

# L'astronomie

## I- L'astronomie

L'astronomie étudie l'origine, l'évolution et les propriétés physiques et chimiques des corps célestes appelés astres. Ces corps célestes sont des objets naturels visibles à l'œil nu ou par l'intermédiaire d'un instrument. Les étoiles, les planètes, les astéroïdes ou les comètes en sont des exemples.

### A) Les astres

#### 1) Les étoiles et les amas stellaires

⇒ Les étoiles sont constituées principalement de gaz (90% de dihydrogène et 10% d'hélium) qui brûlent à des températures très élevées. Grosses boules de gaz chaud qui apparaissent à l'œil nu sous forme de points brillants.

#### ✚ **Une étoile particulière : le Soleil**

⇒ L'étoile la plus proche de la Terre.

⇒ Son diamètre est de  $1392 \times 10^3$ , soit 109 fois celui de la Terre.

⇒ Sa température en son centre est de  $15 \times 10^6$  °C et d'environ  $6 \times 10^3$ °C en surface.

⇒ Sa distance est de  $150 \times 10^6$  km par rapport à la Terre et sa température font que le Soleil est l'étoile qui éclaire le plus la Terre. Sa lumière masque alors les autres étoiles le jour.

Une année-lumière représente la distance parcourue par la lumière dans le vide en une année. Sa valeur est de  $9,4607 \times 10^{12}$  km, soit environ 9461 milliards de km. Son symbole est al.

*Après le Soleil, l'étoile la plus proche de la Terre est Proxima du Centaure, située à environ quatre années-lumière.*

#### ✚ **Les amas-satellites**

⇒ Groupe d'étoiles qui ont le même âge, la même composition chimique et qui sont liées entre elles par gravitation.

⇒ Exemples : « Les Pléiades », « Oméga du Centaure » situés à environ 400 et 17 000 années-lumière de la terre.

#### ✚ **Les constellations**

⇒ Figures imaginées par les hommes qui regroupent plusieurs étoiles.

⇒ Peuvent être très éloignées les unes des autres et très différentes.

⇒ 88 constellations portant le nom d'animaux, de personnages mythologiques...

⇒ Constellations les plus connues : celles du zodiaque.

## 2) Le système solaire et les planètes

Une lune (sans majuscule) est un satellite naturel qui tourne autour d'une planète.

La lune (avec majuscule) est le seul satellite naturel de la Terre.

Une planète (dans le cadre du système solaire) : astre qui tourne autour du Soleil, dont la masse est d'au moins  $5 \times 10^{20}$  kg et le diamètre de 800 km pour permettre une interaction entre la planète et le Soleil plus forte que les interactions s'exerçant à l'intérieur de la planète. Ce sont de sources secondaires de lumière. Elles ne produisent pas de lumière. Elles peuvent renvoyer la lumière qu'elles reçoivent.

Les étoiles sont des sources primaires de lumière. Elles produisent la lumière qu'elles reçoivent.

- ⇒ Le système solaire est constitué du Soleil et de 8 planètes en orbite autour de lui : Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.
- ⇒ Pluton ne fait plus partie des planètes, elle appartient à une nouvelle catégorie de corps célestes nommés « planètes naines », dans laquelle on trouve aussi Cérès et Xéna.

Planètes	Distance au Soleil	Rayon	Période de révolution*	Période de rotation**	Mass
Mercure	$57,9 \times 10^6$ km	2 440 km	88 jours	58,6 jours	$0,330 \times 10^{24}$ kg
Vénus	$108 \times 10^6$ km	6 050 km	225 jours	243 jours	$4,87 \times 10^{24}$ kg
La Terre	$150 \times 10^6$ km	6 378 km	365 jours	23 h 56 min 04 s	$5,97 \times 10^{24}$ kg
Mars	$228 \times 10^6$ km	3 400 km	687 jours ou 2 ans 2 mois	24,6 heures	$0,642 \times 10^{24}$ kg
Jupiter	$779 \times 10^6$ km	71 500 km	12 ans	10 heures	$1,9 \times 10^{27}$ kg
Saturne	$1,43 \times 10^9$ km	60 300 km	29 ans	10,7 heures	$568 \times 10^{24}$ kg
Uranus	$2,87 \times 10^9$ km	25 600 km	84 ans	17,2 heures	$86,8 \times 10^{24}$ kg
Neptune	$4,50 \times 10^9$ km	24 800 km	165 ans	16,1 heures	$102 \times 10^{24}$ kg

Fig. 1 – Caractéristiques des planètes.

- ⇒ Les planètes tournent toutes autour du Soleil dans le même sens, en même temps qu'elles tournent sur elles-mêmes mais à des vitesses différentes.
- ⇒ Les planètes sont classées en deux familles :
  - Les planètes constituées essentiellement de roches telles que Mercure, Venus, Terre, Mars sont proches du Soleil, de petite taille et de faible masse. Ces planètes sont qualifiées de telluriques en raison de leur nature rocheuse.
  - Les planètes constituées de gaz et de glace telles que Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune sont plus éloignées du Soleil, très massives et très volumineuses. Elles sont appelées planètes géantes.

## 3) Les satellites

- ⇒ Objet qui se déplace en orbite autour d'un autre.
- ⇒ Naturel lorsque cet objet est un corps céleste. Ainsi la Terre est un satellite naturel du Soleil, la Lune est le seul satellite de la Terre, Titan est un satellite de Saturne. Le système solaire compte 140 satellites naturels.
- ⇒ Artificiel lorsque l'objet qui se déplace est mis en orbite par l'homme. Le premier satellite artificiel était Spoutnik I envoyé en 1957. Depuis, plus de 5000 satellites ont été mis en orbite pour des usages tels que la télécommunication, la télédétection, des observations spatiales, la localisation GPS...

#### 4) Les astéroïdes, les comètes et les météorites

- ⇒ Un astéroïde est un astre constitué de roches, de tailles variables qui tournent autour du Soleil. Le rassemblement d'astéroïdes situé entre Mars et Jupiter est nommé « ceinture d'astéroïdes ».
- ⇒ Une comète est un astre brillant qui tourne autour du Soleil. Elle est constituée de trois parties : le noyau, qui est une boule de neige poussiéreuse ; la chevelure, qui est un halo formé autour du noyau et qui se forme à l'approche du Soleil et la queue, qui est provoquée par les vents.
- ⇒ Une météorite est un fragment d'astéroïde ou de comète circulant dans l'espace.

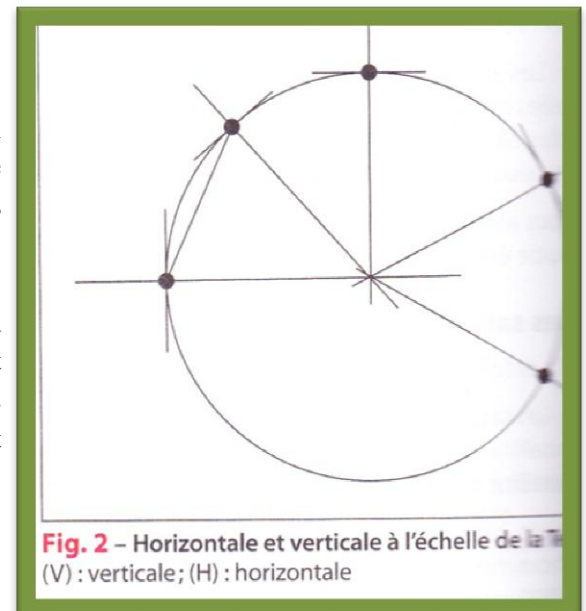
#### 5) Les galaxies

- ⇒ Vaste ensemble d'étoiles (de l'ordre de 10 à 100 milliards), d'amas et de matière en interaction. Les galaxies sont classées selon leur forme.
- ⇒ Exemples : la Voie lactée est une galaxie qui comporte le système solaire, Andromède est une galaxie en forme de spirale. Le petit et le grand nuage de Magellan sont des galaxies à forme irrégulière.

## II- Repérage dans l'espace

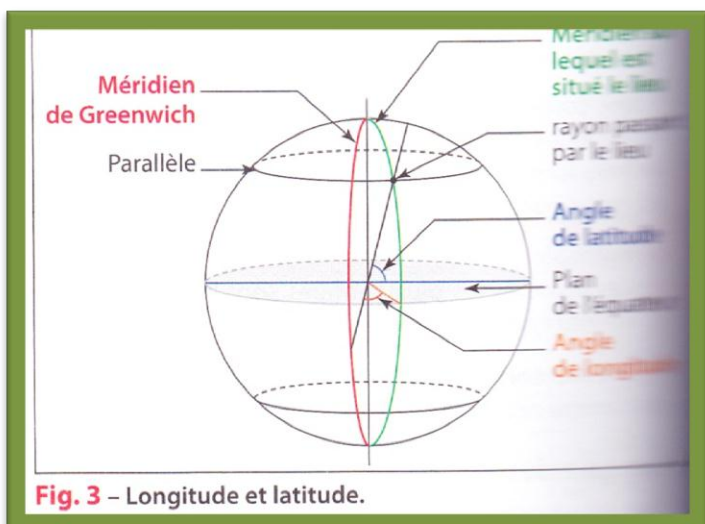
### A) La verticale et l'horizontale

- ⇒ La verticale en un lieu est une droite parallèle à la direction indiquée par la chute d'un corps lâché sans vitesse initiale. Elle est donnée par le fil à plomb. A l'échelle de la Terre, les verticales convergent en un point : le centre de la Terre.
- ⇒ L'horizontale est donnée par la surface libre d'un liquide au repos disposé dans un récipient large. Le niveau à bulle permet de repérer l'horizontalité. A l'échelle de la Terre, les horizontales en un lieu ne sont pas parallèles, elles correspondent à la tangente en ce lieu.
- ⇒ L'horizontale et la verticale en un lieu sont perpendiculaires.



### B) Repérage sur la Terre

- ⇒ Un lieu sur Terre est repéré à l'aide de coordonnées géographiques sphériques : la longitude et la latitude. Leurs mesures correspondent à des mesures d'angles.



#### ✚ Méridien et longitude

- ⇒ Les méridiens sont des lignes imaginaires reliant le pôle Nord et le pôle Sud. Le méridien d'origine est celui de Greenwich et le méridien du lieu.
- ⇒ Ces longitudes varient de  $0^\circ$  à  $180^\circ$  vers l'Est (E) et vers l'Ouest (O). Ainsi, Paris se trouve à une longitude de  $2^\circ 20' E$ , Milan à une longitude de  $9^\circ 10' E$ , Tananarive à une longitude de  $47^\circ 33' E$ .

#### ✚ Parallèle et latitude

- ⇒ Les parallèles sont également des lignes imaginaires parallèles à l'équateur. La latitude d'un

lieu correspond à l'angle entre le plan de l'équateur et le rayon passant par ce lieu.

### ✚ Tropiques et cercles polaires

- ⇒ Les tropiques sont des parallèles situés à une latitude de  $23^{\circ}27'$ , angle correspondant à l'angle d'inclinaison de la Terre. Lorsqu'un observateur se trouve en un lieu situé sur ces tropiques, il peut observer le Soleil au Zénith.
- ⇒ Au tropique du Cancer (hémisphère nord :  $23^{\circ}27'N$ ), le Soleil atteint le Zénith le 21 juin.
- ⇒ Au tropique du Capricorne (hémisphère sud :  $23^{\circ}27'S$ ) le 21 décembre.
- ⇒ Les cercles polaires se situent à une latitude de  $90^{\circ}-23^{\circ}27'$ , soit  $66^{\circ}33'$ , le Soleil peut alors occuper tout l'horizon.

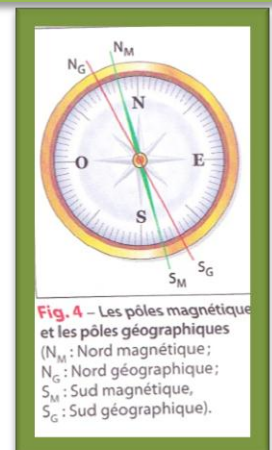
Le **Zénith** est un point imaginaire situé à la verticale d'un observateur.

L'**horizon** est le plan qui passe par l'observateur et qui est perpendiculaire à la verticale.

## C) Le champ magnétique sur la Terre et la boussole

La **boussole** est l'instrument utilisé pour s'orienter à partir de repères géographiques : les points cardinaux : Nord, Sud, Est, Ouest. Elle est constituée d'une aiguille aimantée tournant librement sur un pivot. Cette aiguille s'aligne avec le champ magnétique terrestre.

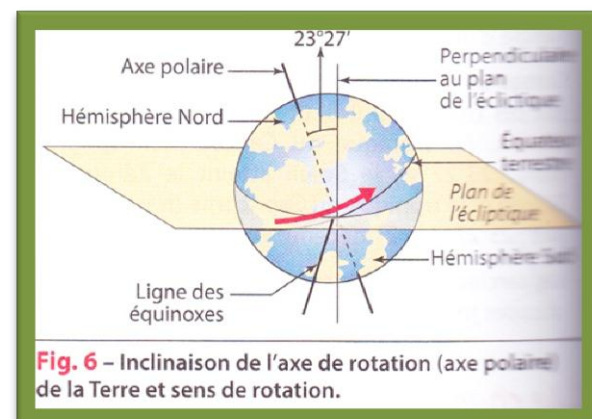
- ⇒ La Terre se comporte en effet comme un barreau aimanté. Il règne tout autour de la Terre un champ magnétique qui induit l'orientation d'une aiguille aimantée vers le Nord magnétique.
- ⇒ Le Nord magnétique ne correspond pas au Nord géographique, il est décalé d'environ  $11,5^{\circ}$ .
- ⇒ La boussole indique le Nord magnétique, il est nécessaire de faire une correction pour obtenir le Nord géographique.



## III- Les mouvements de la Terre

### A) La révolution de la Terre autour du Soleil

- ⇒ En tournant autour du Soleil, la Terre décrit une orbite quasi elliptique. Le plan de cette orbite est appelé plan de l'écliptique (mot de la même famille que éclipse).
- ⇒ Le Soleil étant situé à un des foyers de l'orbite, la distance Terre-Soleil varie au cours de l'année. La distance la plus courte est de 147 103 311 km au périhélie et la plus longue de 152 105 142 km à l'aphélie.
- ⇒ Cette variation de distance Terre-Soleil implique une variation de vitesse de révolution de la Terre autour du Soleil. La Terre sera plus rapide au périhélie qu'à l'aphélie. Cette différence de



vitesse explique la variation de la durée des saisons mais pas le phénomène des saisons.

### B) La rotation de la Terre sur elle-même

⇒ La Terre tourne sur elle-même en un sens inverse des aiguilles d'une montre en 23 heures 56 minutes et 4 secondes selon un axe incliné de  $23^{\circ}27'$  par rapport à la perpendiculaire au plan de l'écliptique.

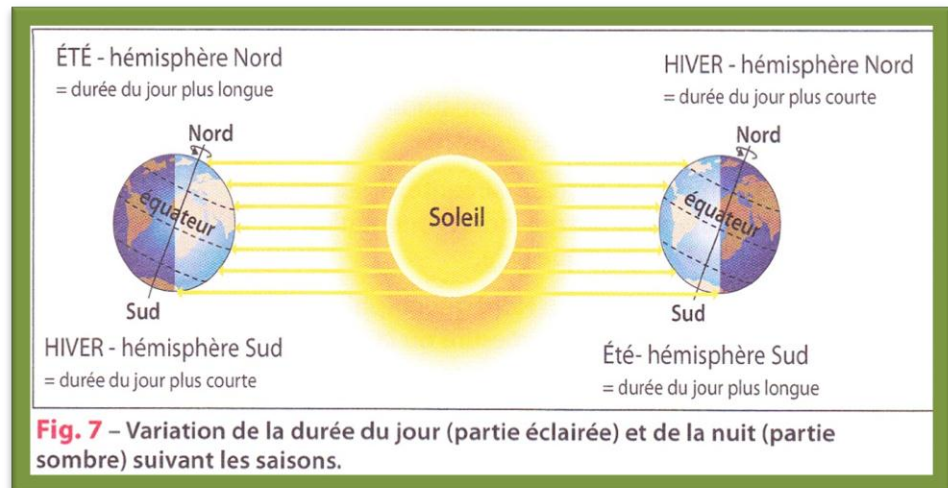
⇒ Explique l'alternance du jour et de la nuit, alors que l'inclinaison de l'axe polaire conduit d'une part à une variation de la durée des jours et des nuits, ainsi qu'à une variation de l'ensoleillement arrivant sur la Terre, cette dernière expliquant ainsi le phénomène des saisons.

⇒ L'axe de rotation n'étant pas perpendiculaire au plan de l'écliptique, le plan équatorial ne l'est pas non plus, il le coupe suivant la ligne des équinoxes.

⇒ Quand la direction Soleil-Terre est parallèle à cette ligne, la Terre est aux équinoxes.

⇒ La ligne perpendiculaire à la ligne des équinoxes dans le plan de l'écliptique s'appelle la ligne des solstices.

⇒ Quand la direction Soleil-Terre est parallèle à cette ligne, la Terre est aux solstices.



Un **équinoxe** correspond au moment où le Soleil passe par une des deux intersections entre l'écliptique et le plan équatorial.

### C) Les conséquences des mouvements de la Terre

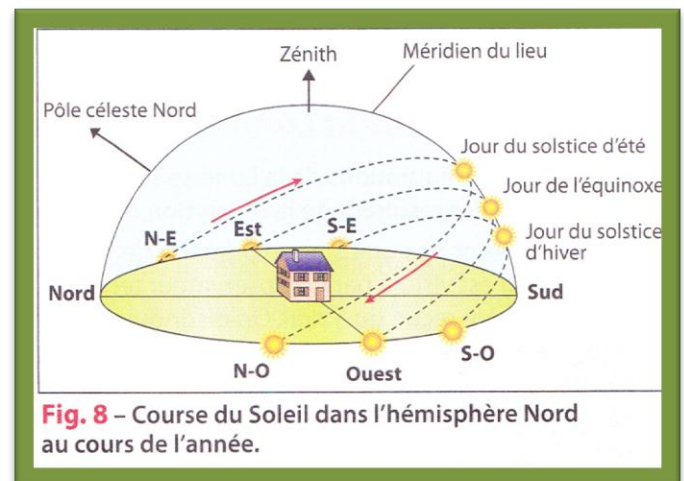
#### ✚ La course du Soleil et la variation de la durée du jour et de la nuit

⇒ Au cours d'une journée : rotation de la Terre sur elle-même.

⇒ Dans l'hémisphère Nord, le Soleil apparaît au-dessus de l'horizon le matin vers l'Est, monte dans le ciel pour culminer au Sud (midi solaire) puis redescend vers l'Ouest.

⇒ Le Soleil apparaît précisément à l'Est et disparaît à l'Ouest uniquement les jours d'équinoxe. A ces deux moments, le 21 mars et le 22 septembre, le jour et la nuit sont de même durée.

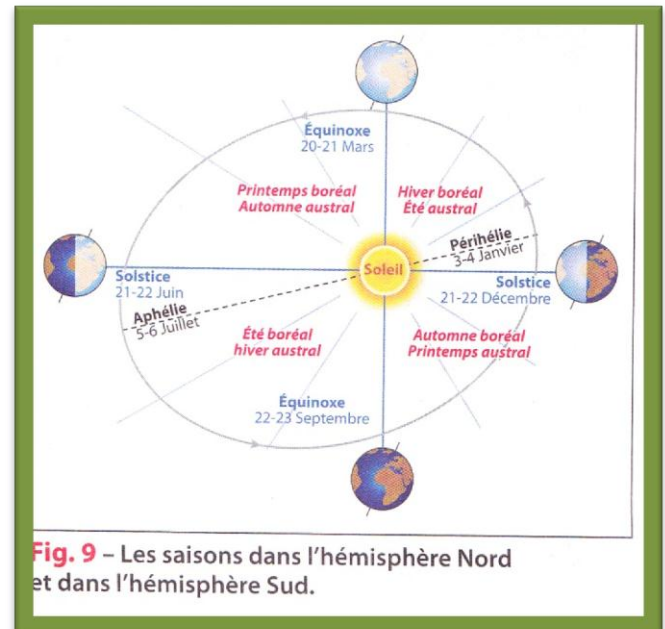
⇒ Au solstice d'hiver (le 21 décembre), la course du Soleil est la plus petite, le jour est le plus court.



- ⇒ Au solstice d'été (le 21 juin), la course du Soleil est la plus grande, la durée du jour est la plus longue.
- ⇒ Quelle que soit la date, la Soleil passe au Zénith à midi heure solaire, c'est-à-dire qu'il est le plus haut dans le ciel et que ses rayons arrivent perpendiculairement au lieu d'observation, uniquement à la latitude des deux tropiques.

### ✚ Les saisons

- ⇒ Dues à l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre et à la révolution de la Terre autour du Soleil. Ce sont les équinoxes et les solstices qui définissent les saisons.
- ⇒ Suivant la position de la Terre, les rayons du Soleil arrivent différemment sur la Terre. Plus les rayons arrivent perpendiculairement, plus il fait chaud.
- ⇒ En été, le pôle Nord est tourné vers le Soleil, il y fait donc toujours jour : c'est le « Soleil de minuit ». Par contre, au pôle Sud, il faut toujours nuit. En hiver, c'est le contraire.
- ⇒ Au solstice d'hiver, un observateur de l'hémisphère Nord à environ 45 degrés de latitude voit le Soleil assez bas sur l'horizon, et les rayons du Soleil arrivent obliquement sur le sol.
- ⇒ Un observateur placé à la même latitude mais dans l'hémisphère Sud, voit le Soleil haut dans le ciel et les rayons du Soleil arrivent pratiquement perpendiculaires au sol.
- ⇒ Hémisphère Nord : début de l'hiver (hiver boréal) ; hémisphère Sud : c'est l'été (été austral).



**Fig. 9** – Les saisons dans l'hémisphère Nord et dans l'hémisphère Sud.

### LES SAISONS SONT INVERSEES DANS LES DEUX HEMISPHERES.

### ✚ Le mouvement apparent des étoiles

- ⇒ dû à la rotation de la Terre sur elle-même et à la révolution de la Terre autour du Soleil. Ces deux mouvements qui ne permettent pas de retrouver une étoile donnée chaque nuit à la même heure et au même endroit du ciel.
- ⇒ Les constellations restent fixes les unes par rapport aux autres, mais donnent l'impression de tourner autour de l'étoile polaire, la plus proche du pôle Nord.

## IV- Le satellite naturel de la Terre : La Lune

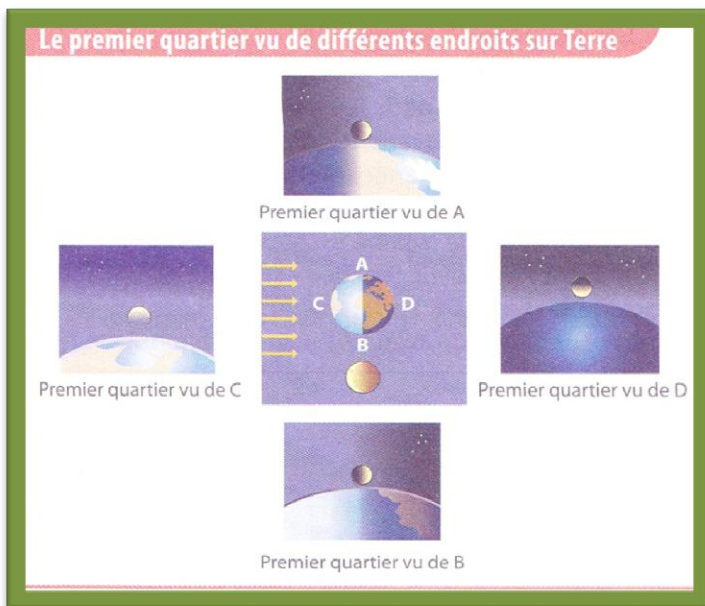
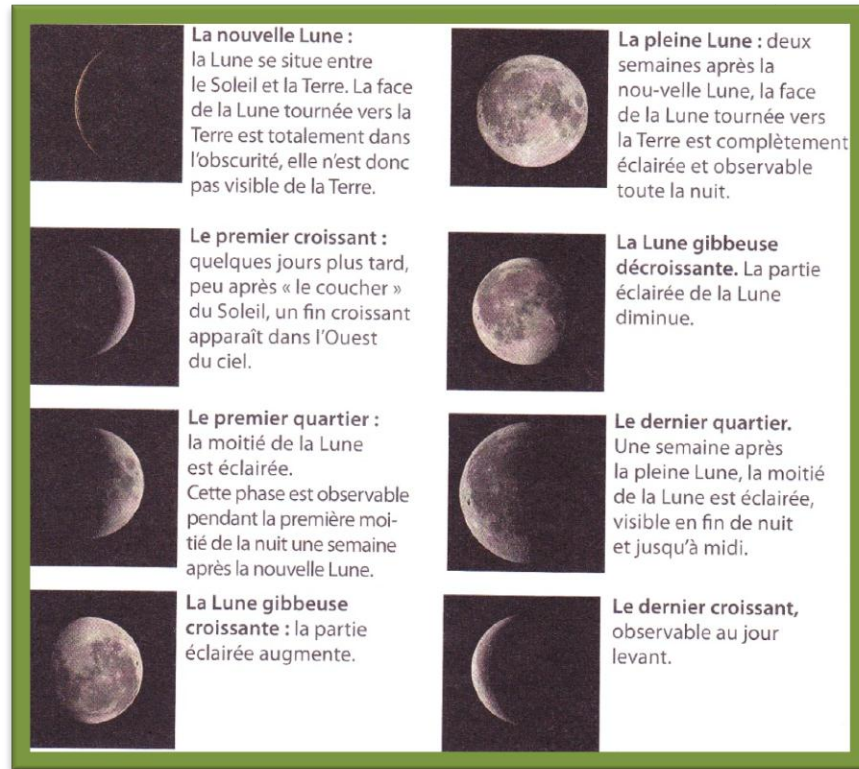
### A) La lune

- ⇒ Satellite naturel de la Terre.
- ⇒ Astre rond dont le diamètre est 3,7 fois plus petit que celui de la Terre.
- ⇒ Gravite autour de la Terre sur une orbite dont le rayon moyen est de 384 000 km.

## Physique

### B) La révolution de la Lune autour de la Terre et les phases de la Lune

- ⇒ Différentes configurations de la Lune se succèdent périodiquement : phases de la Lune qui résultent de la révolution de la Lune autour de la Terre.
- ⇒ Seule la partie éclairée de la Lune par le Soleil est visible par un observateur terrestre.
- ⇒ La durée séparant deux nouvelles Lunes consécutives vaut en moyenne 29 j 12 h 44 min et porte le nom de lunaison ou mois lunaire (durée correspond à une rotation complète de la Lune autour de la Terre).



### C) La rotation de la Lune sur elle-même et la face cachée de la Lune

- ⇒ La révolution de la Lune autour de la Terre a une période identique à celle de la rotation de la Lune sur elle-même (Lune met le même temps pour faire un tour sur elle-même que pour faire le tour de la Terre).
- ⇒ Son axe de rotation étant quasiment perpendiculaire à son plan de rotation, toute une face de la Lune est cachée lors de sa révolution autour de la Terre, par conséquent on ne voit jamais l'une des faces de la Lune.

### D) Les éclipses

#### ✚ Le phénomène d'éclipse

- ⇒ correspond au passage d'un astre dans l'ombre ou la pénombre projetée par un autre astre.
- ⇒ A lieu quand il y a un alignement parfait de la source de lumière et des deux astres.
- ⇒ Lorsqu'un astre passe dans l'ombre de l'astre éclairé, l'éclipse est totale.
- ⇒ Lorsqu'un astre passe dans la pénombre de l'astre éclairé, l'éclipse est partielle.
- ⇒ Suivant les diamètres des astres, l'éclipse peut être annulaire.

### ✚ Les éclipses de Lune

- ⇒ Se produit quand celle-ci traverse le cône d'ombre de la Terre et lorsque le Soleil, la Terre et la Lune sont alignés.
- ⇒ Etant donné la distance Terre-Lune, on peut observer une éclipse totale ou une éclipse partielle.
- ⇒ Du fait que l'orbite de la Lune est inclinée de  $5^\circ$  sur l'écliptique, il n'y a pas d'éclipse de Lune à chaque pleine Lune.

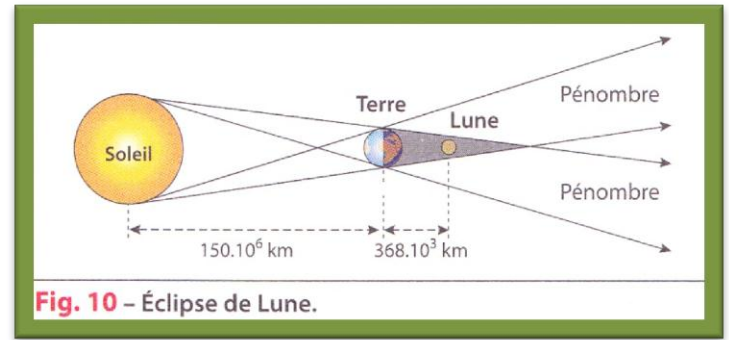


Fig. 10 – Éclipse de Lune.

### ✚ Les éclipses de Soleil

- ⇒ Diamètres apparents du Soleil et de la Lune sont quasi identiques ( $0,5^\circ$ ), ils varient un peu dans la mesure où les distances Terre-Soleil et Terre-Lune sont variables.
- ⇒ Lorsque le diamètre apparent de la Lune est supérieur ou égal à celui du Soleil, l'éclipse est totale et lorsque le diamètre apparent du Soleil est supérieur à celui de la Lune, l'éclipse est annulaire.

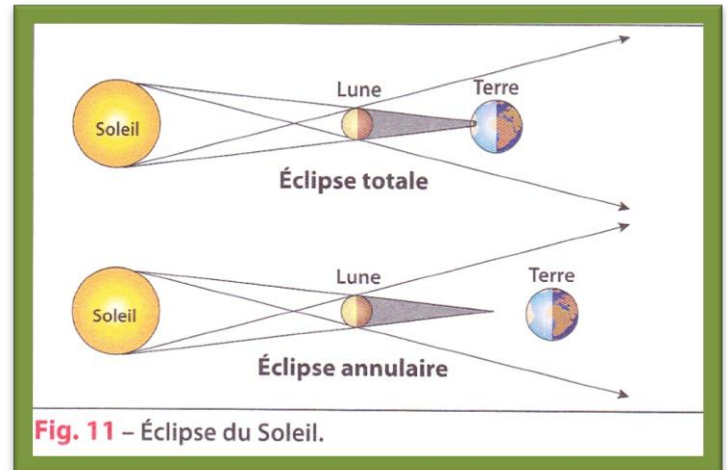


Fig. 11 – Éclipse du Soleil.

**Diamètre apparent** : angle sous lequel est vu le Soleil ou la Lune depuis la Terre. Cet angle est égal au rapport de la distance Terre-Soleil ou Terre-Lune sur le diamètre du Soleil ou de la Lune.

#### Jours et années en astronomie

En astronomie, **un jour** correspond à la durée mise par la Terre pour faire un tour complet sur elle-même, c'est-à-dire à effectuer une rotation de  $360^\circ$ .

Pour mesurer cette durée, on peut prendre plusieurs repères : des étoiles très éloignées considérées comme fixes ou une étoile particulière : le Soleil.

Ainsi on peut distinguer :

- **Le jour sidéral** qui correspond à la rotation de  $360^\circ$  de la Terre sur elle-même par rapport aux étoiles et indépendamment de la révolution de la Terre autour du Soleil, c'est-à-dire la durée écoulée entre deux passages consécutifs d'une même étoile au même méridien. Cette durée est de : 23 heures 56 minutes et 4 secondes.
- **Le jour solaire** qui correspond à la durée écoulée entre deux passages du Soleil (mouvement apparent) au même méridien. Pour le jour solaire, il faut prendre en compte la révolution de la Terre autour du Soleil. La Terre parcourt environ  $1^\circ$  au cours d'une journée; elle doit donc effectuer une rotation de  $361^\circ$  pour retrouver le Soleil à la même place. Par conséquent le jour solaire dure environ 4 minutes (3 minutes et 56 secondes exactement) de plus que le jour sidéral. Le jour solaire qualifié de **vrai** est très variable à cause d'une part de la variation de la vitesse de la Terre au cours de sa révolution autour du Soleil et d'autre part de l'obliquité de l'écliptique.

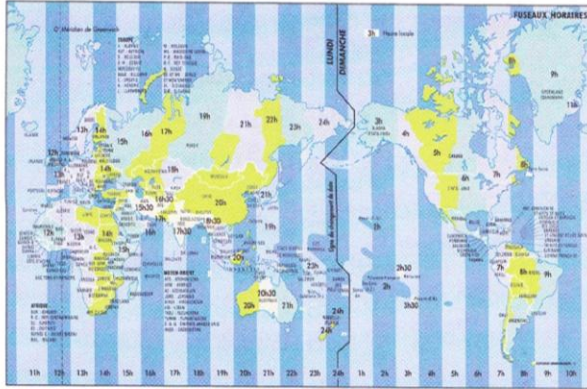
En astronomie, **une année** est définie par rapport à la révolution de la Terre autour du Soleil.

- **L'année sidérale** correspond à la durée qui sépare deux positions consécutives du Soleil (mouvement apparent) en un même point du ciel. Cette durée est de : 365 j 6 h 9 min 9,5 s soit 365,256 36 j.
- **L'année tropique** est l'intervalle de temps qui sépare le retour de 2 équinoxes de printemps. Cette durée est de : 365 j 5 h 48 min 45,2 s soit 365,242 19 j.
- **L'année anomalistique** correspond à la durée écoulée entre deux passages successifs de la Terre au périhélie (position de la Terre la plus proche du Soleil dans son orbite elliptique). Cette durée est de 365 jours 6 heures 13 minutes 53 secondes, soit 365,259 64 j.



### Les fuseaux horaires

En 1884, pour permettre la circulation des chemins de fer dans le monde, le globe terrestre est découpé en 24 parties égales, chacune limitée par deux méridiens. Ces 24 tranches constituent les fuseaux horaires. Chaque fuseau est décalé de  $15^\circ$  de longitude ( $360^\circ/24$ ). Le fuseau original, appelé également fuseau zéro, correspond au méridien de Greenwich. C'est à partir de ce fuseau que l'heure GMT (Greenwich Mean Time) ou heure universelle est déterminée dans le monde entier. L'heure locale est la même dans un fuseau horaire. Les lieux situés dans un fuseau voisin vers l'Est, par exemple dans le deuxième fuseau, ont une heure locale de plus que les lieux situés dans le fuseau de Greenwich. De même, en se déplaçant vers l'Ouest, l'heure locale est décalée mais dans l'autre sens, il faut retirer une heure par rapport à l'heure de Greenwich. Des pays comme les États-Unis ou la Russie ont plusieurs fuseaux horaires, respectivement 7 et 11.



#### Calcul de l'heure locale

Pour calculer l'heure locale, il faut rajouter à l'heure universelle (fuseau 0) le nombre d'heures correspondant au numéro du fuseau horaire. Pour les villes situées à l'Ouest du méridien de Greenwich (numéro du fuseau supérieur à 12), il faut enlever à l'heure universelle une heure par fuseau horaire.

Par exemple, s'il est 18 heures le 20 juillet à Greenwich (fuseau 0),

- il est  $18 + 1 = 19$  heures à Paris (fuseau 1) à la même date ;
- il est  $18 + 8 = 26$  heures à Saïgon (fuseau 8) le 20 juillet soit 2 heures ( $26 - 24$ ) le 21 juillet ;
- il est  $18 - 4 = 14$  heures en Guadeloupe le 20 juillet.