Les Perséides ne sont pas visibles de l'hémisphère sud.

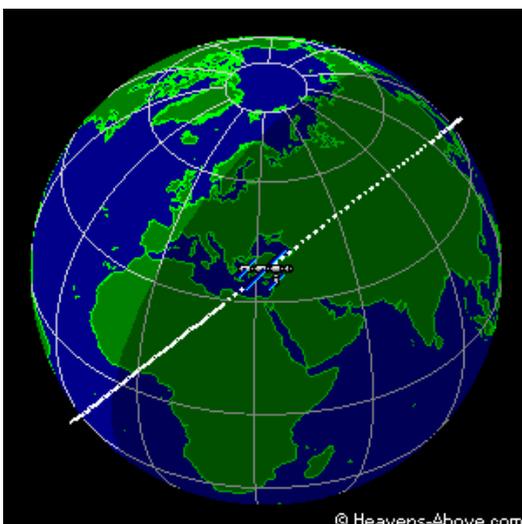


Fig. 3: Orbite de ISS



Fig. 4: Grossissement et diamètre de l'objectif

Il y a beaucoup de satellites artificiels en orbite autour de la Terre. En se déplaçant lentement dans le ciel et éclairés par le soleil, ils peuvent être vus depuis la Terre. Comme leur altitude est généralement faible, on pourra les voir si on cache longtemps le soleil, par exemple, l'ISS est très lumineux et met environ 2-3 minutes pour couvrir le ciel visible. Les calculs des positions de la majorité de ces satellites artificiels peuvent être prédits une semaine à l'avance selon la position géographique (voir : [www.heavens-above.com](http://www.heavens-above.com)).

## Les Jumelles

Les jumelles constituent un dispositif astronomique utile et aisément disponible, facile à utiliser. Bien que sa capacité à grossir n'est pas généralement très grande, ils recueillent beaucoup plus de lumière que nos yeux, et nous aident à observer les objets qui, à première vue, sont de très faible luminosité tels que : les amas d'étoiles, les nébuleuses et les étoiles doubles. De plus, les jumelles ont l'avantage d'augmenter les différences de couleur des étoiles, surtout si elles sont réglées légèrement floues.

Ils portent souvent des notations telles que 8x30 ou 10x50. Le premier chiffre donne le grossissement et le deuxième donne le diamètre de la lentille en mm. La taille la plus recommandée pour cette activité est le 7x50. A un grossissement plus élevé, l'image bouge beaucoup, car il est difficile de garder la jumelle stable, et par ailleurs, l'instrument devient plus cher.

Il est intéressant d'utiliser les jumelles pour observer les objets suivantes: la Galaxie d'Andromède (M31) ; l'amas d'Hercule (M13), double amas de Persée (M44), la nébuleuse d'Orion (M42), la région du Sagittaire (quelques nébuleuses comme M8, Trifide (M20) ; Oméga M47, quelques amas globulaires M22, M55, ...), la voie lactée ce qui permet de voir plus d'étoiles qu'à l'œil nu. Dans l'hémisphère sud Omega Centaur et 47 Tucanae sont des amas globulaires les plus spectaculaires.

## Observation avec un télescope

La plupart des gens savent qu'un télescope sert à agrandir les objets éloignés, mais moins de gens savent qu'il a une autre mission aussi importante et qui est de capturer plus de lumière que l'œil. Cela permet d'observer des objets de faible luminosité qui resteraient flous même après augmentation du grossissement.

Un télescope a deux principaux composants: l'objectif et l'oculaire. L'objectif est une lentille de grand diamètre qui réfracte la lumière (télescopes réfractaires) ou un miroir qui réfléchit la lumière (télescopes réfléchissants). La plupart des miroirs de l'objectif sont de forme parabolique. L'oculaire est une petite lentille où nous mettons l'œil pour observer. Il est généralement amovible et ce, dans le but d'utiliser des oculaires de différents agrandissement. Plus l'objectif est grand, plus de lumière est collectée, et nous pouvons ainsi voir des objets moins lumineux. Les lentilles de haute qualité sont plus chères que les miroirs de même diamètre, de sorte que les plus grands télescopes sont généralement des télescopes réfléchissants.

Le type le plus courant est le Newtonien, il est composé d'un miroir primaire, concave, au fond du tube, qui renvoie les rayons vers un petit miroir secondaire, plan, incliné d'un angle de  $45^\circ$ , en haut du tube, qui dévie les rayons à l'extérieur du tube, où l'oculaire est placé.

Un autre type de télescope est Cassegrain : il est constitué d'un miroir primaire, concave, collecteur de lumière, et d'un miroir secondaire, convexe ou plan, qui renvoie la lumière vers un trou percé au centre du miroir primaire. Ce trou laisse passer la lumière vers l'œil de l'observateur. L'oculaire est placé derrière ce trou central. Enfin, il existe des catadioptriques, typiquement comme un Cassegrain mais en ajoutant une lentille mince à l'entrée du tube, pour réduire considérablement la longueur du tube et le rendre plus léger.

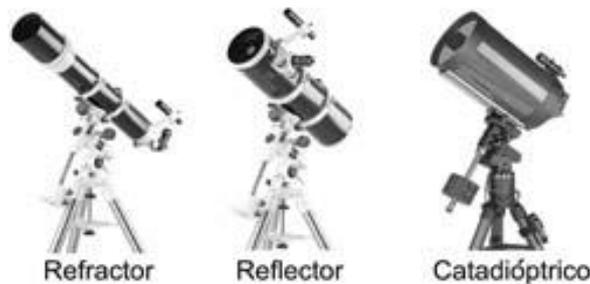


Fig.5: Diferentes tipos de ópticas.

**Le grossissement d'un télescope:** c'est le rapport entre la distance focale de l'objectif (miroir ou lentille) et la distance focale de l'oculaire. Par exemple si on a une distance focale de 1000 mm et on utilise un oculaire de 10 mm, on obtient un grossissement de 100 fois. Si on veut doubler le grossissement, on doit utiliser un objectif deux fois plus long ou utiliser un oculaire de distance focale 2 fois plus courte. En pratique, cette possibilité est limitée car les oculaires avec de petites focales sont difficiles à fabriquer et peuvent donner des images floues.

Les fabricants décrivent souvent les télescopes en termes de rapport focal, par exemple  $f/6$  ou  $f/8$ . Le **rapport focal** est la distance focale de la lentille, ou du miroir primaire, divisé par le nombre d'ouverture. Il exprime l'une des deux caractéristiques pour connaître l'autre. Par exemple, si nous avons un réfracteur  $f/8$  et que l'objectif est de 60 mm de diamètre, la focale réelle du télescope sera multipliée par le nombre d'ouverture, soit  $8 \times 60 = 480$  mm. À la même ouverture, le plus grand rapport focal correspond au plus petit champ de vision et de grossissement.

Plus l'ouverture d'un télescope est grande, plus il peut capturer de la lumière et donc, plus il permet de voir les objets les plus faiblement lumineux. En outre, il offre un niveau supérieur de **résolution**, et donc, la capacité de voir plus de détails ; lorsque la résolution est faible, vous verrez une image floue, et elle sera plus claire et avec beaucoup de détails lorsque la résolution sera plus élevée. La résolution est influencée également par l'obscurité de la nuit: dans les nuits de pleine lune où la lumière autour de vous est plus importante vous ne pouvez pas voir les étoiles les plus faiblement lumineuses..

Une autre limitation importante est la **stabilité atmosphérique**. Nous avons tous vu comment l'atmosphère chaude d'un désert secoue la vision dans les scènes de film tournées avec des téléobjectifs. Lorsque nous regardons à travers un télescope, de petites perturbations de l'air

font bouger l'image. Les astronomes se réfèrent à ce phénomène sous le nom de concept de «qualité de la visibilité». Dans cet ordre d'idée, c'est l'atmosphère qui fait scintiller les étoiles.

L'image que vous voyez avec un télescope est **renversée**, mais cela n'a pas beaucoup d'importance: dans le Cosmos, les positions haut et bas sont relatives. Il y a des accessoires qui renversent l'image pour le mettre en position correcte, mais c'est au prix d'une luminosité légèrement inférieure.

**La monture** est une pièce importante d'un télescope. Un support de mauvaise qualité risque de permettre au tube télescopique de pivoter à chaque fois que vous y touchez. Le résultat est une observation floue et vous serez incapable de voir les détails. Il est important que les supports soient rigides et stables.

Il existe deux types de montures: l'azimutale et l'équatoriale. Le montage azimutal est le plus simple mais le moins utile. Il peut tourner vers la gauche et vers la droite autour de son axe vertical, et vers le haut et vers le bas autour d'un axe horizontal. Le support Dobsonien est un type azimutal facile à transporter et à utiliser. Dans la monture équatoriale, il y'a deux axes inclinés situés à 90 degrés l'un de l'autre. L'un, l'axe polaire, doit être dirigé vers le pôle de la rotation de la Terre. Il tourne en ascension droite. L'autre axe, l'axe équatorial, nous donne les déclinaisons. Il est utilisé par les astronomes professionnels et par de nombreux astronomes amateurs. Le télescope peut comprendre un moteur dans l'axe équatorial qui compense la rotation de la Terre. Sinon, surtout avec un grand grossissement, l'image quitte le champ de vision dans un temps étonnamment court.



Monture Azimutale



Monture Equatoriale



Monture Dobsonienne

Fig. 6: Différents types de supports de télescopes

Si vous avez une monture équatoriale, vous devez l'orienter de sorte que l'axe polaire soit aligné avec le pôle Nord (ou Sud) du ciel. Cela prend du temps, mais il est nécessaire pour que le moteur de suivi équatorial, qui sert à regarder l'objet, ne se déplace pas au fil du temps, ce qui est essentiel si vous voulez pratiquer la photographie. Si nous n'avons pas de moteur, l'alignement exact est moins important, mais il permettra de garder l'objet dans le champ de vision en déplaçant une simple manette de contrôle.

Enfin, les télescopes informatisés, avec une base de données des positions des objets célestes et deux moteurs, sont plus faciles à utiliser une fois qu'ils sont correctement configurés.

Notamment, vous devrez l'aligner avec trois étoiles connues afin de le mettre en place, et les débutants sont souvent incapables de réaliser cette étape.

## Les mouvements du ciel

Fondamentalement, les mouvements du ciel que nous observons sont la conséquence de mouvements relatifs de rotation et de révolution de la Terre. Cette situation fait que nous percevons deux mouvements du ciel: un mouvement diurne et un mouvement annuel. Le mouvement diurne est très important, il est très rapide et ne permet guère de percevoir le mouvement annuel qui est beaucoup plus lent. La Terre tourne sur elle-même, soit  $360^\circ$ , en 24 heures; à raison de  $15^\circ$  toutes les heures. Ce mouvement est très perceptible sans faire des observations minutieuses. Le mouvement de révolution est de  $360^\circ$  tous les 365 jours, ce qui signifie environ un degré par jour (en fait: un peu moins d'un degré par jour). Si nous imaginons qu'il n'y ait pas de révolution, nous observerions dans le ciel nocturne, jour après jour, la même étoile au même moment et au même endroit toutes les nuits. Dans la réalité, cette étoile se déplace d'un degré (c'est-à-dire l'épaisseur d'un index bras tendu) par rapport à la veille. Cette observation ne peut être visible que si nous prenons comme référence une antenne ou un poteau qui nous permet de comparer l'observation d'un jour à l'autre à la même heure. Ce mouvement est presque négligeable si nous n'avons pas de référence et donc il ne sera pas visible à l'œil nu, mais ce que nous remarquons, c'est que le ciel d'aujourd'hui est complètement différent à celui d'il y a trois mois ou six mois. Au bout de trois mois, le déplacement correspond à  $90^\circ$ , soit environ à 1/4 du ciel et au bout de six mois, la translation est de la moitié du ciel; si bien que l'on observe la partie du ciel qui était diamétralement opposée.

## Activité 1: Parapluie Céleste

Un simple parapluie peut nous permettre de visualiser les mouvements du ciel tel que nous venons de les expliquer. Le parapluie, utilisé en cas de pluie, est un dôme placé au-dessus de nos têtes. Sur ce parapluie, nous pouvons dessiner les constellations désirées. Nous allons utiliser un parapluie noir sur lequel on dessine avec de la peinture blanche (ou un correcteur liquide blanc de type « Blanco »).

Dans ce modèle nous ne dessinerons pas toutes les constellations, mais seulement quelques-unes, de même, nous ne dessinerons que les étoiles les plus importantes. Nous ne cherchons pas ici un beau résultat, nous voulons simplement un modèle de travail avec lequel nous pouvons réfléchir.

Chaque parapluie servira à visualiser l'un des deux hémisphères. Le point d'intersection entre la canne du parapluie et le tissu du parapluie est le pôle de l'hémisphère considéré. La zone du bord du parapluie (où les extrémités des tiges sont protégées avec un morceau de plastique), correspond approximativement à l'Equateur céleste.

Ensuite, l'idéal est de préparer deux parapluies, un pour chaque hémisphère.

Dans l'hémisphère nord on dessinera:

- Aux alentours du pôle Nord (près de la canne du parapluie), la Grande Ourse, Cassiopée et l'étoile Polaire qui est placé précisément où la canne du parapluie passe à travers le

tissu

- Dans la zone du bord extérieur du parapluie, on dessinera quatre constellations, une pour chaque saison, on choisira les plus communes et les plus facilement reconnaissables:
  - Printemps: Lion
  - Été: Cygne
  - Automne: Pégase
  - Hiver: Orion

Evidemment, il est possible de choisir n'importe quelle constellation, mais elles doivent être distribuées de manière équidistante, chacune étant située à environ  $90^\circ$  par rapport à la précédente.

Dans l'hémisphère sud on dessinera:

- Dans le contexte du pôle sud (près de l'axe du parapluie) la Croix du Sud et il est entendu que le pôle sud céleste est situé exactement le pôle du parapluie traverse le tissu
- Dans la zone du bord extérieur du parapluie, nous dessinons quatre constellations, une pour chaque station, la plus connue:
  - Printemps: Aquarium
  - Été: Orion
  - Automne: Lion
  - Hiver: Scorpion

L'idée est de choisir de grandes constellations et elles sont généralement à l'horizon. Cette proposition peut être adaptée à chaque cas

Si notre ville se trouve dans la zone équatoriale comprise entre  $20^\circ$  de latitude nord et  $20^\circ$  de latitude sud, il est nécessaire de dessiner les deux parapluies. Si nous sommes situés dans l'hémisphère nord, à une latitude comprise entre  $30^\circ$  et  $90^\circ$ , nous ne dessinerons que le parapluie de cet hémisphère et idem pour l'autre hémisphère.

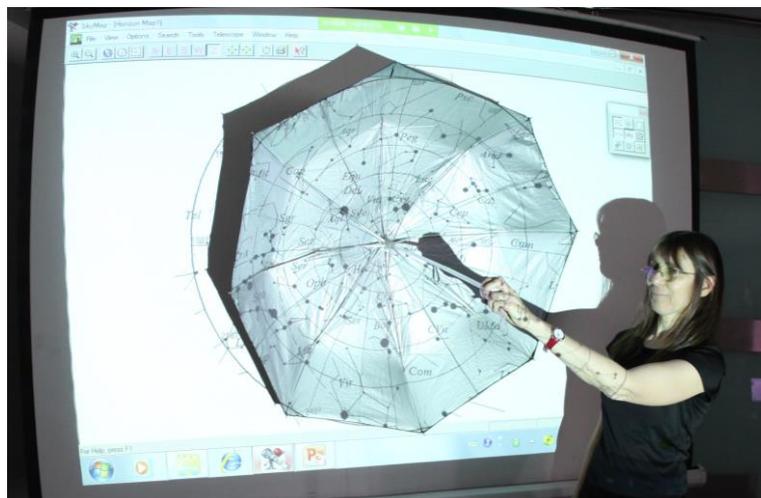


Fig.7: Projection des étoiles de l'hémisphère nord sur un écran pour dessiner les constellations désirées. Nous recommandons de préparer le modèle sur un parapluie noir; ce qui n'est pas le cas sur cette photographie où on a utilisé une autre couleur afin d'expliquer le processus.

Pour dessiner des constellations avec de la peinture blanche, il est pratique d'utiliser Stellarium ou un logiciel similaire, pour générer une image de l'hémisphère céleste désiré que l'on

projettera, avec un projecteur multimédia, sur le tissu de parapluie en mettant l'étoile polaire exactement au point d'intersection de la canne de parapluie avec le tissu (figure 7). Une fois cela terminé, les élèves pourront placer le parapluie au-dessus de leur tête (figure 8).



Fig. 8 Utiliser le parapluie de l'hémisphère nord avec des élèves.

Nous mettrons la canne du parapluie inclinée dans la direction du pôle de l'hémisphère correspondant (comme l'axe de rotation de la Terre). Imaginez un plan parallèle au sol de la pièce, mais au niveau de notre cou, ce serait l'horizon. De cette façon, une partie du tissu du parapluie est en-dessous de cet horizon. Nous distinguons alors deux parties du ciel au-dessus de cet horizon imaginaire. La partie qui est près du pôle, le ciel observé est visible tout au long de l'année, et est toujours plus ou moins la même (c'est la zone autour de l'intersection bâton / tissu du parapluie). La partie qui est près de l'Equateur mais qui est au-dessus de l'horizon, c'est la partie la plus intéressante parce que les constellations changent tout au long de l'année (figure 9).

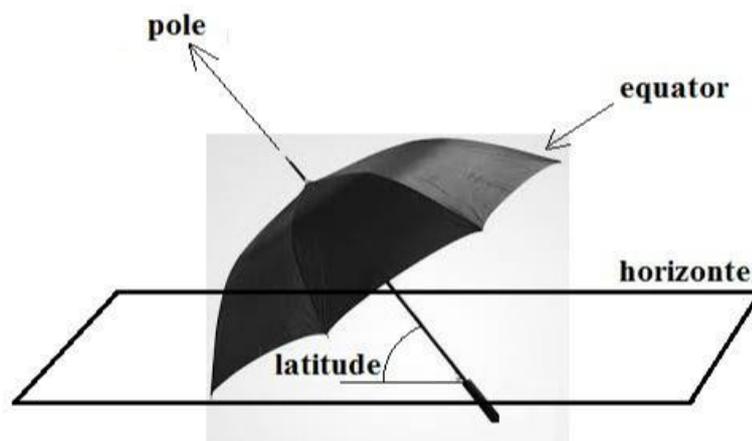


Fig.9: la Canne de parapluie est inclinée dans la direction du pôle selon la latitude. Nous imaginons que le plan de l'horizon recoupe une partie du parapluie.

Nous devons insister sur le fait que ce modèle explique le mouvement de révolution. Nous imaginons ici qu'il n'y a pas de révolution, ce qui revient à observer le ciel chaque jour plus ou moins à la même heure. Nous devons également remarquer que dans ce modèle simplifié, nous visualisons le mouvement du ciel par incrément de  $90^\circ$ , c'est-à-dire chaque 3 mois, mais le

mouvement du ciel se fait d'une façon continue chaque jour. Nous avons dit que chaque constellation particulière est visible pendant une saison, il faut donc comprendre que cette dernière sera visible au centre de l'horizon à mi saison.

### COMMENT UTILISER LE PARAPLUIE

Nous utilisons le parapluie pour faire comprendre le mouvement de la révolution.

### Hémisphère Nord.

Pour fixer des idées, supposons que nous sommes dans un lieu de latitude  $40^\circ$  Nord. Nous mettons le parapluie de l'hémisphère nord, avec le pôle Nord de la canne incliné de  $40^\circ$  au-dessus du sol, au-dessus de nos têtes.

Dans l'hémisphère nord, l'étoile polaire est pratiquement située au pôle Nord. Il est facile de reconnaître la constellation de la Grande Ourse ou celle de Cassiopée. A partir de la Grande Ourse, prolonger 4 fois la distance entre les deux plus lointaines étoiles de la queue de la constellation et localiser l'étoile polaire. En utilisant Cassiopée, l'étoile Polaire est à l'intersection des deux bissectrices de chaque V du double W représentant Cassiopée.

### Horizon Nord

Nous pointons la canne du parapluie vers l'étoile polaire. Si nous faisons une légère rotation, nous observons les constellations de la Grande Ourse et de Cassiopée en train de tourner autour du pôle Nord tout au long de l'année (figure 10).



Fig. 10: Position relative de la Grande Ourse autour du pôle Nord tout au long de l'année (À la même heure).

Nous commençons par placer la constellation de la Grande Ourse vers le haut et Cassiopée vers le bas (ce qui arrive au printemps), nous tournons la poignée du parapluie  $90^\circ$  afin d'avoir la Grande Ourse à gauche et Cassiopée à droite (alors nous avons la configuration du ciel de l'été). Encore une fois, nous tournons la poignée de  $90^\circ$  dans le même sens, alors nous avons la Grande Ourse en bas et Cassiopée en haut (c'est la position correspondante à l'automne) et enfin nous tournons encore de  $90^\circ$  ; on aura alors la Grande Ourse à droite et Cassiopée à gauche (c'est l'hiver). Si nous tournons de nouveau de  $90^\circ$ , nous reproduisons la situation initiale et les quatre saisons d'une nouvelle année recommence (figure 10).

Comme on l'a décrit précédemment, cette zone du ciel, qui est appelée l'horizon nord, est la zone de l'horizon correspondant au Nord, les constellations que nous voyons tout au long de l'année, sont toujours les mêmes mais elles changent de positions.

### **Horizon du Sud**

Nous considérons maintenant la zone équatoriale, la zone de la bordure du parapluie. Les constellations dans cette zone de l'horizon du sud varient selon la saison. Nous plaçons le parapluie tel que le Lion, la constellation centrale du printemps, soit dans la partie la plus haute de l'horizon, ensuite nous tournons le parapluie de  $\frac{1}{4}$  de tour ou de  $90^\circ$  et nous avons dans l'horizon sud les constellations centrales de l'été: le Cygne, la Lyre et l'Aigle, qui constituent le triangle d'été. Un autre  $\frac{1}{4}$  de tour nous sommes en automne et la constellation centrale sera le grand carré de Pégase. Et nous tournons encore  $90^\circ$ , nous sommes en hiver où domine la constellation d'Orion et les constellations des Chiens.

### **Hémisphère Sud**

Prenons, par exemple, la latitude de  $40^\circ$  Sud. Plaçons le parapluie de l'hémisphère sud, avec le pôle sud incliné de  $40^\circ$  par rapport au sol, sur nos têtes.

Dans l'hémisphère sud, il n'y a pas d'étoile polaire qui permettrait de visualiser la position du pôle Sud. La constellation de la Croix du Sud est utilisée pour marquer la position du pôle sud céleste. Les étoiles Acrux et Gacrux (respectivement la base et le sommet de la croix) forment une ligne qui, prolongée dans le sens Gacrux-Acrux de 4,5 fois la distance les séparant, permet d'atteindre un point assez proche du pôle sud céleste.

Cette constellation fait une révolution autour du pôle en 24 heures. Sa position change tout au long de l'année, comme le montre la figure 11. Nous observons toujours à la même heure pour éviter l'effet de la rotation de la Terre ce qui nous permet de considérer seulement la rotation du ciel due à la translation.

### **Horizon du Sud**

Regardez la zone de l'intersection entre la canne de parapluie et le tissu de parapluie, la zone du pôle Sud. Nous tournons lentement la poignée et notons que la constellation de la Croix du Sud tourne autour du pôle sud tout au long de l'année. Nous commençons par placer la Croix du Sud au-dessus (ce qui se passe en hiver), nous faisons tourner la poignée du parapluie  $90^\circ$  jusqu'à avoir la Croix du Sud à droite (la position au printemps). Nous tournons de nouveau  $90^\circ$  dans la même direction, la Croix du Sud est en bas (c'est la position correspondante à l'été), et finalement tournons encore  $90^\circ$  en mettant la Croix du Sud à gauche du Pôle Sud (comme en

automne). Si nous tournons de nouveau à  $90^\circ$ , nous reproduisons la situation initiale et les quatre saisons d'une nouvelle année recommencent (figure 11).

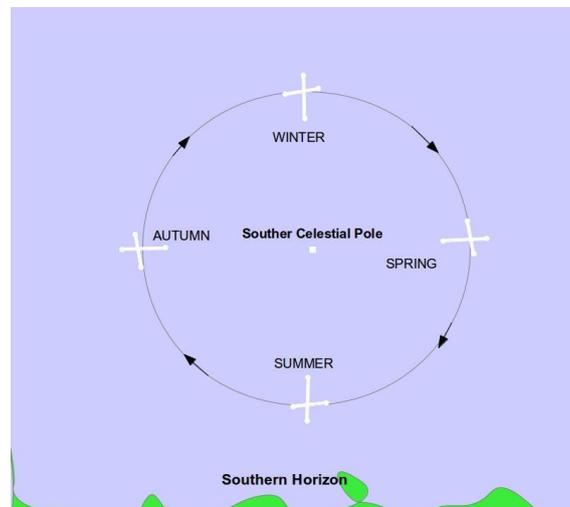


Fig. 11: Position relative de la Croix du Sud autour du Pôle Sud pendant l'année (à la même heure).

### Horizon du Nord

Nous regardons maintenant le tissu du parapluie dans la zone équatoriale, c'est-à-dire l'horizon nord. C'est la zone où les constellations sont plus variables. Les constellations visibles en été, ne le sont pas en hiver. Zeus, roi des dieux dans la mythologie grecque, aurait mis le géant Orion dans le ciel après la mort de ce dernier suite à la piqûre d'un scorpion.

De même, Zeus aurait mis la constellation de Scorpion dans le ciel, mais diamétralement opposée, de sorte qu'il ne peut plus attaquer Orion.

La constellation centrale au printemps est la constellation du Verseau. Nous tournons le parapluie  $90^\circ$ , c'est-à-dire après trois mois et nous avons, sur l'horizon nord, Orion avec ses chiens, qui est la constellation centrale de l'été. Après un autre  $\frac{1}{4}$  de tour, nous sommes en automne et la constellation centrale est le Lion. Si nous faisons pivoter le parapluie  $90^\circ$ , c'est l'hiver, et nous avons la belle constellation du Scorpion sur l'horizon

### Conclusions pour les deux hémisphères

Grace au schéma présenté précédemment pour les deux hémisphères et les deux horizons de chaque hémisphère, nous pouvons comprendre le mouvement dû au mouvement de translation dans le ciel nocturne.

Si nous voulons inclure le mouvement de rotation dans l'activité, nous devons considérer que, en plus du mouvement annuel décrit, un mouvement quotidien se fait en raison de la rotation de la Terre. En un jour, la Grande Ours et la Croix du Sud donnent un tour complet à leurs pôles respectifs.

Nous avons simplifié l'activité en imaginant que nous effectuons toujours l'observation à la même heure, c'est à dire comme si nous avions négligé la révolution de la Terre.

## Ciel sombre et pollution lumineuse

Pour observer les étoiles, nous devons avoir un ciel sombre. Mais cela n'est possible que si nous sommes loin des villes. Ce problème se produit parce que la plupart des éclairages urbains publics utilisent d'énormes quantités d'énergie, qui sont inutiles et gaspillées, pour éclairer le ciel. La pollution lumineuse est une des formes de pollution de l'environnement les moins connues. Elle affecte la visibilité du ciel nocturne, mais aussi altère l'équilibre de l'écosystème et affecte la santé humaine, car elle dérègle les horloges biologiques qui sont coordonnées avec des périodes de lumière et d'obscurité. Il faut être vigilant à ce sujet, apprendre à reconnaître le problème, avertir les autres des conséquences et trouver des solutions.

Il existe trois types de pollution lumineuse:

- a) La lueur est un phénomène qui se produit, en général, par l'éclairage public à l'extérieur. C'est évident lorsque nous avons l'occasion de voyager la nuit et en s'approchant d'une ville, nous voyons qu'une lumière l'enveloppe. Cette lumière est gaspillée, elle est utilisée à éclairer le ciel, non seulement elle affecte l'observation des étoiles, mais elle dépense l'énergie inutilement. Ce type de pollution peut être réduit en choisissant les appareils d'éclairage et des ampoules appropriées.
- b) L'intrusion: la lumière intérieure est souvent projetée dans toutes les directions et une partie fuit, même involontairement, hors de nos maisons. Si, la nuit, la lumière est allumée dans les chambres, nous devons obscurcir les fenêtres avec des rideaux.
- c) L'éblouissement: Ce type de pollution est lié aux phares des voitures. Il est évident, que dans une rue en pente, l'éblouissement du ciel se produit d'autant plus facilement. Récemment, l'introduction des phares de voiture à base de LED a permis de réduire cette sorte de pollution lumineuse.

Il est possible à partir de différents programmes sur Internet de compiler une série d'activités pratiques pour travailler sur ce phénomène, nous proposons une seule qui est interactive et facile à exécuter.

### Activité 2: Pollution lumineuse

Les objectifs de cet atelier sont de montrer l'effet polluant de l'éclairage non protégé, en insistant sur l'effet bénéfique, du point de vue astronomique, du choix d'un déflecteur conçu pour diminution de la pollution lumineuse. Cette diminution vise à améliorer l'observation des étoiles, mais aussi à mieux illuminer les lieux où nous désirons disposer de lumière abondante.

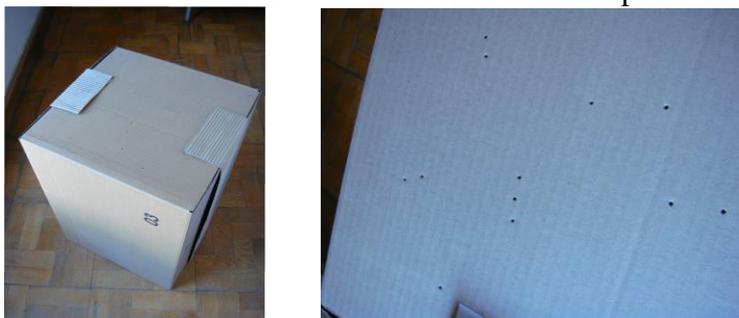


Fig. 12a et 12b: boîte en carton, et représentation de la constellation d'Orion Sur face du carton

Pour réaliser cette expérience, prenez une boîte en carton de dimensions suffisantes pour permettre à l'étudiant de regarder à l'intérieur. Dessiner la constellation que vous sélectionnez (dans cet exemple celle d'Orion) et marquer les étoiles, d'abord comme des points; puis comme des trous dont le diamètre sera fonction de la magnitude stellaire (figures 12a et 12b).

La constellation dessinée à l'extérieur de la boîte doit être l'image miroir de la vraie constellation, de telle sorte que, lorsque vous regardez à l'intérieur de la boîte, la constellation apparaît comme celle visible dans le ciel.

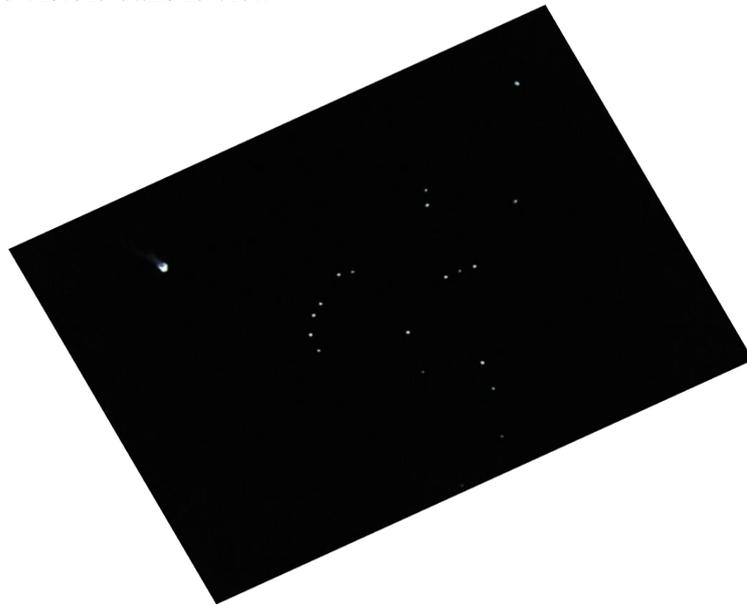


Fig. 13: Vue, de l'intérieur de la boîte, de la constellation d'Orion, chaque trou représente une étoile.

L'intérieur de la boîte doit être peint en noir de sorte que, si on regarde à l'intérieur, la constellation a l'apparence de celle indiquée sur les figures 12a et 12b. Les «étoiles», ou les points qui les représentent, seront éclairées par la lumière extérieure.

Préparer deux balles de tennis de table, faire un trou qui leurs permettraient de s'ajuster sur une lampe de poche. L'une des balles est laissée telle quelle et l'autre, a sa moitié supérieure qui est peinte avec de l'émail synthétique de n'importe quelle couleur. Cette calotte de peinture constitue un écran qui empêche la lumière de se projeter (figures 14a et 14b).



Fig. 14a: balle de ping-pong sans écran.



Fig. 14b: balle de ping-pong dont la Moitié de surface est peinte.

Pour réussir l'expérience, vous devez utiliser des lampes de poche pour lesquelles vous pouvez retirer le capot de protection de l'ampoule de façon à insérer l'ampoule dans la balle comme indiqué dans les figures 15a et 15b.



Fig. 15a: retirer la cache de la lampe de poche



Fig.15: simulation d'un lampadaire



Fig. 16a: lampe sans écran



Fig. 16b: lampe avec écran

L'expérience a été réalisée en deux étapes. Eteignez les lumières pendant l'expérience. Les deux modèles de lampadaire sont testés avec la même lampe de poche pour éviter les variations de l'intensité de la lumière. Ces modèles de lampadaires doivent être positionnés à proximité d'une surface lisse (par exemple un mur ou un morceau de carton) (Fig. 16a et fig16 b).

Deuxièmement : la lumière dans la pièce où se déroule l'expérience doit être allumée. Il s'agit de voir ce qui se passe dans la boîte. La situation est représentée sur les figures 17a et 17b, respectivement pour les cas de lampe avec et sans peinture. Vous pouvez utiliser un appareil photo numérique pour prendre des photos de ce qui se passe dans la boîte, s'il n'est pas possible de regarder à l'intérieur.

Vous remarquerez, dans la première situation, que le déflecteur (écran sur la boule de ping-pong) est efficace pour contrôler la pollution lumineuse: l'émission dans le ciel est considérablement réduite. Dans la deuxième situation, en utilisant les deux types de lampe torche (avec boule de ping-pong avec ou sans écran) à l'intérieur de la boîte, nous simulons la situation d'une nuit avec deux types d'éclairage public. Dans le cas d'éclairage avec écran,

l'observation des étoiles est facilitée. Avec un appareil photo numérique, vous ne pouvez photographier correctement les étoiles.

En revanche, la lampe de poche adaptée pour contrôler la pollution lumineuse, il est clair que ce dispositif permet au ciel d'être beaucoup plus sombre et l'appareil est capable d'enregistrer la constellation d'Orion.

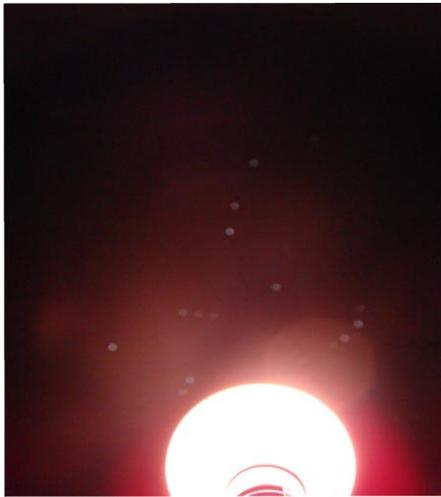


Fig. 17a: Apparence du ciel étoilé avec un éclairage.

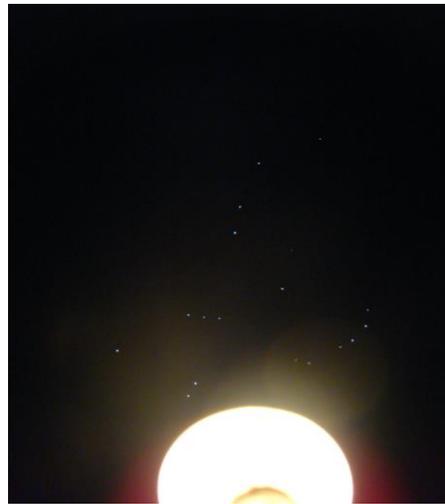


Fig. 17b: Apparence du ciel étoilé avec un éclairage disposant d'un écran

## Bibliographies

- Berthier, D., *Descubrir el cielo*, Ed. Larousse, Barcelona, 2007.
- Bourte, P. y Lacroux, J., *Observar el cielo a simple vista o con prismáticos*, Larousse, Barcelona, 2010.
- García, B., *Ladrones de Estrellas*, Ed. Kaicron, Colección Astronomía, BsAs, 2010.
- Reynolds, M., *Observación astronómica con prismáticos*, Ed. Tutor, Madrid 2006.
- Roth, G.D. *Guía de las estrellas y de los Planetas*, Omega. Barcelona 1989.

Traduction, Cité des Sciences à Tunis:

Najoua Bey, Sarra Snoussi, Naoufel Ben Maaouia, Riadh Ben Nessib, Hichem Ben Yahia

Révision : Eric Merssier Université de Nantes

## Appendice d'utilisation du logiciel Stellarium 0.10.6.1

To fix or not the toolbar (to bring the cursor to the lower left corner)	
Location. You can enter by cities, by coordinates or by clicking on a map	
Date and time that is displayed the sky	
Setting the view of the sky. In turn has four menus, which are explained below	
Number of stars, planets ...and to display or not the atmosphere	
Coordinate lines show in the sky, constellations...	
Type of projection of the sky. We recommend Stereo graphic or Orthographic	
Show the landscape, soil, fog.	
Names and figures of the constellations and stars in each culture. The best known are the Western.	
Look for an object (i.e. Saturn, M13, NGC 4123, and Altair)	
Setting the language and information of the objects shown on screen	
Help (shortcut keys, etc.).	
Normal rate of time	
Speed up time. Can be given several times	
Speed downtime.	
Back to the current time	
Lines of constellations	
Names of constellations	

Figuresof constellations	
Grid equatorial	
Grid azimuth + horizon	
Ground/Horizon	
Show cardinal Points	
Atmosphere	
Nebulae and names	
Names of the planets	
Equatorial mount / azimuth	
Center on selected object	
Night mode	
Full screen/ window	
Ocular (like looking to the selected object through a telescope)	
Show satellites in orbit	
Movese por la vista	←, →, ↑, ↓
ZOOM +	<b>Repág</b>
ZOOM –	<b>Avpág</b>
Define selected planet as the Planet from which to see. To return to Earth, look for Earth, and then click CTRL G (command) to select the planet Earth from which it looks.	<b>CTRL G</b>
Leave / omit trace the path of the planets	<b>May+T</b>
Screen capture	<b>CTRL S ó</b> <i>PrintScreen</i>
Exit (complete with Stellarium)	 <b>ó</b> <b>CTRLQ</b>