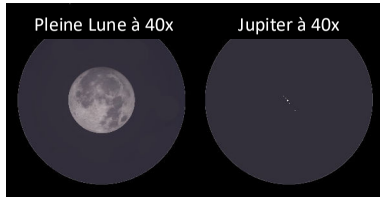
Grossissement de l'image

Les télescopes réfracteurs et réflecteurs grossissent les images fondalement de la même manière. La lumière provenant d'un objet distant est d'abord focalisée par l'objectif -- une lentille dans les réfracteurs ou un miroir dans les réflecteurs -- formant une image réelle au niveau du plan focal.



Un oculaire agit ensuite comme une loupe, agrandissant cette image pour l'observateur.
Le grossissement est donné par :

$$M = f_o / f_e$$

où f_o est la distance focale de l'objectif et f_e est la distance focale de l'oculaire.

Taille et résolution

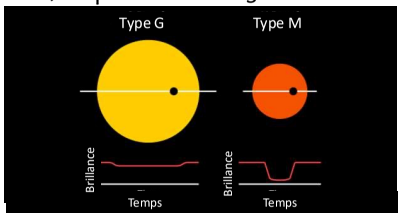
L'ouverture d'un télescope -- le diamètre de sa lentille ou de son miroir principal -- détermine à la fois sa puissance de collecte de lumière et son pouvoir de résolution. Une plus grande ouverture recueille plus de lumière, ce qui permet de voir des objets plus faibles, et améliore la résolution angulaire, permettant au télescope de distinguer des détails plus fins.

Ainsi, l'augmentation de l'ouverture améliore la capacité du télescope à voir les détails fins des objets distants (voir page 6).

Une variante, appelée télescope à miroir segmenté, utilise de nombreux petits miroirs fonctionnant ensemble comme un seul. Cette conception permet de construire des miroirs beaucoup plus grands et plus légers qu'un seul miroir équivalent.

Instruments : photometres

Les télescopes utilisent divers instruments pour capter et analyser la lumière provenant de l'Univers. Ils permettent de transformer ce que le télescope observe en données exploitables, révélant les détails cachés des étoiles, des planètes et des galaxies.

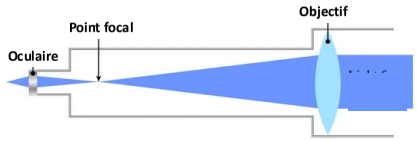


Variation de la lbrillance photométrique de deux étoiles lors d'une éclipse planétaire (https://astro.unl.edu/).

La photométrie consiste à mesurer la brillance des objets célestes et la façon dont elle change au fil du temps. À l'aide de filtres, les astronomes peuvent suivre le cycle des étoiles variables, l'atténuation des transits d'exoplanètes ou les changements subtils de l'éclat d'une galaxie. C'est un moyen simple mais puissant d'en apprendre davantage sur la luminosité et la couleur d'un objet.

Télescope à réfraction

Un télescope à réfraction -- ou plus communément une lunette astronomique -- utilise des lentilles pour courber (réfracter) la lumière entrante et la focaliser. La lentille principale, appelée objectif, recueille la lumière d'un objet distant et forme une image au point focal. Une seconde lentille appelée oculaire agrandit ensuite cette image pour l'observation.



Les réfracteurs produisent des images nettes et à contraste élevé, mais leur taille est limitée par le poids de la lentille et les aberrations optiques telles que l'aberration chromatique. Les matériaux utilisés pour fabriquer les lentilles d'un télescope à réfraction doivent être homogènes et isotropes pour garantir une qualité d'image élevée. Cette exigence découle du fait que la lumière traverse le matériau de la lentille.

Principes optiques

Le fonctionnement des télescopes est basé sur plusieurs lois fondamentales de l'optique :

- **Réflexion** : l'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion, principe décrit pour la première fois par Euclide.

$$\theta_i = \theta_r$$

où θ_i est l'angle d'incidence et θ_r est l'angle de réflexion.

- **Réfraction** : La lumière est déviée en passant entre des milieux d'indices de réfraction différents, un phénomène décrit par Willebrord Snell et approfondi par René Descartes.

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

où n_1 et n_2 sont les indices de réfraction des deux milieux et θ est l'angle perpendiculaire à l'interface.

- **Diffraction** : La lumière se comporte comme une onde et se disperse lorsqu'elle traverse une ouverture. La résolution angulaire est donnée par

$$\theta \approx 1.22\,\lambda/D$$

où λ est la longueur d'onde et D est le diamètre de l'ouverture : une plus grande ouverture améliore la résolution.

Instruments : spectrophotomètres

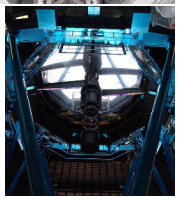
La spectrophotométrie va encore plus loin en divisant la lumière en ses différentes couleurs, ou longueurs d'onde. En analysant la brillance de chaque couleur, les scientifiques peuvent déterminer la composition d'un objet, sa température et même sa façon de se déplacer dans l'espace (voir tuimp 30). C'est un peu plus complexe que de simples mesures de brillance, mais cela donne une vue beaucoup plus profonde du fonctionnement interne des étoiles et des galaxies.

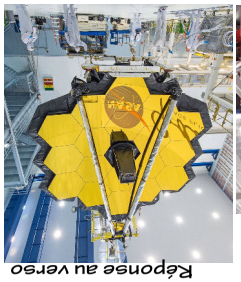
SPHEREx (Spectro-Photometer for the History of the Universe, Epoch of Reionization, and Ices Explorer; NASA-JPL).

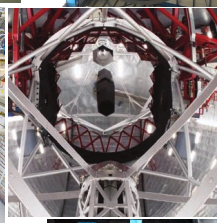
Les télescopes utilisés pour la recherche astronomique, ainsi que les projets scientifiques qui en sont à l'origine, sont souvent développés dans le cadre de collaborations multinationales et plurinstitutionnelles.

Quiz

Lequel est le Gran Telescopio Canarias (GRANTECAN) ?



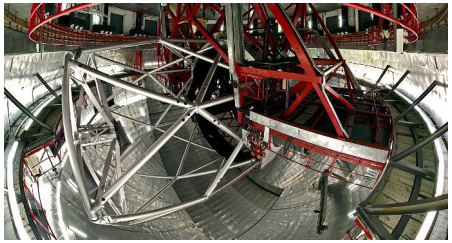




Réponse au verso

L'Univers dans ma poche

Les télescopes optiques



Alejandro Farah
Instituto de Astronomía - UNAM, Mexique

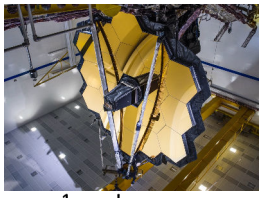
Télescope à réflexion

Un télescope à réflexion-ou, tout simplement, télescope-- utilise des miroirs au lieu de lentilles pour focaliser la lumière. Le miroir primaire, généralement concave, recueille la lumière et la réfléchit vers un miroir secondaire ou directement vers un oculaire.

Les miroirs évitent l'aberration chromatique et peuvent être fabriqués beaucoup plus grands que les lentilles, ce qui permet aux astronomes d'observer des objets faibles et distants. Les télescopes à réflexion sont les préférés des astronomes amateurs car ils offrent de grandes images lumineuses du ciel sans coûter trop cher.6

Télescopes spatiaux

L'atmosphère terrestre déforme et trouble la lumière des objets célestes à cause des turbulences et des variations de température, un phénomène connu sous le nom de « seeing » atmosphérique. Ceci fait scintiller les étoiles et limite la résolution des télescopes au sol. Pour minimiser ces effets, les astronomes utilisent l'optique adaptative pour corriger les distorsions en temps réel, ou placent les télescopes dans des sites secs à haute altitude, ou encore envoient les télescopes dans l'espace, où il n'y a pas d'interférence atmosphérique.

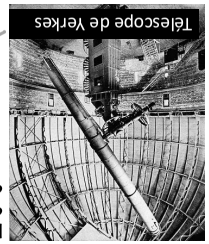


Le plus grand télescope spatial jamais construit et actuellement en service est le télescope spatial James Webb, un réflecteur à miroir segmenté composé de 18 segments hexagonaux fonctionnant ensemble comme un seul miroir de 6,5 mètres.11

Taille des télescopes

Les télescopes réfracteurs sont plus difficiles à construire que les réflecteurs, car leur grandes lentilles sont lourdes, difficiles à maintenir et sujettes à l'aberration chromatique —une distorsion due à la réfraction inégale des différentes couleurs de la lumière, qui crée des franges colorées autour des objets . A l'inverse, les miroirs peuvent être plus légers, sont exempts de cet effet et plus faciles à adapter à des tailles plus grandes.

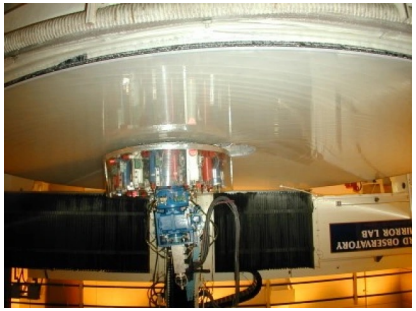
Le plus grand réfracteur jamais construit est le télescope de Yerkes de 40 pouces (1,02 m de diamètre), tandis que le plus grand réflecteur segmenté est le Gran Telescopio Canarias (10,4 m de diamètre,). Les réflecteurs sont largement utilisés en astronomie moderne en raison de leur polyvalence et de leur capacité supérieure de collecte de lumière.



10

Télescope à réflexion

Son miroir est fait de verre ou de céramique à faible dilatation et est recouvert d'une fine couche réfléchissante d'aluminium. La surface est également polie avec une extrême précision, souvent à moins d'un huitième de la longueur d'onde de la lumière ou mieux.

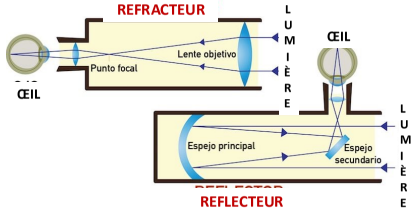


Plus la précision requise est grande, plus le processus de polissage et de test deviennent complexe et exigeant.

7

Qu'est-ce qu'un télescope ?

Un télescope est un instrument optique qui reçoit et concentre la lumière provenant d'objets distants pour former des images agrandies et plus détaillées. Il utilise des lentilles ou des miroirs pour focaliser le rayonnement électromagnétique (la lumière). C'est un outil essentiel en astronomie pour explorer l'Univers.

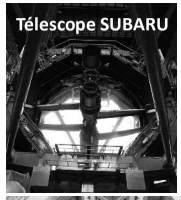


https://concepto.de/telescopio/

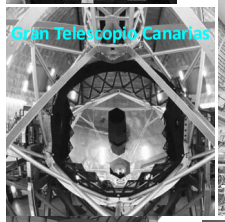
Les télescopes collectent et focalisent la lumière des étoiles et des galaxies lointaines, mais ce sont les instruments qui leur sont associés qui effectuent le travail détaillé. Ils analysent cette lumière, révélant la composition des objets célestes, leurs mouvements et leurs évolutions au fil du temps. Ensemble, ils transforment de faibles traces de lumière en une vision plus claire du cosmos.

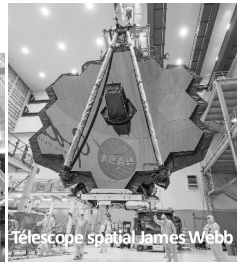
2

Réponse



Les deux télescopes segmentés montrés sur ces figures sont : le télescope spatial James Webb (JWST, voir p. 11) et le Gran Telescopio Canarias (GRANTECAN, voir p. 10).





L'Univers dans ma poche nº 48

Ce mini-livre a été écrit en 2025 par Alejandro Farah de l'Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México et relu par Grażyna Stasińska de l'Observatoire de Paris et Stan Kurtz de l'IRyA (Morelia).

Image de couverture : Gran Telescopio Canarias, GTC

(Sauf indication contraire, crédits généraux : Wikipédia et licence de documentation libre GNU)

Pour en savoir plus sur cette collection et les thèmes présentés dans ce mini-livre, rendez-vous sur http://www.tuimp.org

Traduction : Grażyna Stasińska

TUIMP Creative Commons

Les premiers télescopes

Le premier télescope a été construit en 1608 par Hans Lippershey. Un an plus tard, Galileo Galilei en améliora la conception et pointa le sien vers le ciel. Il découvrit les quatre plus grandes lunes de Jupiter, les phases de Vénus et des montagnes sur la Lune —des découvertes qui ont transformé notre compréhension du Cosmos.

Plus tard, Isaac Newton développa le télescope à réflexion, utilisant des miroirs au lieu de lentilles, pour surmonter l'aberration chromatique et améliorer la qualité de l'image.

3