



Astronomie

Apprentissages visés

Astronomie

- Compréhension de la notion de mesure du temps notamment par:
 - l'expérimentation du fonctionnement de systèmes de mesures
 - la mise en relation de la mesure du temps et de phénomènes astronomiques
- Approfondissement des phénomènes liés à la Terre, la Lune et le Soleil:
les saisons, la face cachée de la Lune, les phases de la Lune, les éclipses lunaires et solaires
- Représentation de modèles en deux ou trois dimensions des astres principaux de notre système solaire en appréhendant les notions de tailles et de distances
- Calcul de proportionnalité et calcul d'échelles
- Compréhension et expérimentation de méthodes historiques pour mesurer des distances terrestres, des distances astronomiques
- Utilisation de la notation scientifique
- Transformations d'unités entre mètre [m], unité astronomique [ua] et année-lumière [al]
- Calcul de vitesses de rotation et de révolution des astres
- Présentation du Système international d'unités (SI) et transformations d'unités en unités du SI: kilogramme, mètre et seconde
- Expérimentation et rédaction d'un rapport d'expérience en mettant en évidence des parties introductive, expérimentale et d'analyse, notamment:
 - en identifiant le but de l'expérience
 - en schématisant le montage de manière à pouvoir le faire construire
 - en décrivant la démarche permettant d'obtenir les mesures à partir du montage proposé
 - en utilisant les instruments de mesure à disposition au laboratoire
 - en organisant les mesures et les résultats obtenus dans un tableau
 - en reportant les mesures dans un graphique
 - en analysant les résultats et en les confrontant à une valeur de référence
 - en élaborant ou vérifiant une relation entre des grandeurs physiques
 - en analysant la méthode expérimentale utilisée

Coup de pouce



155

« Le premier jour, chacun désigna son pays,
le troisième jour, chacun montra son continent.
A partir du cinquième jour, nous vîmes
la Terre comme une seule et unique planète. »

Sultan Ben Salman Al Saud, un des astronautes
de la mission *STS-51-G* de mise en orbite de satellites, 1985.

Pour comprendre notre Univers



Un astre

est un élément constitutif de l'Univers, comme les étoiles, les planètes, les comètes...



L'Univers

est l'ensemble de tout ce qui existe. Il n'est ni immuable, ni immobile, ses éléments constitutifs naissent, meurent, sont en mouvement.

galaxie elliptique



Une galaxie

est un ensemble d'étoiles, de poussières et de gaz interstellaires dont la cohésion est assurée par la gravitation.



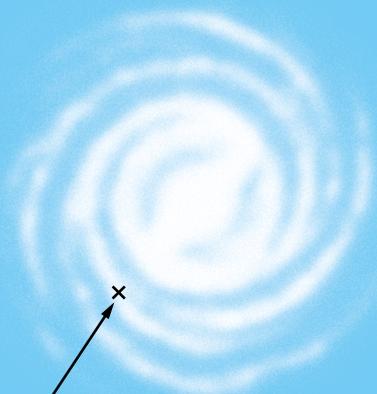
galaxie irrégulière



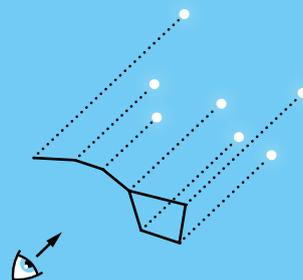
galaxie spirale

La Voie lactée

est notre galaxie. Elle compte entre 200 et 400 milliards d'étoiles.



système solaire



Une constellation

est un groupe d'étoiles apparemment proches qui dessinent une figure dans le ciel. La figure ainsi formée dépend de la position de l'observateur.

Les schémas représentant différents astres ne respectent ni l'échelle des distances ni celle des tailles.

Une étoile

est une boule de gaz très chauds qui brille dans le ciel. Le Soleil est notre étoile.

Une planète

est un astre suffisamment massif qui orbite autour d'une étoile. La Terre est une planète qui orbite autour du Soleil.

Un satellite naturel

est un astre qui gravite autour d'une planète. La Lune est le satellite naturel de la Terre.

Un satellite géostationnaire

est un satellite artificiel qui se déplace de manière synchrone avec la Terre et reste donc constamment au-dessus du même point de la surface terrestre. Ainsi, il semble fixe pour un observateur immobile sur la Terre.

Une exoplanète

est une planète située en dehors du système solaire. Elle orbite autour d'une étoile autre que le Soleil.

Un astéroïde

est un corps rocheux, dont le diamètre est compris entre quelques dizaines de mètres et 1000 km, qui orbite autour du Soleil.

Les astéroïdes se trouvent essentiellement dans la ceinture d'astéroïdes entre l'orbite de Mars et celle de Jupiter.

Une météorite

est une étoile filante qui ne se consume pas complètement et atteint le sol terrestre.

Une étoile filante

est un petit corps rocheux venant de l'espace qui s'échauffe au contact de notre atmosphère et brûle en laissant une traînée lumineuse.

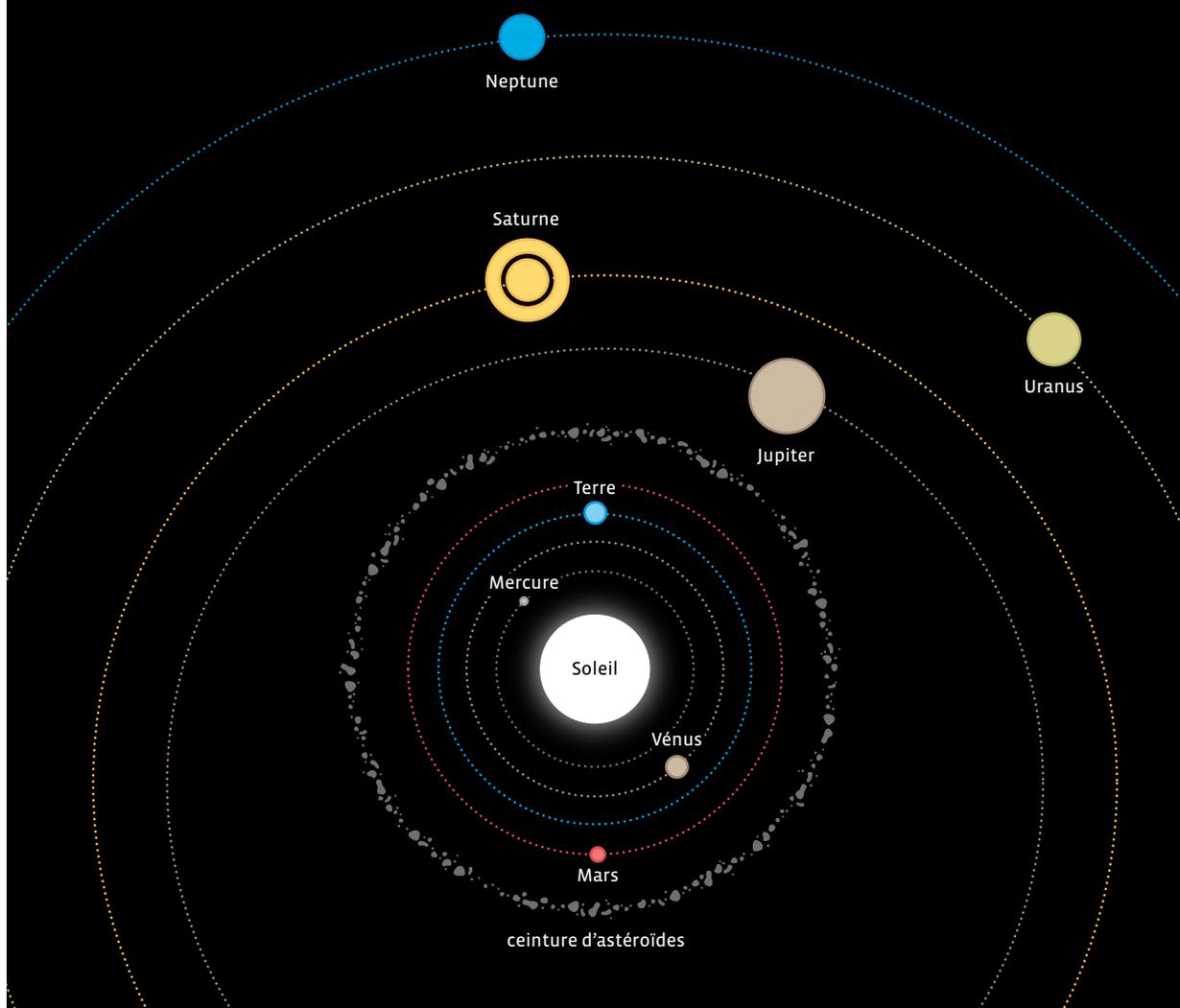
Une comète

est un astre constitué de glace et de poussières. Lorsqu'elle passe près du Soleil, une partie de sa matière se transforme en gaz et laisse apparaître une chevelure lumineuse. Cette dernière se prolonge par une queue qui se trouve dans la direction opposée à celle du Soleil.

Le système solaire

Le système solaire

est l'ensemble formé par le Soleil et les astres qui orbitent autour de lui. C'est une région de l'espace dans laquelle le Soleil exerce une attraction prépondérante par rapport à celle des autres étoiles.





Mercure, Vénus, Terre et Mars sont les planètes **telluriques** de notre système solaire; Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune sont **gazeuses**.



La Terre est la plus grande des quatre planètes telluriques du système solaire. 70% de sa surface est recouverte d'eau. C'est pourquoi on l'appelle la « planète bleue ».



Elle est entourée d'une atmosphère, d'une épaisseur de l'ordre de 100 km, qui contient principalement de l'azote N_2 (78%) et de l'oxygène O_2 (21%).



Une couche d'ozone O_3 , située à une altitude de 13 à 50 km, joue un rôle protecteur en absorbant les rayons ultraviolets.

160

Une orbite

est la trajectoire que dessine, dans l'espace, un astre autour d'un autre astre sous l'effet de la gravitation.

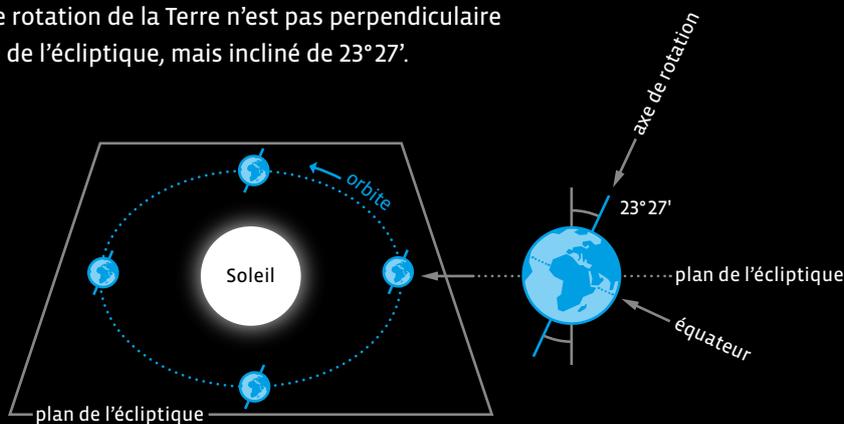
Le plan orbital

est le plan dans lequel se déplace un astre.

Le plan de l'écliptique

est le plan sur lequel la Terre tourne autour du Soleil.

L'axe de rotation de la Terre n'est pas perpendiculaire au plan de l'écliptique, mais incliné de $23^{\circ}27'$.



La période de rotation

est le temps mis par un astre pour effectuer un tour complet sur lui-même.

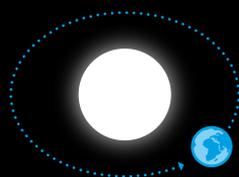


Le jour sidéral

correspond à la période de rotation de la Terre qui est de 23 heures 56 minutes et 4,091 secondes.

La période de révolution

est le temps mis par un astre pour effectuer un tour complet autour d'un autre astre.



L'année sidérale

correspond à la période de révolution de la Terre autour du Soleil soit 365,25636042 jours.

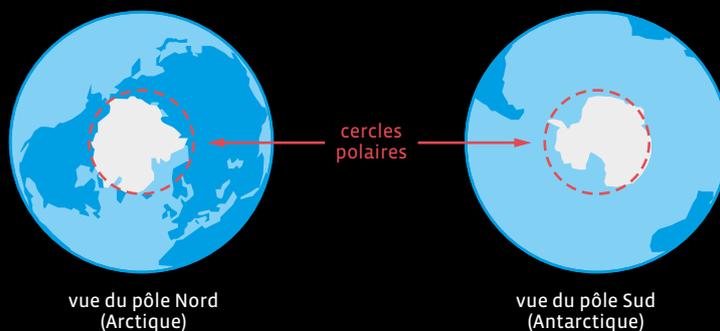
La période sidérale

est la période de révolution des planètes du système solaire autour du Soleil.

L'alternance de la journée et de la nuit est due au mouvement de rotation de la Terre. L'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre par rapport au plan de l'écliptique explique la variation de la longueur des journées et des nuits au cours de l'année. Cette variation, associée à la hauteur du Soleil dans le ciel au midi solaire, a pour conséquence les saisons.

Les cercles polaires

définissent la limite à partir de laquelle on observe au moins un jour où le Soleil ne se lève pas en hiver et au moins un jour où le Soleil ne se couche pas en été.



Le solstice d'été

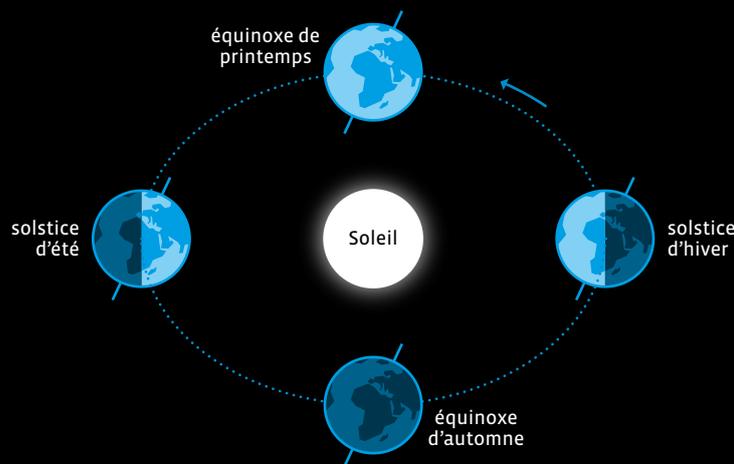
est le jour où la durée de la journée est la plus longue de l'année.

Le solstice d'hiver

est le jour où la durée de la nuit est la plus longue de l'année.

Les équinoxes

de printemps et d'automne sont les jours où la durée de la journée égale celle de la nuit. Dans le nom équinoxe, on retrouve deux mots issus du latin «aequus» qui veut dire «égal» et «nox» qui signifie «nuit», étymologiquement ce nom signifie «égal à la nuit».



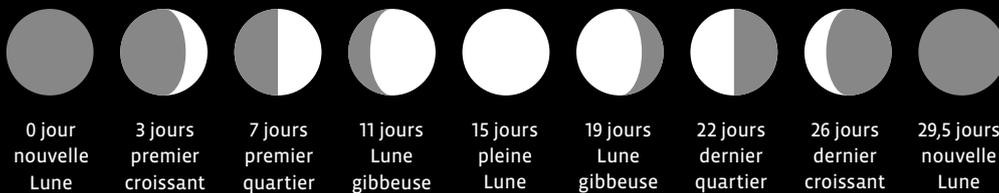
162

La Lune

est l'unique satellite naturel de la Terre. Elle tourne sur elle-même en 27 jours 7 heures 43 minutes et 11,5 secondes. Elle met le même temps pour faire le tour de la Terre. Ces mouvements synchrones (qui se font en même temps) expliquent pourquoi on ne voit qu'une «face» de la Lune depuis la Terre.

La moitié de la Lune est éclairée par le Soleil. Mais la vision qu'on en a depuis la Terre varie en fonction des positions respectives du Soleil, de la Terre et de la Lune; ce sont les différentes phases de la Lune. Tous les 29 jours 12 heures 44 minutes et 2,9 secondes, la Lune nous présente le même aspect.

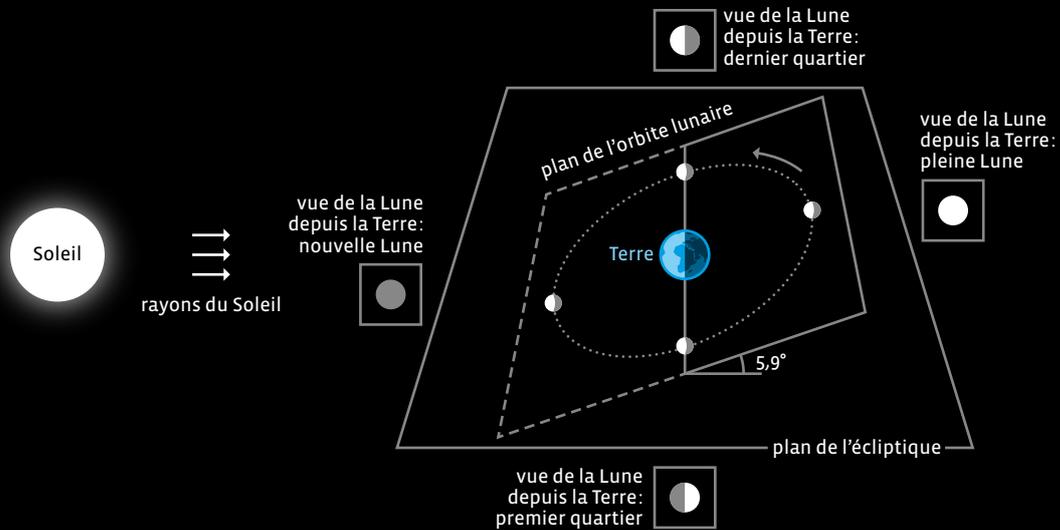
Les différents aspects de la Lune:



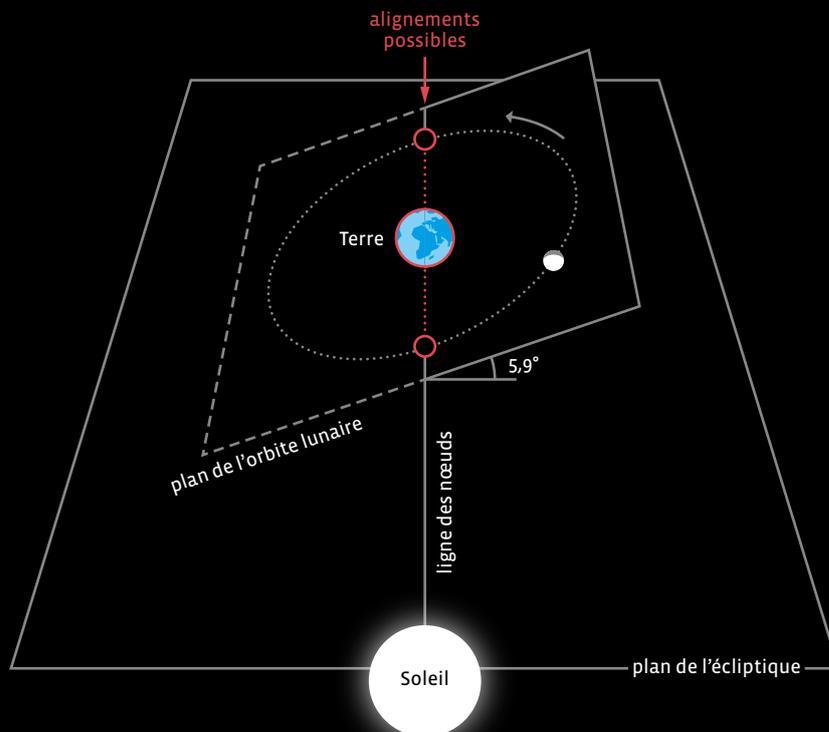
On dit que la Lune est menteuse. En effet, elle fait un D quand elle Croît et un C quand elle Décroît.

Coup de pouce

La Lune orbite autour de la Terre dans un plan incliné de $5,9^\circ$ par rapport au plan de l'écliptique.



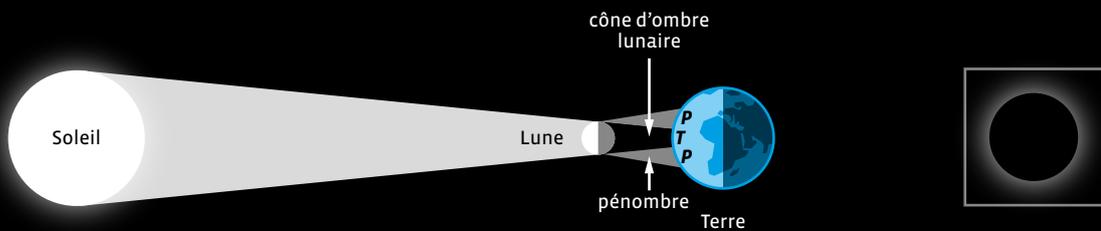
Ceci a pour conséquence que la Lune, la Terre et le Soleil ne s'alignent pas chaque mois. Un alignement peut avoir lieu uniquement quand la Lune coupe le plan de l'écliptique.



Une éclipse de Soleil

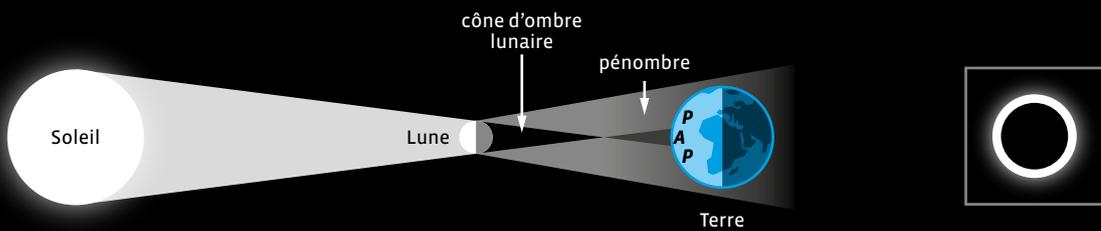
est le fait que le Soleil est caché entièrement ou en partie par la Lune qui passe entre le Soleil et la Terre. Selon les positions relatives du Soleil, de la Terre et de la Lune, on rencontre trois types d'éclipses de Soleil:

éclipse totale:



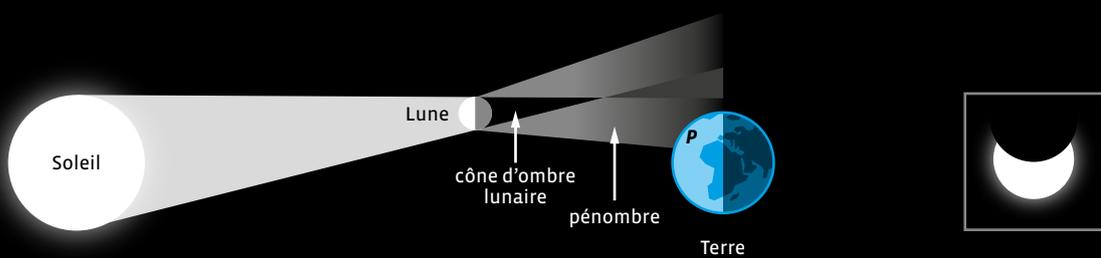
Un observateur placé en **T** observe une éclipse totale.
Un observateur placé en **P** observe une éclipse partielle.

éclipse annulaire:



Un observateur placé en **A** observe une éclipse annulaire.
Un observateur placé en **P** observe une éclipse partielle.

éclipse partielle:

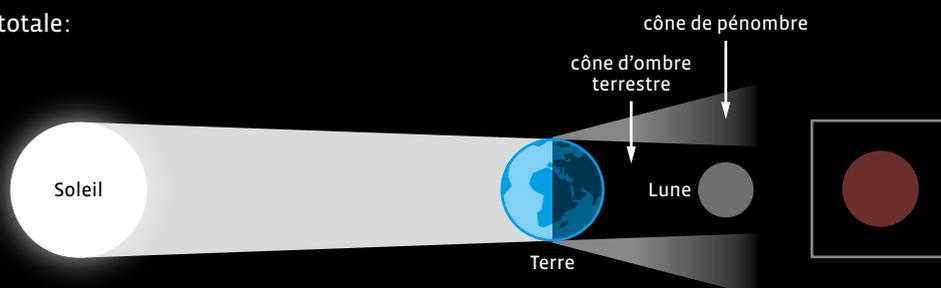


Un observateur placé en **P** observe une éclipse partielle.

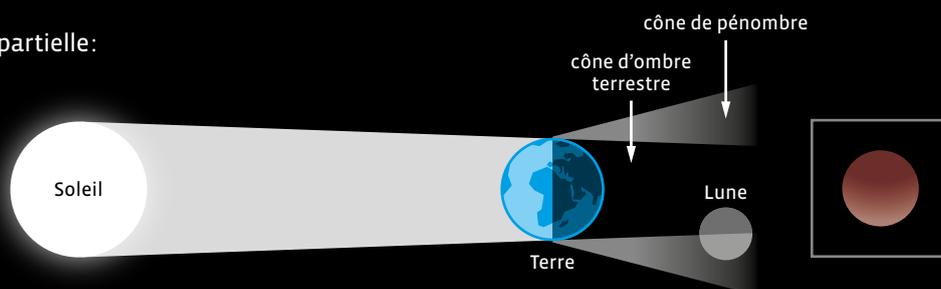
Une éclipse de Lune

est le fait que la Lune passe dans le cône d'ombre ou de pénombre de la Terre.
On rencontre trois types d'éclipses de Lune:

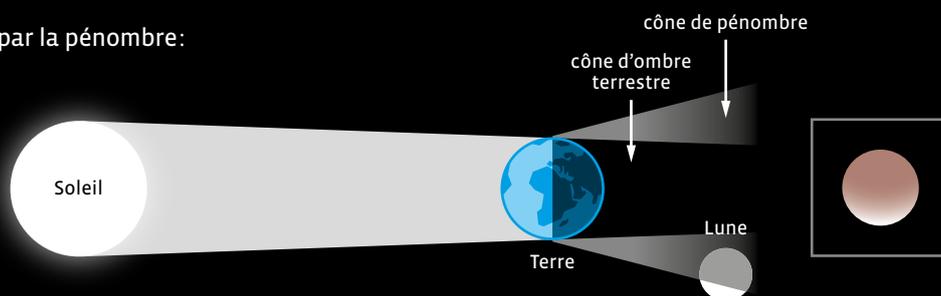
éclipse totale:



éclipse partielle:



éclipse par la pénombre:



La Terre et ses mesures

L'année julienne

est fixée à 365,25 jours, ce qui correspond à la moyenne de trois années à 365 jours suivies d'une année à 366 jours.

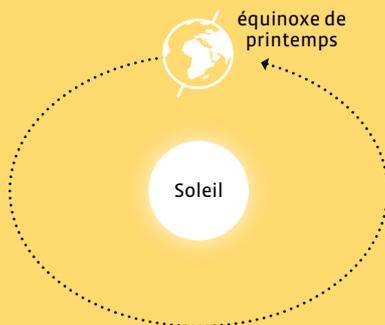
L'année grégorienne

compte 365 jours sauf les années bissextiles qui en ont 366.

Une année bissextile

selon le calendrier grégorien, est une année, dont le millésime est divisible par 4, mais pas par 100, exception faite pour les années divisibles par 400 qui sont bissextiles.

L'année grégorienne dure en moyenne 365,2425 jours.

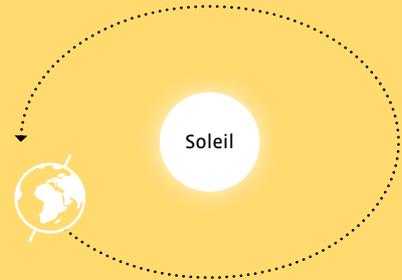


Une année tropique

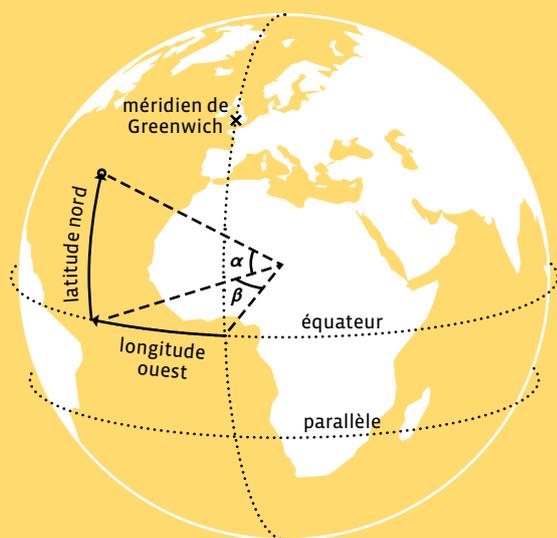
est l'intervalle de temps qui sépare deux équinoxes de printemps. Elle est égale à 365,24219879 jours.

Une année sidérale

est le temps mis par la Terre pour effectuer un tour complet autour du Soleil. Elle est égale à 365,25636042 jours.



L'année tropique et l'année sidérale diffèrent légèrement car l'axe de rotation de la Terre subit un mouvement de précession qui implique que le temps entre la succession de deux équinoxes de printemps est légèrement inférieur à une révolution complète.



Les coordonnées géographiques d'un point ou d'un lieu sur la Terre sont définies par sa latitude α et sa longitude β .

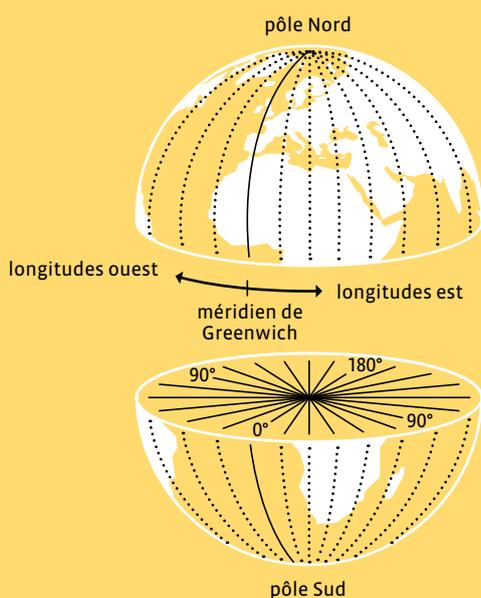
Un parallèle

est un cercle imaginaire parallèle à l'équateur. Un parallèle relie tous les points situés à une même latitude. Les points situés sur l'équateur ont une latitude de 0° .

Un méridien

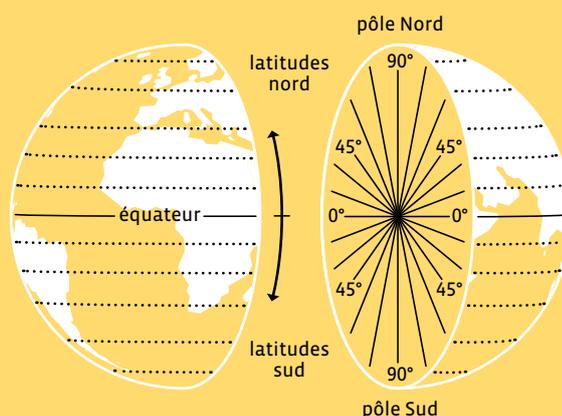
est une ligne imaginaire reliant le pôle Nord au pôle Sud.

Si les latitudes peuvent être mesurées à partir de l'équateur, il n'existe pas de référence naturelle équivalente pour fixer l'origine des longitudes. Il est nécessaire de définir un méridien d'origine, où les points ont par définition une longitude de 0° . Il s'agit du méridien de Greenwich qui passe par la ville de Greenwich (à côté de Londres) en Angleterre. Il est également appelé méridien d'origine.



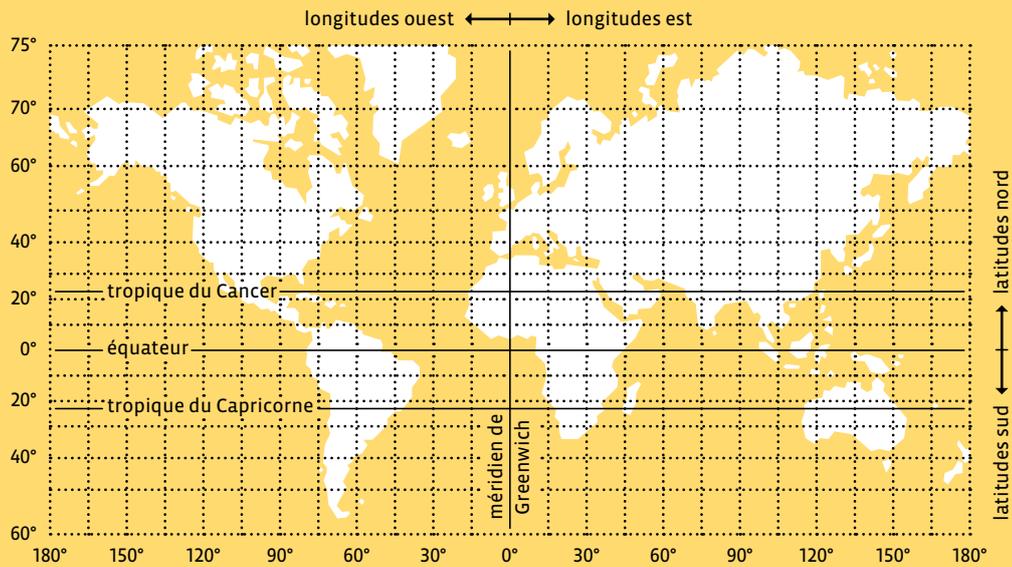
La longitude

d'un point est l'angle orienté vers l'est ou vers l'ouest depuis le centre de la Terre, entre le méridien de Greenwich et le méridien passant par ce point. Elle est mesurée en degrés [$^\circ$].



La latitude

d'un point est l'angle orienté vers le nord ou vers le sud depuis le centre de la Terre, entre l'équateur et le parallèle passant par ce point. Elle est mesurée en degrés [$^\circ$].



Le midi solaire

est l'instant de la journée où le Soleil est le plus haut dans le ciel. Il s'agit de l'instant où l'ombre d'un bâton vertical est la plus courte.

Le tropique du Cancer

est le parallèle le plus au nord sur lequel on peut voir le Soleil au zénith (à la verticale). Il se trouve à 23°27' de latitude nord.

Le tropique du Capricorne

est le parallèle le plus au sud sur lequel on peut voir le Soleil au zénith. Il se trouve à 23°27' de latitude sud.

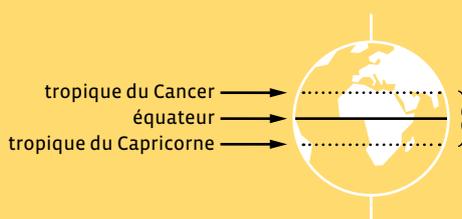
Solstice d'été:



Solstice d'hiver:



Lorsque le Soleil est au zénith, un bâton vertical n'a pas d'ombre.



La zone entre ces deux tropiques correspond à la région de la Terre d'où l'on peut voir le Soleil au zénith une à deux fois par année. L'Europe, se trouvant au nord du tropique du Cancer, ne voit jamais le Soleil à son zénith.

Mesures de distances astronomiques

$$v = \frac{d}{t}$$

La vitesse moyenne v

d'un corps est le quotient de la distance parcourue d par le temps de parcours t .

Son unité dans le Système international d'unités (SI) est le **m/s**, ainsi une vitesse de 1 m/s signifie que l'on parcourt une distance de 1 mètre en 1 seconde.



La vitesse de rotation

d'un astre est la vitesse à laquelle il tourne sur lui-même.



La vitesse de révolution

d'un astre est la vitesse à laquelle il tourne autour d'un autre astre.

La longueur est mesurée en mètres dans le SI: Système international d'unités. Compte tenu des très grandes distances rencontrées lors de l'étude de l'Univers, deux autres unités sont utilisées:

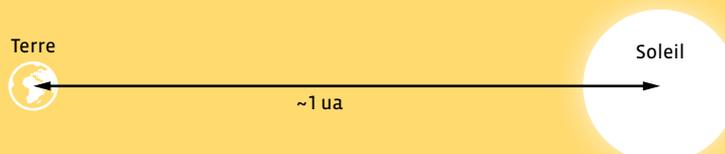
Une année-lumière

(années-lumière au pluriel) est la distance parcourue par la lumière en une année julienne, c'est-à-dire en 365,25 jours.

Une unité astronomique

(ua selon l'Union astronomique internationale) correspond à 149 597 870 700 m.

Cette mesure a été fixée lors de la 28^e assemblée générale de l'Union astronomique internationale, tenue en août 2012, à Beijing (également appelé Pékin), en Chine. Cette longueur représente la distance parcourue par la lumière dans le vide en 499 s.



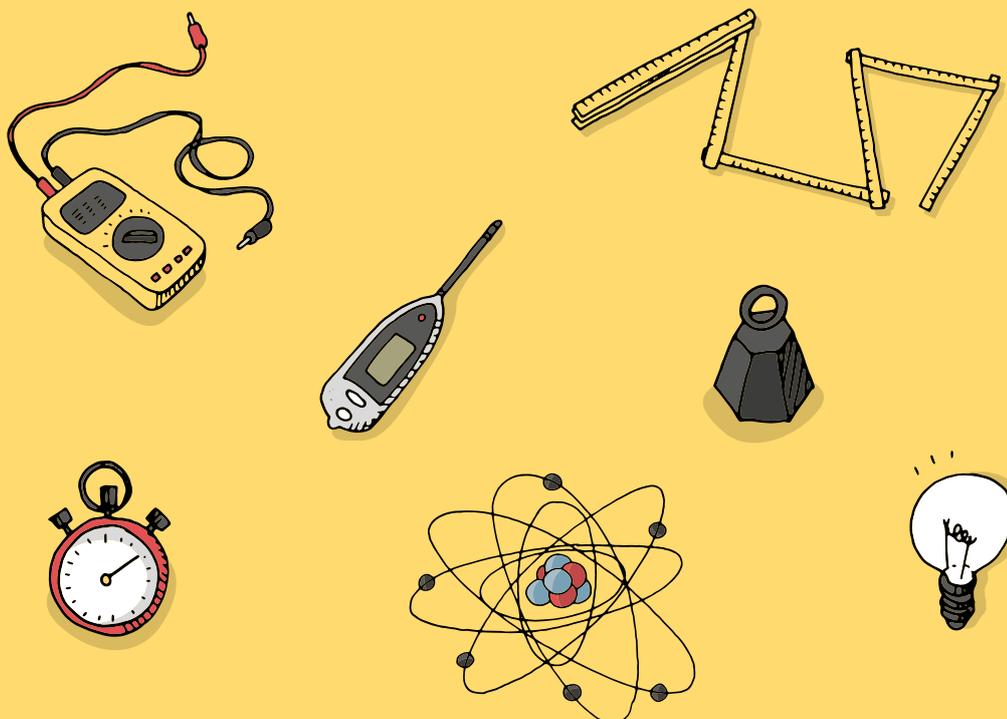
La distance moyenne Soleil - Terre correspond approximativement à 1 ua. Utiliser cette unité dans la mesure des distances entre le Soleil et les planètes du système solaire permet de les comparer facilement avec la distance Soleil - Terre.

Systeme international d'unités (SI)

Un seul système d'unités reconnu au niveau mondial a l'avantage d'établir un langage universel. Pour créer un système d'unités, il faut définir des unités de base, leur valeur et les unités dérivées.

Un critère important pour le choix des unités de base est leur invariance dans le temps et l'espace, ce qui veut dire qu'on doit pouvoir les reproduire en tout temps dans n'importe quel laboratoire. Pour garantir ce critère, les unités de base ont déjà changé plusieurs fois de définition. A l'exception du kilogramme, les unités sont définies par rapport à des propriétés physiques constantes de la matière.

Depuis 1971, le Système international d'unités, abrégé SI, comporte sept unités de base. Ce système évolue en fonction des progrès de la science et des besoins de ses utilisateurs. La Suisse l'a adopté le 1^{er} janvier 1978.



Grandeur	Unité [symbole]	Définition
longueur	mètre [m]	Longueur parcourue par la lumière, dans le vide, pendant une durée de 1/299 792 458 de seconde.
masse	kilogramme [kg]	Masse d'un prototype international du kilogramme, fabriqué en 1889 à l'aide d'un alliage de 90% de platine et 10% d'iridium. Ce cylindre de 39,17 mm de diamètre et 39,17 mm de hauteur est conservé au BIPM (Bureau international des poids et mesures) à Sèvres, près de Paris.
temps	seconde [s]	Durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de Césium 133.
intensité du courant électrique	ampère [A]	Intensité d'un courant électrique constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance de 1 mètre l'un de l'autre dans le vide, produirait entre ces conducteurs une force égale à $2 \cdot 10^{-7}$ Newton par mètre de longueur du conducteur.
température thermodynamique	kelvin [K]	Fraction 1/273,16 de la température thermodynamique du point triple de l'eau.
quantité de matière	mole [mol]	Quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kilogramme de carbone 12.
intensité lumineuse	candela [cd]	Intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence $540 \cdot 10^{12}$ hertz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est 1/683 watt par stéradian.

Multiples et sous-multiples des unités SI

Une série de préfixes à utiliser avec les unités SI a été adoptée.

Facteur	Préfixe	Symbole	Facteur	Préfixe	Symbole
10^1	déca	da	10^{-1}	déci	d
10^2	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^3	kilo	k	10^{-3}	milli	m
10^6	méga	M	10^{-6}	micro	μ
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	téra	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	péta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	yotta	Y	10^{-24}	yocto	y

Le **gogol** correspond à 10^{100} .

Notation scientifique

Pour simplifier la lecture des nombres très grands ou très petits, on utilise la notation scientifique. Les nombres sont écrits sous la forme suivante:

$$a \cdot 10^n$$

$1 \leq a < 10$ (ou $-10 < a \leq -1$) et n est un nombre entier.

Exemples:

La distance Terre–Lune: **384 404 000 m** devient **$3,84404 \cdot 10^8$ m**

Le diamètre moyen d'un cheveu: **0,00004 m** devient **$4 \cdot 10^{-5}$ m**