

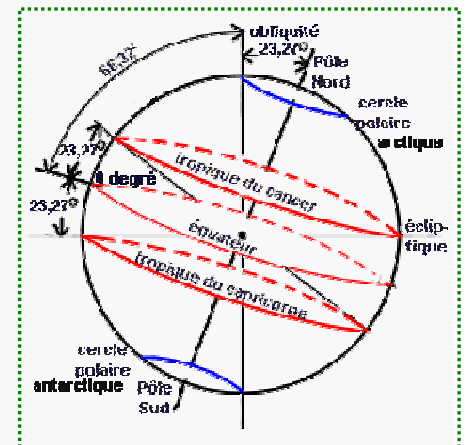
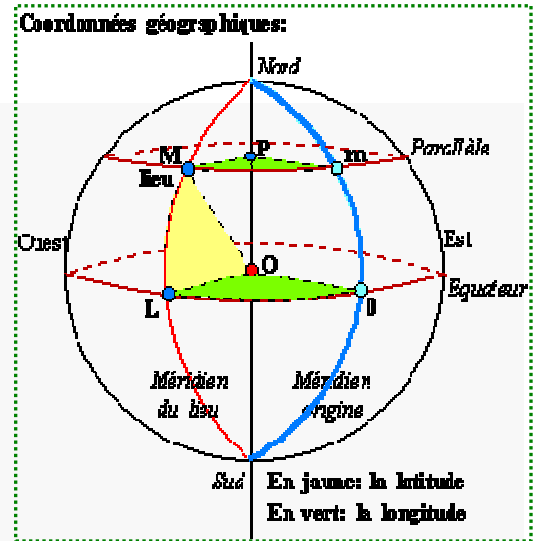


# LE CIEL ET LA TERRE - ASTRONOMIE -

## LA TERRE

### REPERAGE SUR LA TERRE ET DANS LE CIEL

- **Au niveau de la planète** (points, lignes, plans particuliers)
  - Pôles Nord et Sud
  - Equateur
  - Plan de l'écliptique (trajectoire de la terre autour du soleil)
- On en déduit :
  - **Latitude<sup>1</sup>** : L'intersection d'un plan passant par le centre de la Terre et perpendiculaire à l'axe des pôles, définit à la surface de la Terre un cercle appelé **équateur**. Tous les cercles définis par l'intersection des plans parallèles au plan de l'équateur avec la surface de la Terre se nomment « **parallèles** ». L'angle formé par le plan de l'équateur et le rayon terrestre joignant le parallèle d'un lieu définit la latitude. Les latitudes se comptent de **0 à 90°** vers le nord et vers le sud à partir de l'équateur.
  - **longitude<sup>2</sup>** : L'intersection entre la surface de la Terre et un plan passant par les pôles et le lieu considéré définit un demi-cercle dit **méridien géographique** du lieu où l'on se trouve. Le méridien passant par Greenwich a été choisi comme méridien d'origine. L'angle compris entre ce méridien et le méridien du lieu où l'on se trouve définit la longitude. Les longitudes se comptent de **0 à 180°** vers l'est et vers l'ouest.
  - **Méridiens** : lignes imaginaires reliant le pôle Nord et le pôle Sud.
  - **Parallèles** : lignes imaginaires parallèles à l'équateur.
  - **Tropiques** : parallèles situés à une latitude de  $23^{\circ}27'$ , angle d'inclinaison de la Terre.
  - **cercles polaires** : se situent à une latitude de  $90^{\circ}-23^{\circ}27'$ , soit  $66^{\circ}33'$ , le soleil occupe tt l'horizon.
- Les 2 angles, latitude et longitude, désignent les **coordonnées géographiques** d'un point et permettent de localiser exactement un point du globe.
- **Les points cardinaux**
  - Nord, Sud, Est, Ouest ==> directions
  - **Boussole** ==> instrument utilisé pour connaître ces points, l'aiguille aimantée prend la direction du méridien terrestre ; la partie colorée étant généralement tournée vers le pôle Nord terrestre.
  - **Champ magnétique terrestre** ==> à l'origine de l'orientation de l'aiguille de la boussole.
- **GPS** ==> permet de déterminer les coordonnées géographiques et l'altitude de tout lieu sur Terre.



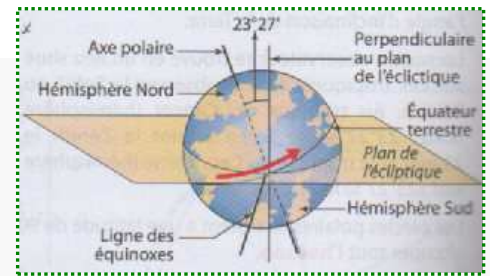
<sup>1</sup> **La latitude** est l'angle au centre (en jaune sur la figure) du méridien (demi grand cercle de centre O) du lieu M formé par les rayons passant par le lieu et par le point L d'intersection du méridien du lieu avec l'équateur (donc angle MOL). Les lieux situés au Nord de l'équateur (dans l'hémisphère Nord) ont une latitude positive ou notée Nord. Les lieux situés au Sud de l'équateur (dans l'hémisphère Sud) ont une latitude négative ou notée Sud. La plus grande latitude est  $+90^{\circ}$  (ou  $90^{\circ}$  Nord au pôle Nord), la plus petite est  $-90^{\circ}$  (ou  $90^{\circ}$  Sud au pôle Sud). Pratiquement, l'angle de latitude est mesuré à l'aide d'un sextant et de tables numériques (ou en utilisant le repérage par satellite GPS).

<sup>2</sup> **La longitude** est l'angle au centre (en vert sur la figure) du grand cercle équatorial de centre O formé par les rayons passant, d'une part, par le point d'intersection O de l'équateur et du méridien origine, et d'autre part par le point d'intersection L du méridien du lieu avec l'équateur. Les lieux situés à l'ouest du méridien origine ont une longitude positive (de  $0^{\circ}$  à  $180^{\circ}$ ) ou notée Ouest. Les lieux situés à l'est du méridien origine ont une longitude négative (de  $0^{\circ}$  à  $-180^{\circ}$ ) ou notée Est. La plus grande longitude est  $+180^{\circ}$ , la plus petite est  $-180^{\circ}$  (ou  $180^{\circ}$  Ouest et  $180^{\circ}$  Est) : ces deux méridiens sont évidemment superposés

**Nota:** La mesure de la longitude est aussi la mesure de l'angle au centre du parallèle (petit cercle de centre P) du lieu M formé par les rayons passant par le lieu et par le point d'intersection m du parallèle du lieu avec le méridien origine (en vert sur la figure ci-dessus). l'angle MPm est égal à l'angle LOO. En pratique, cette mesure est calculée à l'aide d'une horloge très précise et de tables numériques (ou en utilisant le repérage par satellite GPS).

## ROTATION DE LA TERRE SUR ELLE-MEME

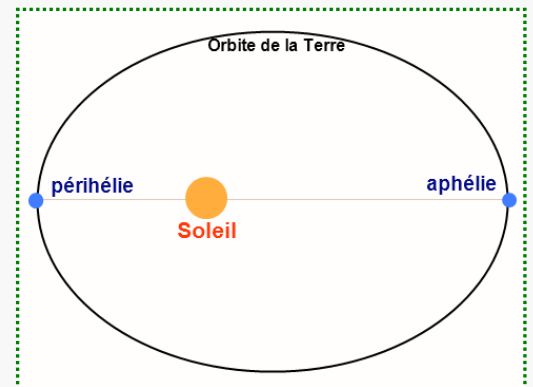
- Dans le **sens inverse** d'une montre (d'Ouest en Est)
- En 23 heures 56 minutes et 4 secondes.
- Selon **axe incliné** de 23°27' par rapport à la perpendiculaire au plan de l'écliptique.



- **Phénomènes expliqués par la rotation de la Terre sur elle-même ==> périodicité d'un jour (24h)**
  - **Alternance du jour et de la nuit**
  - **Course apparente du Soleil** dans la journée, de l'est vers l'ouest, en culminant à midi solaire au sud pour les points de la Terre situés dans l'hémisphère Nord et au nord pour les points de la Terre situés dans l'hémisphère Sud.
  - **Variation de l'ombre** d'un piquet vertical au cours d'une journée.
  - **Variation de l'ensoleillement** d'une pièce d'habitation au cours d'une journée.
  - **Déplacement apparent des étoiles** autour de l'Etoile polaire (si on est dans l'hémisphère Nord) au cours d'une nuit ou, pour les étoiles observables plutôt vers le Sud, déplacement apparent de l'est vers l'ouest en culminant au sud.
- **Fuseaux et décalages horaires**
  - Conséquence de la rotation de la Terre, mais également le résultat d'une **convention humaine** pour faciliter les échanges entre les hommes.
  - **24 fuseaux horaires** limités par des méridiens, on ajoute ou retire 1 heure quand on franchit la limite d'un fuseau, vers l'est ou vers l'ouest, respectivement.

## REVOLUTION DE LA TERRE AUTOUR DU SOLEIL

- La Terre tourne autour du Soleil **en 1 an** (365 jours et 6 heures)
- Plan de l'orbite de la Terre = **plan de l'écliptique (elliptique)**.
- Orientation de l'axe des pôles de la Terre ==> constante
- Soleil situé à un des **foyers** de l'orbite.
- Variation de la **distance Terre-Soleil** au cours de l'année.
  - Distance plus courte : 147 103 311 km au **périhélie**<sup>3</sup>
  - Distance plus longue : 152 105 142 km à l'**aphélie**<sup>4</sup>
- Variation de distance ==> variation de vitesse de révolution (Terre plus rapide au périhélie – explique durée des saisons).



- **Phénomènes expliqués par la révolution de la Terre autour du Soleil ==> Périodicité annuelle**
  - **Saisons, plus chaud en été qu'en hiver** dans l'hémisphère Nord. Plus les rayons du soleil arrivent perpendiculairement (Zénith) plus il fait chaud. En été : Pôle Nord ==> toujours jour « Soleil de minuit » / Pôle Sud ==> toujours nuit (inverse l'hiver)
  - **Course apparente du Soleil** n'est pas la même tout au long de l'année. Dans l'hémisphère Nord, le Soleil culmine plus haut en été qu'en hiver ; il se lève entre le sud et l'est et se couche entre le sud et l'ouest en hiver, tandis qu'il se lève entre le nord et l'est et se couche entre le nord et l'ouest en été. Le soleil passe au **Zénith**<sup>5</sup> à midi heure solaire quelque soit la date.

Les saisons dans l'hémisphère Nord et Sud



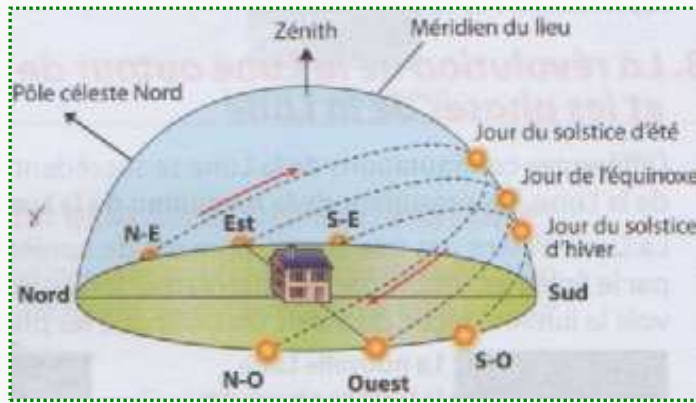
<sup>3</sup> Point de l'orbite d'un objet céleste dans un système solaire, où cet objet est le plus rapproché de son étoile centrale.

<sup>4</sup> Point de l'orbite d'un objet céleste dans un système solaire, où cet objet est le plus éloigné de son étoile centrale.

<sup>5</sup> Point où le soleil est le plus haut dans le ciel et dont les rayons arrivent perpendiculairement au lieu d'observation.

- **Variations de l'ombre** d'un piquet vertical au cours d'une journée ne sont pas les mêmes à différentes dates dans l'année.
- **Ensoleillement** d'une pièce d'habitation n'est pas le même tout au long de l'année ; par une fenêtre exposée au sud (hémisphère nord), le soleil « rentre » plus loin dans la pièce en hiver qu'en été.
- **Champ d'étoiles visibles** dans le ciel en un lieu donné, à une heure donnée, varie selon la date dans l'année.

Course du soleil au cours de l'année



### • Equinoxes et solstices

- Le plan équatorial coupe le plan de l'écliptique suivant la ligne des équinoxes. Quand la direction Soleil-Terre est parallèle à cette ligne, la Terre est aux **Equinoxes**<sup>6</sup>.
  - Dates des équinoxes ==> **21 Mars et 21 Septembre**
  - Egalité de la durée du jour et de la nuit.
  - Soleil se lève **exactement** à l'est et se couche exactement à l'ouest.
  - Extrémité de l'ombre d'un piquet vertical décrit une ligne droite, la courbure de la ligne reliant les extrémités de l'ombre change de sens.
- 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**.
  - Dates des solstices ==> **21 Juin et 21 Décembre**
  - Nuit la plus longue (solstice d'hiver) ou la plus courte (solstice d'été) de l'année.
  - Soleil culmine le moins haut (hiver) ou le plus haut (été).
  - Soleil se couche le plus près du sud (hiver) ou du nord (été).
  - Courbure des relevés d'ombre est maximale.

## LA LUNE

- **Satellite naturel** de la Terre.
- Astre solide et rond, diamètre 3,7 fois plus petit que la Terre (3476 km de diamètre)
- Gravite autour de la Terre sur une orbite de rayon moyen de 384 000 km sur une période de 27,32 jours.
- **Révolution de la Lune autour de la Terre**
  - Trajectoire de la Lune autour de la Terre ==> ellipse assez proche d'un cercle, dont le plan est incliné de 5,9° par rapport au plan de l'écliptique.
  - **Révolution sidérale** ==> Correspond à une durée de 27,32 jours.
  - **Révolution synodique** ==> Correspond à une lunaison. Temps mis pour revenir à la même configuration Terre-Lune-Soleil, c'est-à-dire à la même place dans le ciel par rapport au soleil vu de la terre.
- **Phases de la Lune.**
  - **Phases de la Lune** ==> résultat de la révolution de celle-ci autour de la Terre et de son éclairage par le soleil. Un observateur terrestre ne voit pas la partie de la Lune toujours sous le même angle, d'où les phases.
  - **Lunaison** ==> Durée d'un cycle complet de la lune (cycle lunaire) ; environ **29,5 jours**.
  - Succession des phases de la lune toujours dans le **même ordre** : 4 phases à une date précise dans la lunaison (Premier quartier, pleine lune, dernier quartier et nouvelle lune) , les autres phases se déroulent sur plusieurs jours car la partie éclairée et visible de la Lune croît et décroît de façon continue.

Ce que voit un observateur situé sur la terre :

- Nouvelle lune
- ◐ Premier croissant
- ◑ Premier quartier
- ◒ Lune gibbeuse croissante
- Pleine lune
- ◓ Lune gibbeuse décroissante
- ◑ Dernier quartier
- ◐ Dernier croissant

<sup>6</sup> Une **équinoxe** correspond au moment où le soleil passe par une des deux intersections entre l'écliptique et le plan équatorial.

• **Rotation de la Lune sur elle-même et Face cachée de la Lune.**

- La période de rotation de la lune étant la même que sa période de révolution autour de la Terre, elle nous montre toujours la même face.  
Durée Révolution = Durée Rotation
- L'axe de rotation de la Lune étant quasiment perpendiculaire à son plan de rotation, toute une **face est cachée** lors de sa révolution autour de la Terre. On ne voit donc jamais une des faces de la Lune.

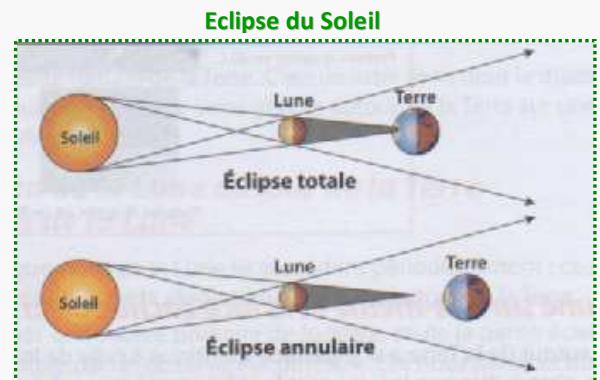


• **Les Eclipses**

- **Eclipse** = passage d'un astre dans l'ombre ou la pénombre projetée par un autre astre. Elle a lieu lors de l'**alignement parfait** de la source de lumière et des 2 astres.
- Lorsqu'un astre est éclairé par le Soleil, il se forme derrière lui un **cône d'ombre** et une **zone de pénombre**. S'il se trouve dans le cône d'ombre, l'observateur ne peut apercevoir la source ; s'il se trouve dans la zone de pénombre, l'observateur n'aperçoit que partiellement la source.
- **Eclipse totale** ==> Lorsque la distance Terre-Lune permet au cône d'ombre de toucher la surface terrestre, une éclipse totale est observée en tout point de l'ombre portée de la Lune.
- **Eclipse partielle** ==> Lorsque le jour d'une éclipse l'observateur ne se trouve pas dans la zone d'ombre mais dans la zone de pénombre, il verra encore un peu la source.
- **Eclipse annulaire** ==> Lorsque la distance Terre-Lune est trop importante, le cône d'ombre ne touche pas la Terre, une éclipse annulaire est observée sur la Terre. Du fait de cette position éloignée par rapport à la terre, la Lune ne parvient pas à recouvrir totalement le disque solaire. Son diamètre apparent étant plus petit, cela laisse apparaître un anneau lumineux.

▪ **Les éclipses de Soleil**

- Se produisent que lorsque la Terre, le Soleil et la Lune sont alignés dans le plan de l'écliptique, la Lune se trouvant entre la Terre et le Soleil.
- Le diamètre apparent de la Lune est **supérieur ou égal** à celui du Soleil
- Celle-ci se produit en plein jour, au moment de la **Nouvelle Lune**. L'orbite lunaire étant légèrement inclinée par rapport à l'écliptique, une éclipse solaire ne se produit pas tous les mois.



▪ **Les éclipses de Lune**

- Se produisent lorsque la Lune pénètre dans le cône d'ombre ou la pénombre de la Terre, c'est-à-dire lorsque cette dernière est **suffisamment proche** du plan de l'écliptique.
- La Terre, la Lune et le Soleil sont sensiblement alignés.
- Celle-ci se produit la nuit au moment de la **Pleine Lune**. L'orbite de la Lune étant inclinée de 5° sur l'écliptique, pas d'éclipse de Lune à chaque pleine lune.



# LE SYSTEME SOLAIRE

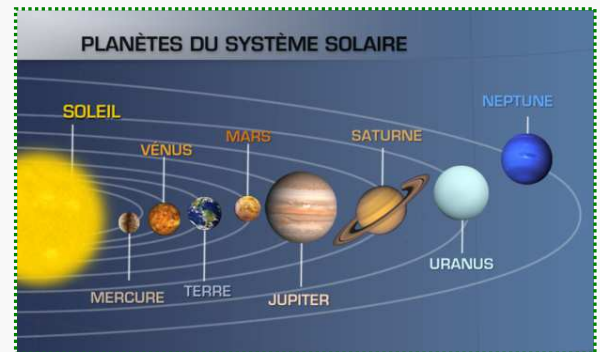
## LES ASTRES

### • Les étoiles et les amas stellaires

- **Etoiles** ==> constituées principalement de gaz (90% de dihydrogène et 10% d'hélium) brûlant à des températures très élevées. Produisent et émettent leur propre lumière.
- **Soleil** :
  - Etoile la plus proche de la Terre
  - Diamètre 109 fois plus grand que la Terre ( $1392 \times 10^3$  km)
  - Température de  $15 \times 10^6$  °C en son centre et  $6 \times 10^3$  °C en surface.
  - Sa distance de la Terre et sa température font que le soleil est l'étoile qui éclaire le plus la Terre.
  - Après le Soleil, la plus proche étoile de la Terre est Proxima du Centaure (4 **années lumières**<sup>7</sup>).
- **Amas stellaire** : groupe d'étoile ayant le même âge ; la même composition chimique et qui sont liées entre elles par la gravitation.

### • Le système solaire et les planètes

- **Système solaire** ==> constitué du Soleil, des planètes qui gravitent autour, de Lunes, de millions d'astéroïdes et de milliards de comètes.
- **Planète** = « astre qui tourne autour du Soleil, dont la masse est d'au moins  $5 \times 10^{20}$  kg et le diamètre de 800km pour permettre une interaction entre la planète et le Soleil plus forte que les interactions s'exerçant à l'intérieur de la planète »<sup>8</sup>. Définition de l'Union Astronomique Internationale.
- **8 planètes** font parties du Système Solaire :
  - Planètes constituées essentiellement de roche. « **Les planètes telluriques** » de petite taille et de faible masse : Mercure / Vénus / Terre / Mars.
  - Planètes constituées de gaz et de glace. « **Les planètes géantes** » très massive et volumineuse : Jupiter / Saturne / Uranus / Neptune.
- Pluton, Cérès et Xéna sont des « **planètes naines** ».
- Les planètes tournent autour du soleil et sur elles mêmes mais à des vitesses différentes.



### • Les satellites

- Objet se déplaçant en **orbite** autour d'un autre.
- **Satellite naturel** : l'objet est un corps céleste. Ex Terre satellite du soleil / lune satellite de la Terre ... Le système solaire compte 140 satellites naturels.
- **Satellite artificiel** : l'objet est mis en orbite par l'Homme. Ex Sputnik (1957). Plus de 5000 satellites artificiels ont été mis en orbite (télécommunications, GPS ect..)
- Toutes les planètes du système solaire, hormis Mercure et Vénus, possèdent des satellites, un seul pour la Terre, jusqu'à 23 pour Jupiter et 59 pour Saturne.

### • Les astéroïdes, les comètes et les météorites

- **Astéroïdes** : astre constitué de roches, de tailles variables qui tournent autour du Soleil.
- **Comète** : astre brillant qui tourne autour du Soleil. Constituée du Noyau (boule de neige poussiéreuse), de la Chevelure (halo formé autour du noyau se formant à l'approche du Soleil) et la queue (provoqué par les vents).
- **Météorite** : fragment d'astéroïde ou de comètes circulant dans l'espace.

### • Les galaxies

- **Galaxie** : vaste ensemble d'étoiles (de l'ordre de 10 à 100 milliards), d'amas et de matière interstellaire en interaction. Elles sont classées selon leur forme : spirales, elliptiques, irrégulières...

<sup>7</sup> Une **année lumière** est la distance parcourue par la lumière dans le vide en une année. Sa valeur est de  $9,4607 \times 10^{12}$  km soit 9461 milliards de km. Son symbole est al.

<sup>8</sup> « corps céleste qui orbite autour du Soleil, a une forme sphérique et a éliminé tout corps susceptible de se déplacer sur une orbite voisine » Hatier.

## L'UNIVERS

### • Structure de l'Univers

- Structure **lacunaire**<sup>9</sup> mais on peut distinguer plusieurs niveaux d'organisations qui s'emboîtent les uns dans les autres :
  - Système Terre-Lune : 380 000 km
  - Système Solaire interne : 230 milliards de km
  - Système solaire entier : 6 milliards de km
  - Système des étoiles proches : 10 années lumière
  - La galaxie : 100 000 années lumière
  - L'Amas local : 5 millions d'années lumière
  - L'Univers : 15 milliards d'années lumière

### • La Galaxie et la Voie lactée

- Notre **galaxie** est un regroupement composé d'environ 200 milliards d'étoiles et de gaz.
- Forme spiralaire, renflée en son centre. Comporte plusieurs bras et le Soleil y occupe une position intermédiaire à environ 30 000 années lumière du centre galactique.
- **Voie Lactée** ==> employé lorsqu'on observe la galaxie « par tranche » depuis la Terre, en direction du Centre Galactique : addition de la lumière d'une multitude d'étoiles donne une trace laiteuse caractéristique.

### • Les constellations

- Figures imaginées par les hommes regroupant plusieurs étoiles.
- Aujourd'hui **88 constellations** portant le nom d'animaux, de personnages mythologiques... (Cassiopée, Céphée, Andromède, Grande Ourse...)
- Les étoiles constituant une constellation peuvent être très éloignées les unes des autres et très différentes.
- **Constellations du Zodiaque** ==> constellations se trouvant dans la bande de la sphère céleste qui entoure le plan de l'écliptique.
- 12 constellations ont été repérées dans l'antiquité, correspondantes aux 12 signes astrologiques.
- Ophiucus et la 13ème constellation zodiacale mais ne correspond à aucun signe.

## DEFINITIONS

**Jour sidéral** : correspond à la rotation de 360° 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.

**Jour solaire** : 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° au cours d'une journée ; elle doit donc effectuer une rotation de 361° 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.

**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 jours 6 heures 9 minutes 9,5 secondes soit 365,25636 j.

**Année tropique** : intervalle de temps qui sépare le retour de 2 équinoxes de printemps. Cette durée est de 365 jours 5 heures 48 minutes 45,2 secondes soit 365,24219 j.

**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 365,25964 j.

<sup>9</sup> Constitué essentiellement de vide.