

L'ASTRONOMIE DEPUIS MON CANAPÉ

Looping

21 juin 2016

Table des matières

1	Introduction	5
2	Tu me fais tourner... la tête	7
2.1	Mon manège à moi... c'est toi	7
2.2	Bloquons la révolution	8
2.2.1	Et pendant la nuit...	10
2.3	Bloquons la rotation	12
2.4	Des étoiles et des hommes	16
3	Ça tourne pas droit	19
3.1	À quelle vitesse allons-nous ?	19
3.2	Latitude et longitude	21
3.2.1	Des points de vue différents	22
3.2.2	Et dans l'hémisphère sud ?	23
3.2.3	Et le Soleil, dans tout ça ?	24
3.3	Les saisons	25
3.3.1	Solstices et équinoxes	27
4	Ça tourne pas rond	29
4.1	Les lois de Kepler	29
4.1.1	Le canon de Newton	29
4.1.2	La première loi de Kepler	30
4.1.3	La deuxième loi de Kepler	31
4.1.4	La troisième loi de Kepler	32
4.2	Le calendrier	32
4.2.1	Et pour un jour de plus...	34
4.2.2	C'est pas fini	35
5	Les astres vagabonds	37
5.1	La valse des planètes	37
5.1.1	La planète rouge	37
5.1.2	L'étoile du berger	39
5.1.3	Jupiter	40
5.1.4	La chasse aux planètes	40
5.2	Un peu d'astrologie	42
5.2.1	Les horoscopes	43
5.2.2	Comètes, éclipses et autres éléments perturbateurs	44
5.3	J'ai rendez-vous avec la Lune	44
5.3.1	Chasseurs de Lune	47

1 Introduction

Si je vous dis *astronomie*, vous me répondez quoi ?

Je pense que vous me parlerez de planètes, de télescopes, d'observatoires, de Station Spatiale Internationale, de robots sur Mars, de galaxies,... Bref, de choses inaccessibles au commun des mortels.

Et pourtant...

Moi je vous dirai plutôt : jour et nuit, phases de la Lune, 29 février, latitude, saisons, observations à l'œil nu, voyage en avion,... Bref, des choses plus terre à terre et accessibles à tous, sans équipement spécifique.

C'est ce que j'aimerais vous montrer ici : que l'astronomie est tout autour de nous, observable dans les phénomènes quotidiens. Dans ce tutoriel, **nous allons regarder le ciel depuis notre fenêtre** et essayer de comprendre ce que nous voyons : pourquoi le jour et la nuit ? Pourquoi les saisons ? Où regarder pour trouver Vénus ? Pourquoi la Lune est-elle si changeante ? Bref, **nous allons faire de l'astronomie sans télescope ni satellite...**

Bienvenue dans ce grand voyage autour du ciel...

2 Tu me fais tourner... la tête

2.1 Mon manège à moi... c'est toi

C'est parti pour un grand tour de l'univers ! Par contre, nous allons avoir du mal à voyager dans l'espace, nous sommes donc condamnés à le regarder depuis notre canapé...

C'est ça le beau métier d'astronome : regarder les étoiles. Pourtant l'astronome est obligé de contempler ce spectacle depuis la position la plus inconfortable qui soit : **depuis l'intérieur d'un manège.**

Imaginez : vous êtes dans un manège. Pas un cheval de bois normal, ce serait trop facile... Non, vous connaissez les manèges avec des tasses ? Vous êtes assis dans une tasse, le manège commence à tourner, mais la tasse aussi se met à tourner sur elle-même. Depuis cette position, vous regardez le paysage autour de vous : dur de prendre des repères, surtout avec les voitures et les passants qui se déplacent...

Et maintenant, on vous donne un papier et un crayon et on vous dit : « Dessine-moi le paysage ».



->

L'allégorie de l'astronome <-

Où je veux en venir ? L'astronome est exactement dans la même situation : il est sur une planète qui tourne sur elle-même, et qui est en rotation autour du Soleil. La lune, les planètes et les comètes se déplacent dans tous les sens autour du lui. Et là, tel le Petit Prince, on lui tend un papier

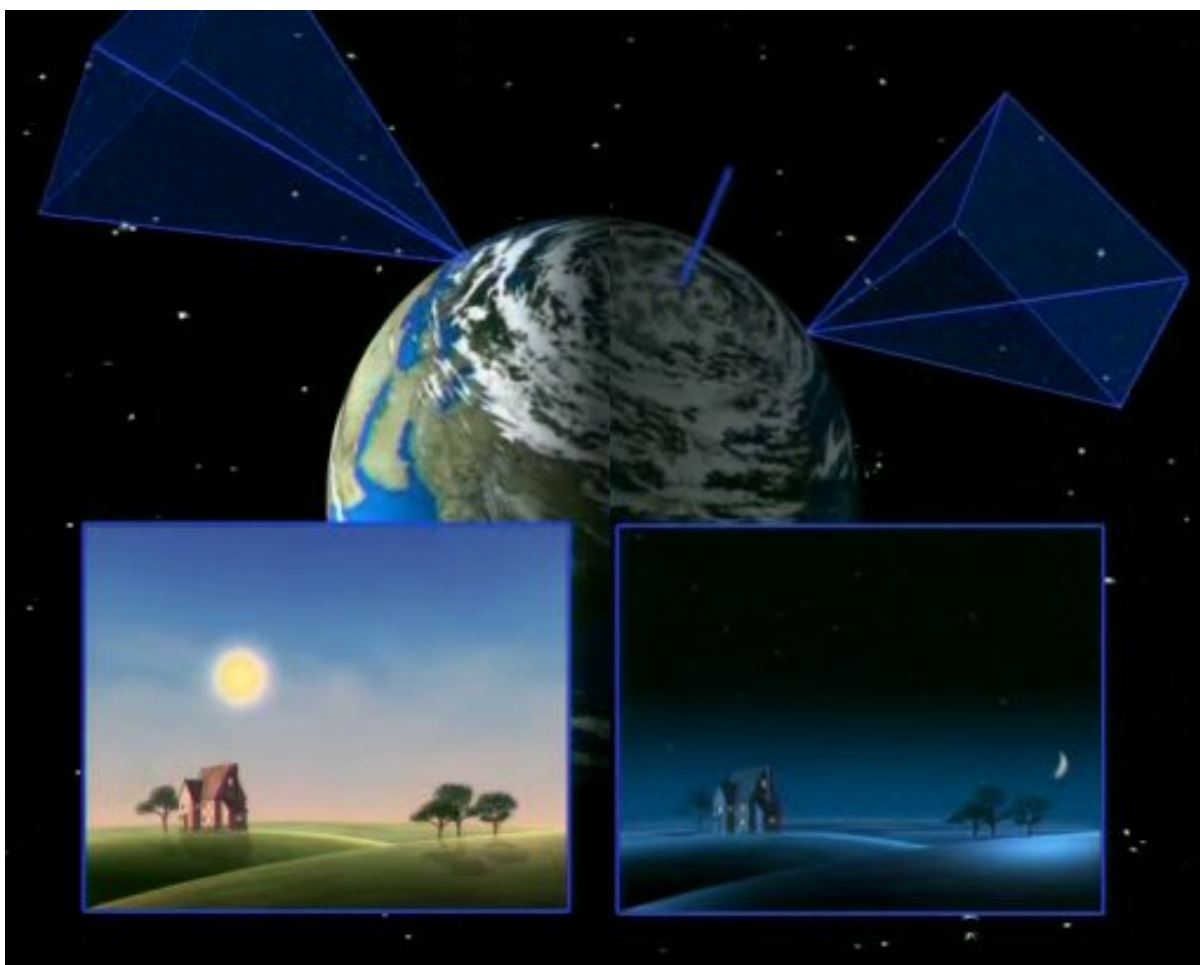
et un crayon et on lui dit : « Dessine-moi l'univers ».

2.2 Bloquons la révolution

Situation peu enviable, n'est-ce pas ?

Cette situation, c'est pourtant la nôtre. Pour essayer de comprendre, décomposons les choses. Intéressons-nous tout d'abord au mouvement de la Terre sur elle-même, sans nous préoccuper de sa révolution autour du Soleil.

Nous tournons donc autour du centre de la Terre, en 24h. Vous connaissez tous la conséquence de cette rotation sur notre vie quotidienne : **le mouvement du Soleil dans le ciel et le cycle jour-nuit**. Ce sont deux choses que vous ne pouvez pas rater !! Voyons comment cela se produit :



->

Le jour et la nuit <-

Sur cette image, la Terre tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Le Soleil est à gauche. Dans votre rotation, vous passez successivement de la partie éclairée à la partie sombre : c'est **le jour et la nuit**. Du coup, vous voyez le Soleil parcourir le ciel **dans le sens des aiguilles d'une montre**, mais n'oubliez pas, c'est vous qui bougez, c'est **votre champ de vision qui change d'orientation**.

Visualisez votre rotation sur le schéma ci-dessus : à partir de la première position dessinée, votre champ de vision tourne lentement vers le Soleil. Lorsque vous arrivez sur la partie la plus à gauche, vous êtes face au Soleil. Pour vous, **il est midi, le soleil est au plus haut dans le ciel**. Puis vous vous détournez progressivement du Soleil, vous voyez celui-ci descendre vers l'horizon. Il est **18**

heures : vous passez petit à petit dans l'ombre, le Soleil **se couche à l'ouest**, et vous pouvez enfin voir les étoiles.

Lorsque vous êtes tournés complètement à droite de l'image, le Soleil est sous vos pieds : il est **minuit**. Par opposition à midi, on pourrait dire que le Soleil est **au plus bas dans le ciel**, mais vous ne pouvez pas le voir. Enfin, vous revenez petit à petit vers la partie éclairée. À **6 heures** du matin, vous atteignez enfin de nouveau la frontière jour-nuit. Ça y est, vous revoyez le Soleil, qui **se lève à l'est**, à l'opposé de là où vous l'aviez vu se coucher...

Cela entraîne aussi une autre conséquence, dont vous avez sûrement entendu parler : **le décalage horaire**. Vous savez que les différents endroits de la Terre ne sont pas à la même heure : c'est ça que l'on appelle le décalage horaire, chaque point de la Terre a une heure locale.

Reprenez les schémas précédents pour le comprendre : lorsque vous êtes face au Soleil, il est midi pour vous, mais pour ceux qui sont de l'autre côté de la Terre, il est minuit. D'autres encore atteignent tout juste la limite ombre-soleil : pour eux, le Soleil se lève, il est 6 heures. Et enfin d'autres vont passer dans l'ombre : il est 18 heures pour eux, le Soleil se couche.

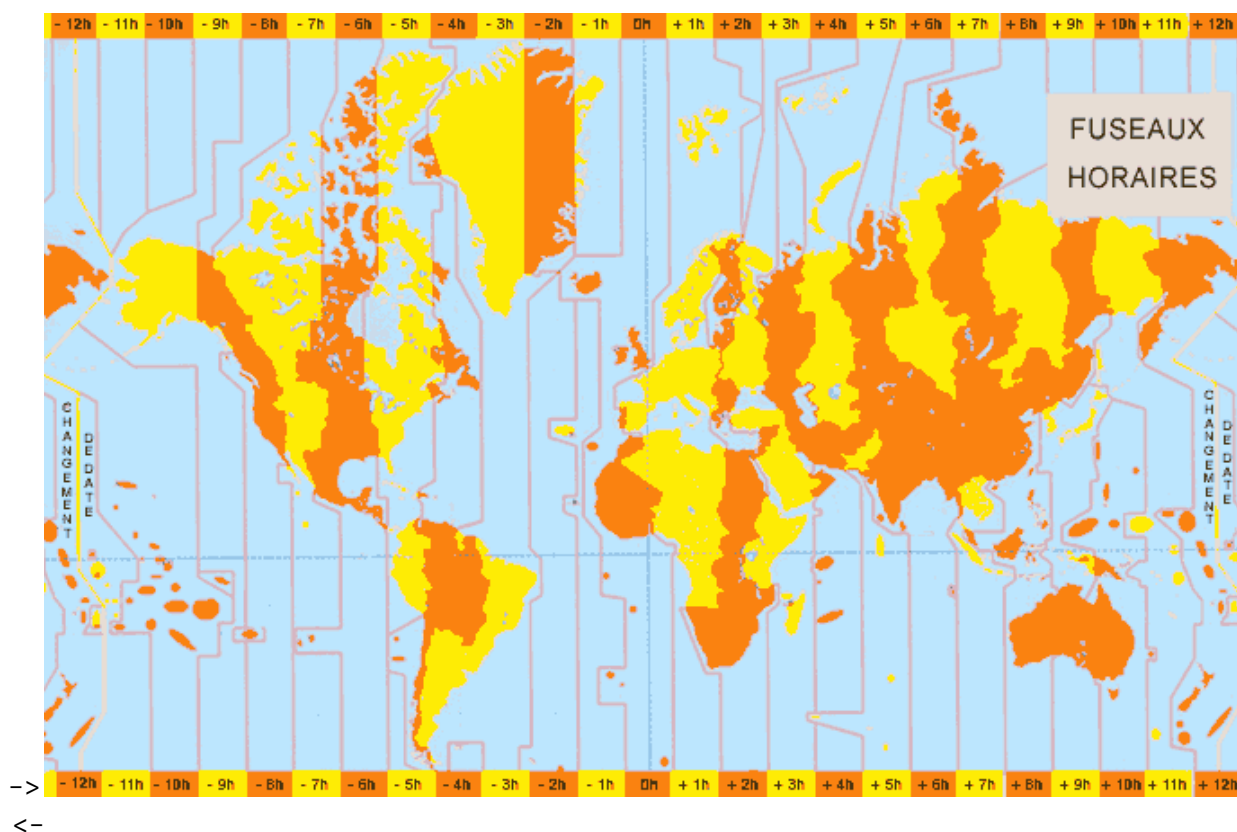
Prenons un exemple : il y a 6h de décalage entre **Paris** et **New York**, et 6h entre Paris et **Tokyo**. Six heures, c'est un quart de 24 heures. Cela signifie que pour aller de Paris à New York, il faut faire un quart du tour de la Terre. Lorsque le Soleil se lève à New York, ça veut dire que New York est en haut du dessin ci-dessus, à la limite ombre-soleil. À un quart de tour de là, on trouve Paris, en plein face au Soleil : là-bas, il est midi. Et encore à un quart de tour de là, on trouve Tokyo, qui s'apprête à plonger dans l'ombre.

Puis la Terre va continuer son périple : New York va se retrouver face au Soleil, pendant que Paris s'apprête à s'endormir et qu'à Tokyo, de l'autre côté de la Terre, il est minuit. Puis, Tokyo reviendra dans la lumière du jour et verra le Soleil se lever, à l'est.

Chaque endroit de la Terre a donc une heure différente en fonction de sa longitude. On a donc divisé la Terre (360°) en 24 tranches de 15° chacune : **les fuseaux horaires**.

Mais évidemment, par commodité, ces fuseaux ont été modifiés pour respecter certaines contraintes géopolitiques, notamment pour essayer de faire en sorte que tous les endroits d'un même pays soient à la même heure. Sinon, vous imaginez la galère pour les horaires de la SNCF... Certains pays, comme les États-Unis ou la Russie, sont bien sûr trop grands pour pouvoir respecter cette contrainte. **La Chine, au contraire, a décidé d'avoir un fuseau horaire unique malgré son étalement géographique.**

2 Tu me fais tourner... la tête



Ces redécoupages entraînent quelques décalages entre l'heure légale (celle de votre montre) et l'heure solaire. Ainsi, en Europe, Madrid et Prague ont la même heure, alors qu'ils sont séparés par 3 tranches de 15°. Ainsi, quand le Soleil est à la verticale de Prague, il est bien midi à Prague, mais il est aussi midi à Paris et à Madrid! Et lorsque le Soleil sera au-dessus de nos têtes, nos montres indiqueront « une heure ».

[[information]] | Les fuseaux horaires ont constitué un casse-tête administratif, au point que **certains proposent de s'en passer** et d'avoir un horaire unique partout sur Terre. Ces fuseaux ont donné lieu à quelques histoires assez originales, comme **l'histoire des horaires en France sous l'Occupation** ou **l'année où les Philippines n'ont pas eu de 31 décembre...** -----

2.2.1 Et pendant la nuit...

Et la nuit, comment pouvez-vous voir le mouvement de la Terre? **En regardant les étoiles, pardi!** En effet, il n'y a pas que le Soleil qui semble se déplacer, il y a tout le ciel, ce qu'on appelle **la voûte céleste**, mais en journée, vous ne pouvez voir que le Soleil. La nuit, vous voyez donc les étoiles suivre le même mouvement que le Soleil : **elles tournent dans le sens des aiguilles d'une montre**. Mais n'oubliez pas : **c'est vous qui tournez, ce ne sont pas les étoiles**.

Faites donc une petite expérience ce soir : à une heure précise, regardez par la fenêtre, et repérez un groupe d'étoiles. Essayez de les identifier grâce à la forme qu'elles dessinent dans le ciel. Puis repérez leur position, en vous aidant de votre environnement proche : un arbre, un bâtiment...

Revenez une heure plus tard : **les étoiles ont bougé**, elles ne sont plus à la même place.

Si vous pouviez dessiner minute par minute la position des étoiles, vous obtiendriez ceci :



->

La ronde des étoiles <-

Elles tournent dans le sens des aiguilles d'une montre, mais autour de quoi ? Quel est donc ce centre de rotation ? Pour le comprendre, refaisons une expérience :

> Chez vous, **placez vous sous l'ampoule de votre salon puis commencez à tourner sur vous-même**. Remarquez que tout votre univers tourne autour de vous.

> **Regardez la fenêtre** : ce sera votre Soleil. Vous le voyez traverser votre « ciel », se coucher, puis se relever de l'autre côté.

> **Regardez votre télé** : ce sera une étoile. Vous la voyez suivre le même chemin.

> Maintenant, **regardez au-dessus de vous**, votre ampoule : **elle ne bouge pas**, elle reste toujours au même endroit. Pourquoi ? **Parce qu'elle se situe sur votre axe de rotation**. Et tout tourne autour d'elle !

Revenons alors à nos étoiles : ce point fixe que vous voyez sur l'image, c'est un point qui se trouve **dans le prolongement de l'axe de rotation de la Terre**. Imaginez un axe qui sort à la verticale du **pôle Nord** de la Terre, et qui va vers l'infini : c'est l'axe de rotation. Il se trouve qu'au bout de cet axe, très loin (à 300 années-lumière), on trouve une étoile. Cette étoile joue le rôle de votre ampoule. **Elle vous paraîtra fixe pendant la rotation de la terre**.

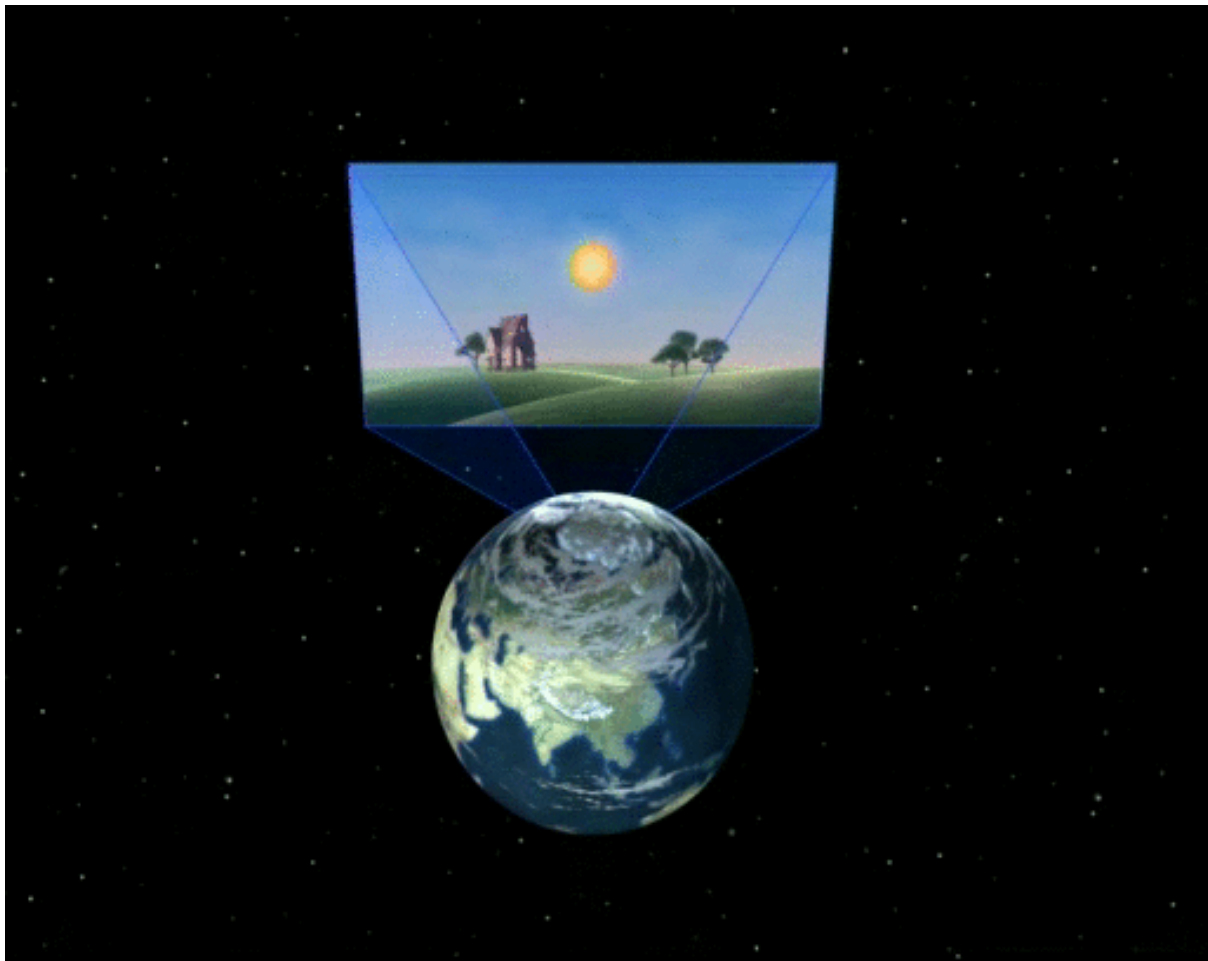
Cette étoile, vous la connaissez : c'est **l'étoile polaire**, de son vrai nom *Polaris*, dont vous avez appris qu'elle **indique toujours le nord**. Vous savez maintenant pourquoi elle a servi - et continue de servir - de repère aux marins, randonneurs, astronomes... Parce qu'elle reste solidement fixée sur sa position, pendant que les autres étoiles valsent autour d'elle.

Regardez les cercles que font les autres étoiles : ils sont de plus en plus grands, à mesure que l'étoile est plus éloignée du nord géographique. Les étoiles proches du nord resteront visibles toute la nuit, tandis que les autres, leur rotation les entraînera parfois sous l'horizon : vous les verrez alors se lever, passer haut dans le ciel, puis se coucher. Comme le Soleil en fait.

[[information]] | Gardez bien à l'esprit que ce que vous voyez la nuit se passe aussi en plein jour. Il n'y a pas de raisons que ce soit différent. Regardez le premier dessin de la Terre plus haut. Même en plein jour, il y a des étoiles dans votre champ de vision, mais elles sont cachées par l'éclat du Soleil. Pourtant elles sont là, elles se lèvent, se couchent... et tournent autour de l'étoile polaire, qui **n'a pas bougé** ! Eh oui, même en plein jour, elle est toujours là, dans le ciel.

Repérez où se trouve l'étoile polaire cette nuit. Demain dans la journée, regardez dans le même endroit du ciel : l'étoile polaire est toujours là, toujours accompagnée de sa valse d'étoiles ! Mais le Soleil, jaloux de sa popularité, vous empêche de la voir.

2.3 Bloquons la rotation



->

L'Univers vu depuis un manège <-

Comment observer l'Univers dans ces conditions ? Il nous faut nous débarrasser de cette rotation journalière. Comment allons-nous faire ?

Regardez le Soleil : tous les jours, à midi, il est au même endroit dans le ciel. En effet, comme la Terre fait un tour complet en 24h, toutes les 24h, nous regardons la même portion du ciel. Nous devrions donc trouver les mêmes étoiles au même endroit. Voilà qui nous aiderait dans nos observations.

Faites l'expérience ce soir. Vous vous souvenez des étoiles que nous avons vues se déplacer au cours de la nuit ? Ce soir, repérez leur position à une certaine heure. Demain, à la même heure, regardez-les de nouveau : **elles sont au même endroit du ciel !**

Maintenant, revenez dans une semaine. Vous allez être surpris : **les étoiles ont bougé !!** Elles sont un peu plus à droite que la dernière fois...

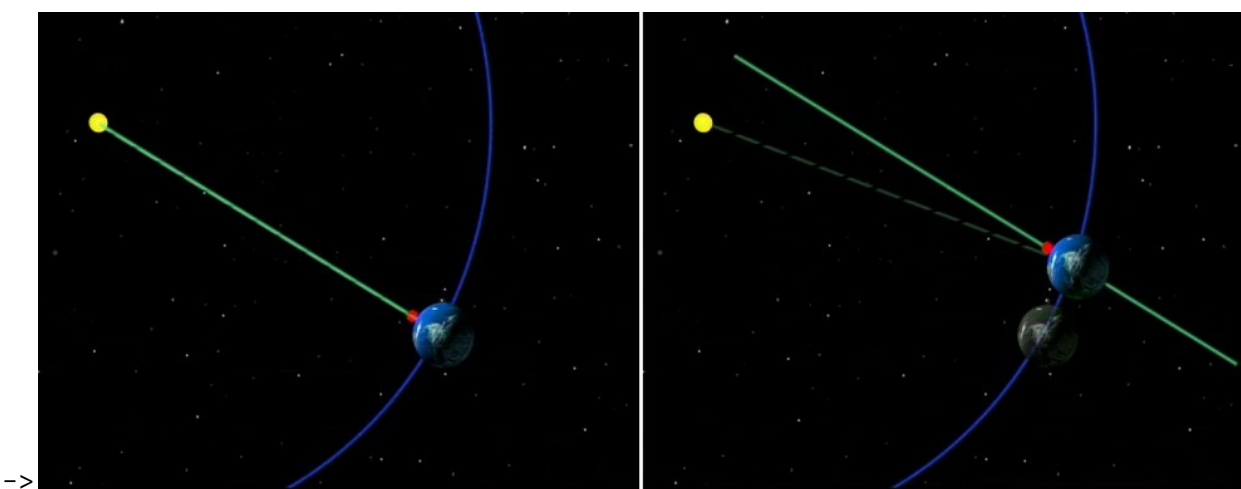
[[question]] | Que s'est-il passé ? Normalement, à la même heure, on revient en face de la même portion du ciel, non ?

Par rapport au Soleil, oui. Par rapport aux étoiles... presque.

En effet, nous avons un peu trop vite oublié le mouvement de la Terre autour du Soleil. Regardez ce qu'il se passe en réalité :

- Il est midi, vous êtes face au Soleil.
- Un jour passe, la Terre a tourné sur elle-même, et il est de nouveau midi. Vous revenez face au Soleil, 24h se sont passées.

Mais pendant ces 24h, la Terre s'est aussi déplacée sur son orbite. Très peu à l'échelle de l'Univers, mais tout de même, regardez les conséquences pour l'astronome :



-> Pour quelques degrés de plus... <-

Lorsque la Terre fait un tour complet, elle se déplace également sur son orbite. Du coup, après un tour de 360° , **vous n'êtes plus face au Soleil** ! Il n'est pas encore midi, mais un peu moins. Pour revenir face au Soleil, vous devez encore tourner un peu (l'angle en pointillés sur le schéma). Ça y est, quelques minutes après, il est enfin de nouveau midi.

En 24h, nous ne tournons donc pas de 360° , mais un peu plus...

Et à votre avis, de combien de degrés a-t-on dû tourner pour revenir à midi ? Le calcul est simple. La Terre tourne autour du Soleil en un an, 360° en 365 jours, donc **à peu près 1 degré par jour**. C'est ce degré que la Terre doit rattraper dans sa rotation quotidienne pour se recalibrer face au Soleil. En fait, en 1 jour, nous tournons, non pas de 360° , mais de 361° .

[[question]] | Une dernière question : combien de temps met-on pour parcourir ce petit degré supplémentaire ?

Le calcul est simple, encore une fois. Nous faisons 361° en 24h, donc 1° en à peu près 4 minutes. En fait, la Terre fait un tour de 360° en 23h 56min (c'est le **jour sidéral**), mais revient face au Soleil (361°) en 24h (c'est le **jour solaire**).

Quatre minutes, c'est donc le temps que met le Soleil à parcourir 1° dans le ciel. Regardez le Soleil. Dans 4 minutes, il aura bougé d'un degré. Dans une heure, de 15 degrés. Dans 6h, de 90 degrés, le quart de son orbite circulaire (et remarquez que le quart d'une journée (24h), c'est bien 6h).

[[information]] | **Une petite anecdote à propos de cette différence :**

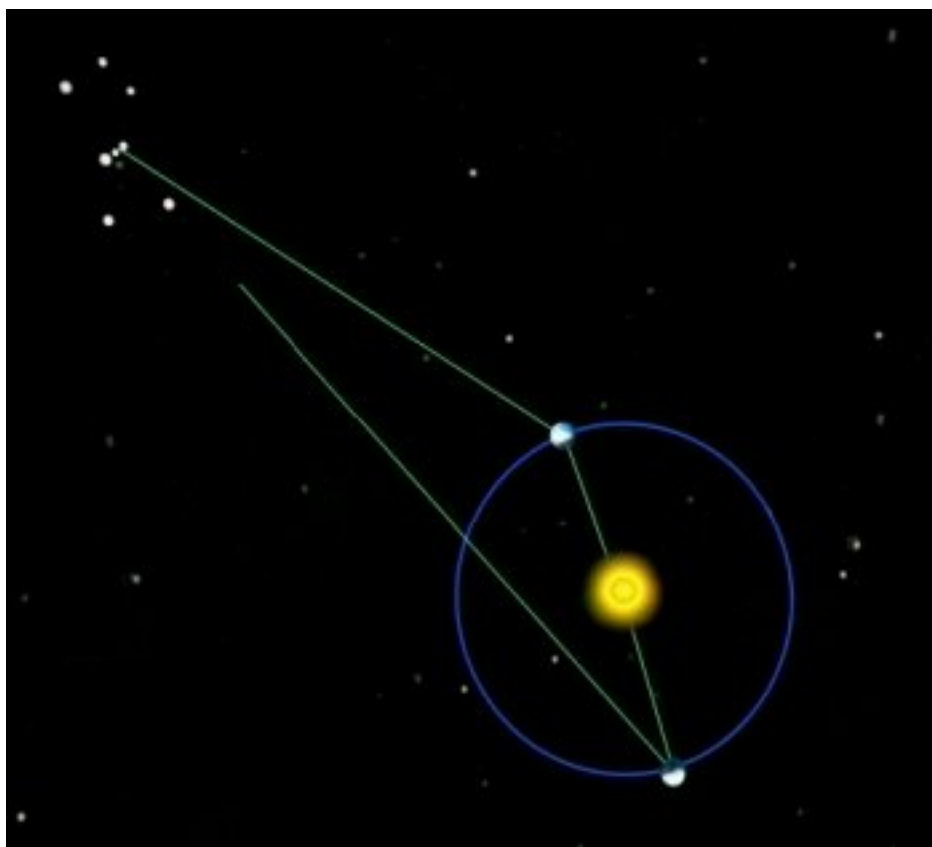
| En 1930, la société AT&T, pionnière en radiocommunications, charge un de ses ingénieurs, Karl

Jansky, de répertorier toutes les sources radio qui pourraient interférer avec les ondes de télécommunication. Armé d'une antenne, il découvre notamment les perturbations électromagnétiques dues aux orages mais il découvre également un signal radio étrange, qui atteint un pic d'intensité toutes les 23h56min. Pas une journée mais presque... Incapable de comprendre ce chiffre, il en parle à un de ses collègues, féru d'astronomie. Celui-ci comprend immédiatement : le signal provient d'un point fixe, extérieur au système solaire, vers lequel pointe l'antenne à chaque fois que la Terre a fait un tour de 360°. Il s'avérera que ce point, c'est le centre de la galaxie, où se situe un trou noir, source intense d'ondes radio. C'est le début, un peu fortuit, de **la radioastronomie**.

Quelles sont les conséquences sur nos étoiles ? Tous les jours, notre champ de vision a tourné d'un degré supplémentaire dans le sens inverse des aiguilles d'une montre par rapport à hier à la même heure. La voûte céleste se décale donc d'un degré par jour dans le sens contraire. Pratiquement imperceptible d'un jour à l'autre, ce mouvement a des conséquences énormes sur nos observations.

En effet, à force de se décaler de jour en jour, une étoile va finir par disparaître sous l'horizon et ne plus être visible la nuit. Pourquoi donc ?

L'explication est dans l'image ci-dessous :



->

Orion en janvier et en juillet <-

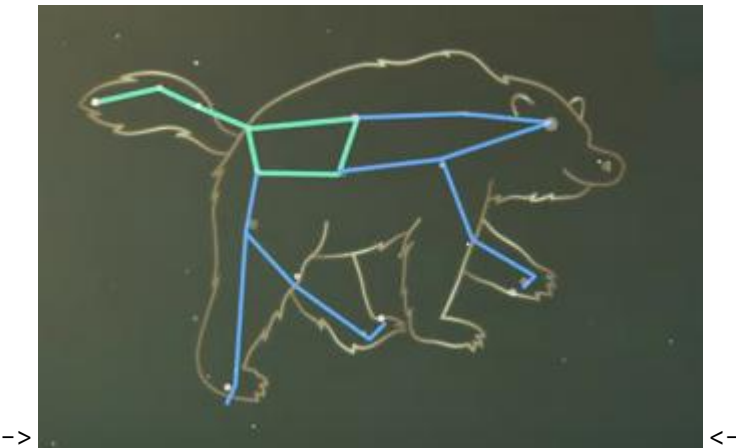
Lorsque la Terre est en haut de l'image, la constellation d'Orion se trouve dans la partie du ciel opposée au Soleil, elle est donc visible la nuit. Mais six mois plus tard, la Terre se trouve de l'autre côté de son orbite, elle s'est déplacée de 180°. Orion est toujours au même endroit, mais cette fois-ci, il est du même côté que le Soleil, donc caché dans la lumière du jour ! La nuit, nous ne regardons plus vers Orion, nous voyons les étoiles situées vers le bas de l'image, à l'opposé du Soleil. À ce moment-là, c'est donc caché dans la lumière du jour qu'Orion traverse le ciel, incognito...

Ainsi, le ciel que vous regardez est différent au cours de l'année. Pour se repérer, les astronomes

de l'Antiquité ont repéré des groupes d'étoiles qu'ils ont reliés entre elles : ce sont les **constellations**. Vous en connaissez sûrement au moins une : **la Grande Ourse**, qui vous permet de repérer l'étoile polaire. Vous venez de faire connaissance avec **Orion**, reconnaissable à sa forme humanoïde (les deux épaules en haut, les deux pieds en bas, et au milieu trois étoiles alignées qui forment sa ceinture). Orion était d'ailleurs un chasseur dans la mythologie grecque.

[[question]] | Petit aparté : vous êtes-vous déjà demandé pourquoi *la Grande Ourse* ? Après tout, on vous l'a toujours montrée en forme de casserole non ?

C'est parce que la casserole n'est qu'une partie de ce que les anciens appelaient la Grande Ourse :

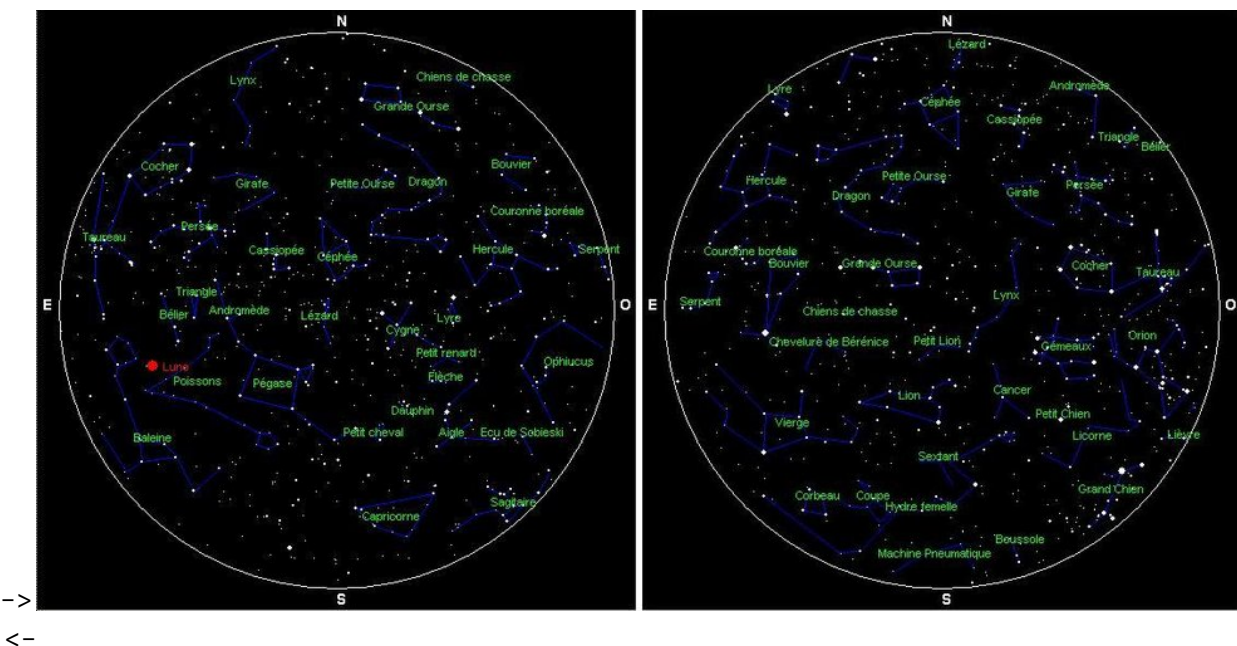


[[attention]] | Sauf qu'un ours n'a pas de queue... Les anciens étaient meilleurs astronomes que zoologistes !

Regardez alors les cartes du ciel ci-dessous : la première représente le ciel en mars, et la deuxième le ciel en septembre, six mois plus tard, à la même heure, vers minuit. Repérez Orion sur la carte : **elle est visible en septembre, mais pas en mars.**

[[question]] | **Mais alors, où est-elle en mars ?**

| Rappelez-vous, elle n'a pas disparu. Elle est dans le ciel... dans la journée, cachée dans l'éclat du Soleil. Pensez-y : les étoiles que vous ne voyez pas la nuit continuent à traverser le ciel sous vos yeux, mais invisibles, masquées par Sa Majesté le Soleil.



Ces cartes du ciel seront votre outil principal en tant qu'astronome amateur. Elles sont constituées d'une partie mobile où est dessiné le ciel. Pour vous en servir, il faudra la placer au-dessus de votre tête, car elle représente la voûte céleste, et vous ferez tourner la partie mobile en fonction de l'heure du jour, ou du moment de l'année. Vous comprenez maintenant pourquoi :

- la voûte céleste tourne d'un degré par jour, pour une rotation complète en un an. C'est ce mouvement que vous imprimerez à votre carte d'un jour à l'autre à la même heure.
- mais ce mouvement est noyé dans la rotation journalière de 360 degrés. C'est ce mouvement, plus rapide, que vous devrez imprimer à votre carte si vous faites plusieurs observations au cours de la nuit.

Mais souvenez-vous, vous avez toujours un repère : l'étoile polaire, qui reste fidèle à son poste.

Comme petite expérience, comparez les deux cartes précédentes : l'étoile polaire, à la queue de la constellation de la Petite Ourse, est toujours au même endroit dans les deux cas.

Mais regardez autour : en mars, Céphée est au-dessus, et la Grande Ourse est en dessous. En septembre, **c'est le contraire**. Le ciel semble avoir tourné de 180 degrés en six mois !!

Mais vous le savez maintenant, **c'est vous qui avez bougé de 180 degrés**. Reprenez le schéma de l'orbite de la Terre. Lorsque vous êtes en haut de l'image, à minuit vous êtes dos au Soleil et vous voyez Orion.

Mais six mois plus tard, vous êtes en bas. Et à minuit, vous regardez vers le bas de la carte, à 180 degrés par rapport à précédemment. Plus d'Orion dans le ciel. Et de votre point de vue, toute la sphère céleste a tourné d'un demi-tour. Et c'est ce demi-tour que vous voyez sur votre carte du ciel.

2.4 Des étoiles et des hommes

Tout cela explique la vision du monde qui s'est imposée naturellement aux premiers hommes : une Terre immobile ayant la forme d'un disque, au-dessous de la voûte céleste en mouvement.

Un peu comme ça :



Enfin, pour être honnête, les anciens le représentaient plutôt comme ça :



-> Dieu est-il au-delà de la sphère des fixes ?<-

Les étoiles que nous voyons changent donc au cours de l'année. Mais au bout d'un an, nous re-voyons les mêmes, à la même place. Elles constituent donc un bon repère temporel. C'est pour cela, entre autres, qu'elles ont très tôt intéressé les hommes ; ils avaient besoin d'un calendrier pour **l'agriculture** : pour savoir quand semer, quand récolter, quand il fait froid, ou trop humide.

La manière la plus simple de procéder était de repérer, au moment du coucher du Soleil, quelles sont les étoiles qui se lèvent à ce moment-là à l'est, ou lesquelles sont à ce moment-là au **zénith**, au plus haut dans le ciel. Ces indices leur indiquaient à quel moment de l'année ils se trouvaient.

Les astronomes de pratiquement toutes les civilisations vont donc dresser un véritable catalogue stellaire, et donneront leur nom aux premières constellations. Cet héritage sera transmis aux Grecs notamment, chez lesquels on retrouvera des manuels agricoles où les étoiles occupent une place prépondérante :

*« Commence la moisson quand les **Pléiades**, filles d'Atlas, se lèvent dans les cieux, et le labourage quand elles disparaissent ; elles demeurent cachées quarante jours et quarante nuits, et se montrent de nouveau lorsque l'année est révolue, à l'époque où s'aiguise le tranchant du fer. »*

*« Lorsque **Orion et Sirius** seront parvenus jusqu'au milieu du ciel, et que l'Aurore aux doigts de rose contempera **Arcture**, ô Persès ! cueille tous les raisins et apporte-les dans ta demeure. »*

*« Quand les **Pléiades**, les **Hyades** et l'impétueux **Orion** auront disparu, rappelle-toi que c'est la saison du labourage. Qu'ainsi l'année soit remplie tout entière par des travaux champêtres. »*

Mais voilà, très rapidement ces constellations vont acquérir **une aura mystique**. Les hommes vont établir un **lien de causalité** entre les étoiles et ce qui se passe sur Terre. Ben oui, si **Sirius** est dans le ciel quand il fait chaud, c'est que Sirius est responsable de la chaleur...

Ainsi on retrouve aussi des conseils d'un autre genre dans les almanachs :

« Lorsque, pendant l'automne, les pluies du **grand Jupiter** rendent le corps humain plus souple et plus léger (car alors l'astre du **Sirius roule moins longtemps pendant le jour** sur la tête des malheureux mortels et **prolonge davantage sa course nocturne**) [...], songe que c'est le temps d'abattre les bois nécessaires à tes travaux ».

« Si le désir de la périlleuse navigation s'est emparé de ton âme, redoute l'époque où **les Pléiades**, fuyant **l'impétueux Orion**, se plongent dans le sombre Océan ; **alors se déchaîne le souffle de tous les vents** ; n'expose pas tes navires aux fureurs de la mer ténébreuse. Souviens-toi plutôt, comme je te le conseille, de travailler la terre ».

-> **Hésiode**, *Les travaux et les jours*, VIII^{ème} siècle av. JC ->

De même, les mégalithes de Stonehenge, dressés il y a 4000 ans, semblent être alignés avec des positions spéciales de la Lune et du Soleil. Peut-être s'agit-il là du premier calendrier ?



->

Le premier calendrier ? <-

Nous avons encore quelques traces de ces croyances dans notre vocabulaire. Ainsi, **la constellation du Petit Chien** est visible la nuit, en hiver. Au mois d'août, elle a disparu. Mais vous le savez, ça veut dire qu'elle vagabonde dans le ciel la journée, près du Soleil.

Et en août, vous savez qu'il fait chaud. Très chaud, c'est la **canicule**. Et justement, *caniculum*, ça veut dire « petit chien » en latin.

De même, cette croyance en l'influence des cieux sur la Terre va donner lieu à une autre croyance dont nous aurons l'occasion de reparler : **l'astrologie**.

3 Ça tourne pas droit

3.1 À quelle vitesse allons-nous ?

C'est vrai : nous tournons, nous tournons, mais à quelle vitesse ? À votre avis, nous sommes des chauffards de l'espace ou des conducteurs responsables ? Calculons...

Nous sommes à 150 millions de kilomètres du Soleil. Un petit rappel de géométrie du collège devrait vous permettre de calculer la circonférence de notre orbite : elle vaut $2\pi r$. Et en combien de temps parcourt-on cette distance ? En un an, bien sûr : 365 jours. Un calcul et quelques conversions plus tard, vous devriez trouver **107 000 km/h**. Transformons ça en unités plus abordables à notre échelle : cela nous fait une vitesse de **30 kilomètres par seconde** !

Imaginez un endroit qui est à 30 km de chez vous : c'est sûrement le troisième ou quatrième village après le vôtre. Si vous habitez Paris, ça vous amène après Versailles, ou alors c'est l'équivalent d'un tour complet du périphérique. Et maintenant imaginez que vous faites cette distance en une seconde. Pouf ! Et même pas décoiffé !

Et pour la rotation, à quelle vitesse se fait-elle ? La réponse va vous surprendre : **ça dépend d'où vous êtes** !

En effet, regardez la Terre :



->

<-

Ces trois cercles font un tour complet en 24 heures. Le cercle le plus grand, **l'équateur**, fait **40 000 km** de longueur. Il parcourt plus de distance que les autres en 24 heures, donc va plus vite. À l'équateur, la vitesse de rotation est de **1600 km/h**.

À l'inverse, imaginez que vous soyez au pôle Nord. Là, en 24 heures, vous ne faites que tourner sur vous-mêmes, sur place. Aux pôles, **0 km/h**. Et entre les deux, eh bien, toutes les vitesses intermédiaires.

Cela explique pourquoi les bases spatiales sont à Kourou ou à Cap Canaveral, proches de l'équateur (on peut aussi citer **Sea Launch**, la plateforme de lancement en pleine mer). Il faut beaucoup de vitesse à une fusée pour se mettre en orbite. En étant lancées depuis l'équateur, ces fusées bénéficient des 1600 km/h initiaux que leur fournit gratuitement la Terre. C'est toujours ça de pris... C'est ce qu'on appelle **l'effet de fronde** (par analogie avec un lance-pierre), et qui n'est pas négligeable : le lancement d'une fusée depuis **Baïkonour** (latitude 46° nord) nécessite 55% d'énergie en plus ([source](#)).

À 45 degrés de latitude, là où on trouve l'Europe ou encore les Etats-Unis, on tourne à **900 km/h**. C'est à peu près la vitesse de nos avions de ligne. Regardez la conséquence...

Entre Paris et New York, il y a 6 heures de décalage horaire. Si un avion mettait 6 heures pour relier ces deux villes, voilà ce qui se passerait : l'avion décollerait de Paris à midi pendant qu'il serait 6 heures à New York. Six heures après, l'avion atterrirait à New York, où il sera alors midi ! On arriverait à la même heure que notre heure de départ (en heure locale bien sûr, ne rêvez pas de téléportation).

Et le passager, que verrait-il ? Tout le long du voyage, pour lui, il sera toujours midi, il verra toujours le Soleil fixe dans le ciel, à son plus haut point. Tout ça parce qu'il irait aussi vite que la rotation de la Terre, mais en sens inverse.

Eh bien, c'est **presque** ce qu'il se passe réellement :



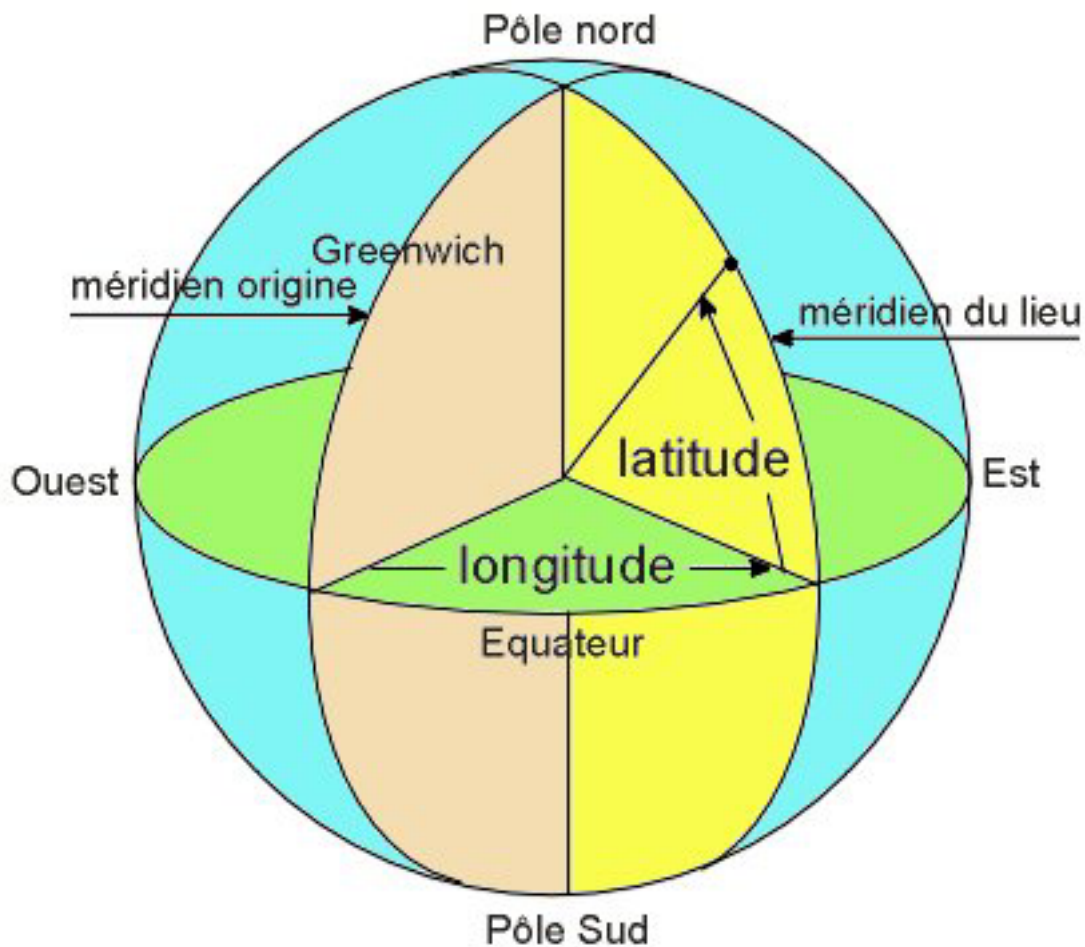
-> *Le Soleil n'a que deux heures d'avance sur notre avion*

Pendant tout votre voyage, le Soleil est presque fixe dans le ciel <-

Pensez-y la prochaine fois que vous irez à New York...

3.2 Latitude et longitude

Mais notre latitude ne change pas uniquement notre vitesse, elle modifie aussi la manière dont on regarde l'Univers. Nous allons voir pourquoi, mais tout d'abord, savez-vous exactement ce qu'est la latitude, et sa soeur jumelle la longitude ? Petite piqûre de rappel :



->

Explications longitude-latitude <-

- la **latitude** est l'angle vertical entre l'équateur, le centre de la Terre et l'endroit où nous nous trouvons. Ainsi, un point sur l'équateur est à la latitude 0° , le pôle Nord est à la latitude 90°N (nord), et le pôle Sud est à 90°S (sud). Tous les points situés à une même latitude forment une ligne parallèle à l'équateur, qu'on appelle sans originalité un **parallèle**.

Mais la latitude n'est pas suffisante pour repérer un lieu sur la Terre. Elle permet de connaître la position verticale par rapport à l'équateur, mais il nous faut aussi définir notre position horizontale, comme sur une grille.

Mais position par rapport à quoi ? Pour la position verticale, l'équateur est une origine naturelle, mais comme la Terre tourne suivant un axe nord-sud, tous les points situés sur un même parallèle se valent, il n'y a pas de point particulier que l'on peut prendre pour origine. Ce seront donc des conditions géopolitiques qui décideront de l'origine. Comme l'Angleterre était à l'époque maîtresse des océans grâce à sa flotte, ce sera l'observatoire de Greenwich qui servira de point de référence.

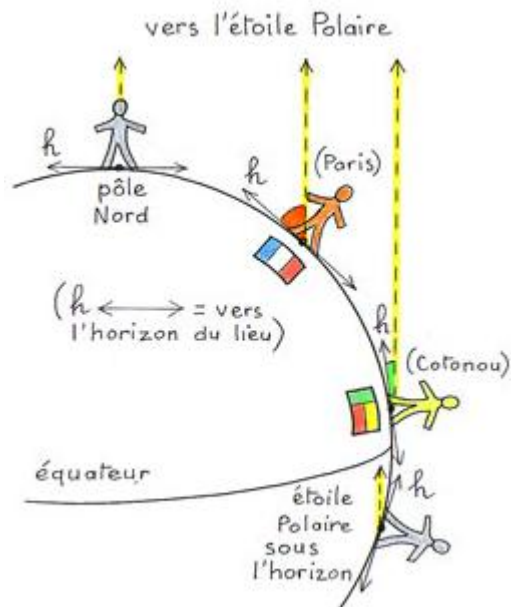
- la **longitude** est l'angle horizontal entre Greenwich, le centre de la Terre et l'endroit où nous nous trouvons. Ainsi, Greenwich est à la longitude 0° , on peut se déplacer vers l'est jusqu'à 180°E (est), et vers l'ouest également de 180°W (ouest). Tous les points situés à une même longitude forment une ligne qu'on appelle un **méridien**.

[[information]] | Notez que le méridien 180°E et 180°W sont une seule et même ligne, située de l'autre côté de la Terre par rapport au méridien de Greenwich.

| Tous les méridiens se rejoignent aux deux pôles. Les pôles n'ont donc pas de longitude bien définie.

3.2.1 Des points de vue différents

Mais en quoi la latitude modifie notre manière de regarder l'Univers ? Nous allons le voir avec l'exemple de l'étoile polaire. Regardez le schéma ci-dessous :



->

La latitude change notre vision <-

- lorsque nous sommes au pôle nord, comment fait-on pour regarder l'étoile polaire ? Nous devons regarder vers le haut, juste au-dessus de notre tête.
- Et à l'équateur ? Sur le schéma, la direction pointée par la flèche **h** indique notre horizon. Pour regarder l'étoile polaire, nous devons viser vers le nord, juste au raz de l'horizon.

Et entre les deux, nous voyons l'étoile polaire à un certain angle au-dessus de l'horizon, angle qui dépend de notre latitude. Regardez la différence entre l'angle rouge à Paris et l'angle vert à Cotonou...

En fait, **cet angle est égal à notre latitude**. Cela se démontre facilement avec un peu de géométrie de niveau collège (une histoire d'angles alternes-internes...). Ainsi, à Paris, qui est à une latitude de 47°N , l'étoile polaire est visible dans le ciel à 47° au dessus de l'horizon.

[[information]] | C'est ainsi que les marins pouvaient connaître leur latitude en pleine mer. À l'aide d'un sextant, ils visaient l'étoile polaire et mesuraient l'angle entre cette étoile et l'horizon.

3.2.2 Et dans l'hémisphère sud ?

Là, c'est encore pire : l'étoile polaire se situe... **sous l'horizon**. Bien évidemment, cela signifie que vous ne pouvez pas la voir.

Mais alors, nous voyons les étoiles tourner autour de quoi ? Rappelez-vous, l'étoile polaire reste fixe dans le ciel parce qu'elle est dans le prolongement de l'axe de rotation de la Terre. Mais cet axe de rotation se prolonge aussi à la verticale du pôle sud, vers l'infini. Et au bout de cet axe, il n'y a malheureusement pas d'étoile, mais une constellation se trouve très proche de cet axe : **la Croix du Sud**. C'est cette constellation qui reste à peu près fixe dans le ciel et qui guide les marins

dans le sud.

La voûte céleste tourne donc autour de cette constellation, mais dans le sens des aiguilles d'une montre, alors que dans le nord, elle tourne autour de l'étoile polaire dans le sens inverse ! Pourquoi cela ? Rassurez-vous, la Terre ne s'est pas soudainement mise à tourner dans le sens contraire. C'est juste que pour voir cette ronde des étoiles autour de la Croix du Sud, vous vous tournez vers le sud, vous faites un demi-tour par rapport à la dernière fois. Donc, de votre point de vue, tout se met à tourner en sens inverse !

3.2.3 Et le Soleil, dans tout ça ?

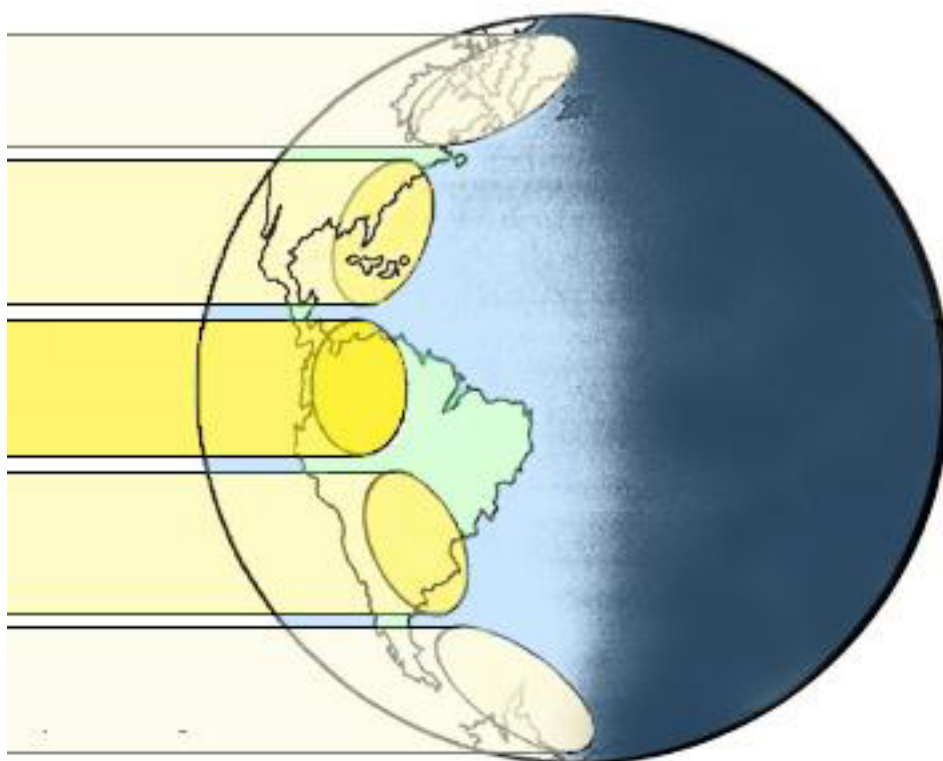
Oui, il n'y a pas que les étoiles la nuit que vous voyez sous un angle différent, mais également le Soleil.

Dans le schéma précédent, le Soleil est à droite, à la verticale de l'équateur. Là, vous voyez le Soleil se lever à l'est, **passer à votre verticale à midi**, et se coucher à l'ouest.

À Paris, par contre, vous le voyez bien sûr se lever à l'est, mais à midi, vous devez regarder **vers le sud**, en direction de l'équateur. Il passera à midi, non pas à votre verticale, mais **à un certain angle au-dessus de l'horizon**.

Et aux pôles ? Pour voir le Soleil à midi, vous devez regarder **à l'horizon, très bas dans le ciel** !

Cela explique d'ailleurs pourquoi il fait froid aux pôles, et chaud à l'équateur.



->

Pourquoi il fait froid aux pôles <-

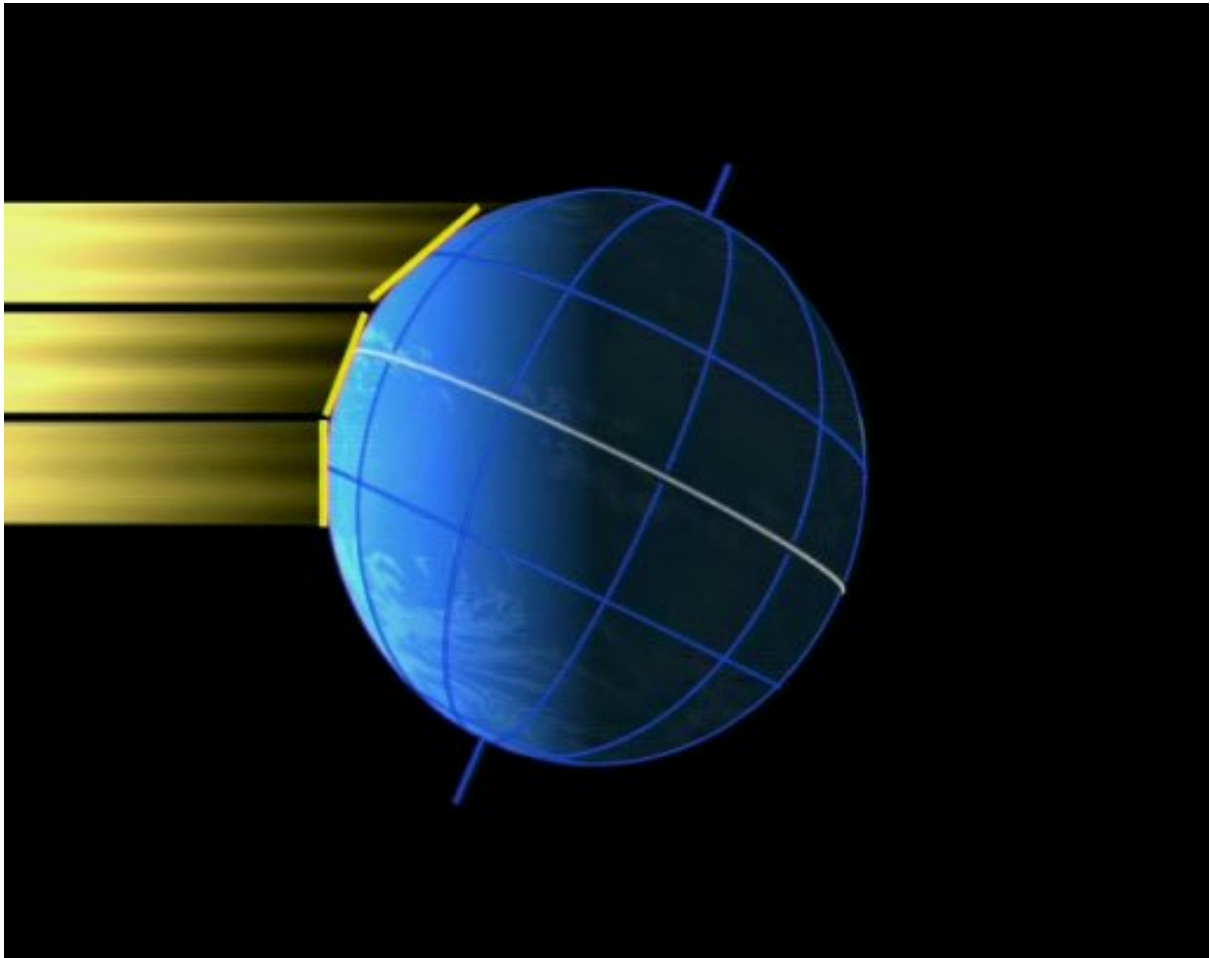
Regardez : un même rayon solaire (donc la même quantité de lumière et de chaleur) frappe la Terre à des angles différents selon la latitude. Ce faisant, son intensité s'étale sur une surface beaucoup plus grande à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur. Ça chauffe donc beaucoup moins, il fait plus froid...

3.3 Les saisons

[[question]] | Mais alors, si tout a l'air si bien réglé, pourquoi il fait plus froid en hiver qu'en été ?

Parce que je ne vous ai pas tout dit :

L'axe de rotation de la terre est incliné par rapport au Soleil. Regardez ce que cela change sur le schéma ci-dessous :



->
<-

Ici, le pôle nord de la Terre est détourné du Soleil. Dans l'hémisphère nord, les rayons du Soleil arrivent avec un angle très incliné. Comme nous l'avons vu précédemment, cela entraîne un rafraîchissement de la température : c'est l'hiver.

Dans l'hémisphère sud, au contraire, les rayons du Soleil sont beaucoup plus perpendiculaires au sol. Il fait plus chaud, c'est l'été.

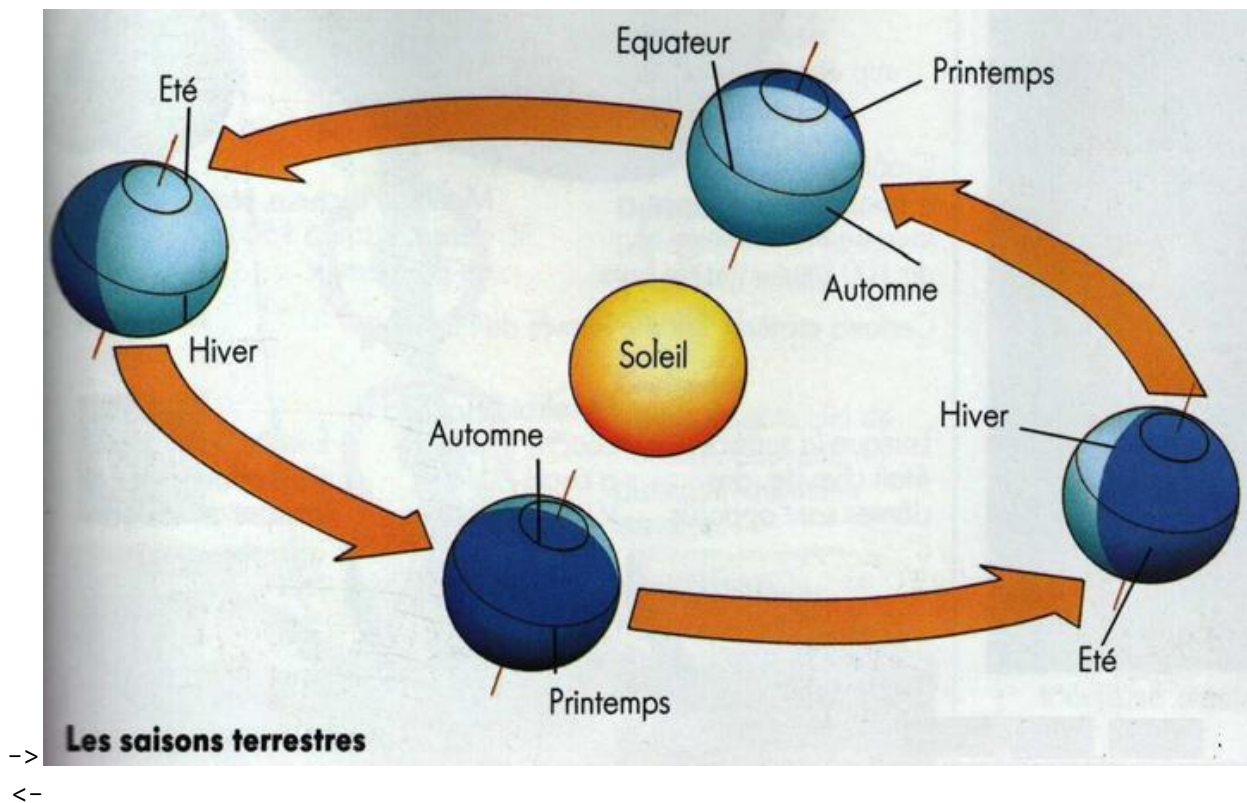
[[attention]] | Retenez donc que c'est l'inclinaison de la Terre qui nous donne les saisons, et non pas la distance variable entre la Terre et le Soleil, comme on le croit souvent.

[[question]] | Mais comment peut-on inverser la situation ? Il arrive bien un moment où c'est l'été dans l'hémisphère nord...

| **L'axe de la Terre bascule-t-il tous les six mois ?**

Au contraire, il reste bien fixe. Par contre, la Terre tourne autour du Soleil, ce qui entraîne la suite d'événements suivants :

3 Ça tourne pas droit



Regardez : à gauche de l'image, l'hémisphère nord est tournée vers le Soleil : c'est l'été. Six mois plus tard, nous sommes de l'autre côté de notre orbite. Mais notre inclinaison n'a pas changé, ce qui fait que l'hémisphère nord s'est maintenant détourné du Soleil : c'est l'hiver.

Cela entraîne une autre conséquence. Lorsqu'un côté est incliné vers le Soleil, les jours y sont plus longs que les nuits. Cela se voit bien sur le schéma :



Regardez d'ailleurs le pôle nord. Pendant toute la rotation, il reste toujours éclairé, il ne passe jamais dans l'ombre. Le Soleil ne se couche jamais.

Et au pôle sud, c'est l'inverse : le Soleil ne se lève jamais !

[[information]] | Cette situation s'inverse bien sûr au cours de l'année. Dans six mois, ce sera le pôle nord qui sera plongé dans une très longue nuit...

3.3.1 Solstices et équinoxes

L'axe de la Terre est incliné de $23,5^\circ$. Lorsque le nord est incliné au maximum vers le Soleil, celui-ci se trouve donc à peu près à la verticale du $23^{\text{ème}}$ parallèle, et n'ira pas plus haut. Ce parallèle va se voir attribuer un nom spécial : **le tropique du Cancer**.

Au même moment, une grande région autour du pôle Nord reste toujours ensoleillée. Cette région s'étend jusqu'à $23,5^\circ$ du pôle, c'est-à-dire à la latitude de $66,5^\circ$. Ce parallèle va aussi recevoir un nom spécial : **le cercle polaire antarctique**.

[[information]] | Ce jour où l'inclinaison est maximale est appelé **solstice** : solstice d'été au nord, solstice d'hiver au sud.

Nous avons bien sûr l'équivalent dans l'hémisphère sud, où la situation sera identique six mois plus tard. Ce sont respectivement **le tropique du Capricorne** et **le cercle polaire arctique**. Ce sera alors le solstice d'été au sud, et le solstice d'hiver au nord.

Et entre les deux saisons ?

Lorsque l'axe de la Terre passe d'une inclinaison extrême à l'autre par rapport au Soleil, il arrive un moment où il passe par une inclinaison nulle (attention, l'inclinaison réelle ne change pas, c'est l'inclinaison par rapport au Soleil qui change). Ce sont les deux situations intermédiaires

3 Ça tourne pas droit

sur le premier schéma au-dessus. La limite ombre-soleil passe exactement par les pôles. À ce moment-là, les jours et les nuits ont la même durée partout sur la Terre. C'est ce qu'on appelle les **équinoxes** (*equi* : égal, *noxe* : nuit).

4 Ça tourne pas rond

4.1 Les lois de Kepler

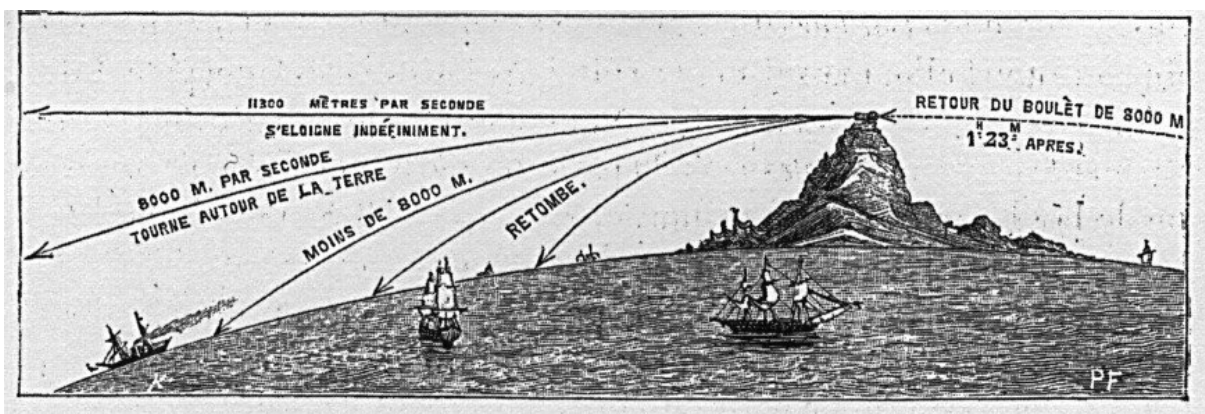
Mais au fait, pourquoi les planètes tournent autour du Soleil ?

4.1.1 Le canon de Newton

Imaginez que vous lanciez un objet horizontalement devant vous : il va finir par retomber sur Terre. Vous le savez, c'est à cause de la **force de gravitation**.

Maintenant, lancez-le plus fort : il retombera bien plus loin. En fait, il suit une trajectoire plus ou moins courbée selon la vitesse que vous lui donnez.

Maintenant, vous savez aussi que la Terre est ronde, elle a donc une certaine courbure. Imaginez alors que vous lanciez votre objet assez fort pour que la courbure de sa trajectoire soit égale à celle de la Terre, qu'observeriez-vous ? Tout simplement que votre objet fera le tour de la Terre ! En fait, il suivra une trajectoire courbée vers le bas, mais comme la surface de la Terre est aussi courbée, un terrien verra tout simplement l'objet rester à la même hauteur par rapport au sol. Et si on supprime les frottements de l'air, il continuera ainsi indéfiniment son mouvement autour de la Terre : on dit alors qu'il s'est mis **en orbite**. Cette expérience de pensée est connue sous le nom de « canon de Newton ».



->

L'expérience du canon de Newton, dans *Astronomie Populaire* (Camille Flammarion) <-

Cette expérience de pensée, c'est Newton qui la décrit dans son livre *Les Principia* :

Ainsi, si un boulet de canon était tiré horizontalement du haut d'une montagne, [...] en augmentant la vitesse de ce corps, on augmenterait à volonté le chemin qu'il parcourerait avant de retomber sur la Terre, et on diminuerait la courbure de la ligne qu'il décrirait ; en sorte qu'il pourrait ne retomber sur la Terre qu'à la distance de 10, de 30 ou de 90 degrés ; ou qu'enfin il pourrait circuler autour, sans y retomber jamais, et même s'en aller en ligne droite à l'infini dans le ciel.

-> Newton, *Principia mathematica* ->

C'est ce qui arrive à la Lune : elle a une certaine vitesse, qui la fait aller en ligne droite, mais elle subit la force d'attraction gravitationnelle de la Terre, qui courbe sa trajectoire. Mais, tout comme notre objet de tout à l'heure, sa vitesse est telle qu'elle ne retombe jamais sur Terre, elle se retrouve en orbite circulaire autour de celle-ci.

Idem pour toutes les autres planètes, dont la Terre : elles sont toutes en orbite autour du soleil, à cause de la force de gravitation exercée par le Soleil. (C'est cette **universalité de la gravitation** qui a été découverte par Newton : le fait que la pomme tombe sur la Terre et le fait que la Lune tourne autour sont dus à la même cause, la gravitation).

Or, par la même raison qu'un projectile pourrait tourner autour de la Terre par la force de la gravité, il se peut faire que la Lune par la force de gravité, soit détournée à tout moment de la ligne droite pour s'approcher de la Terre, et qu'elle soit contrainte à circuler dans une courbe.

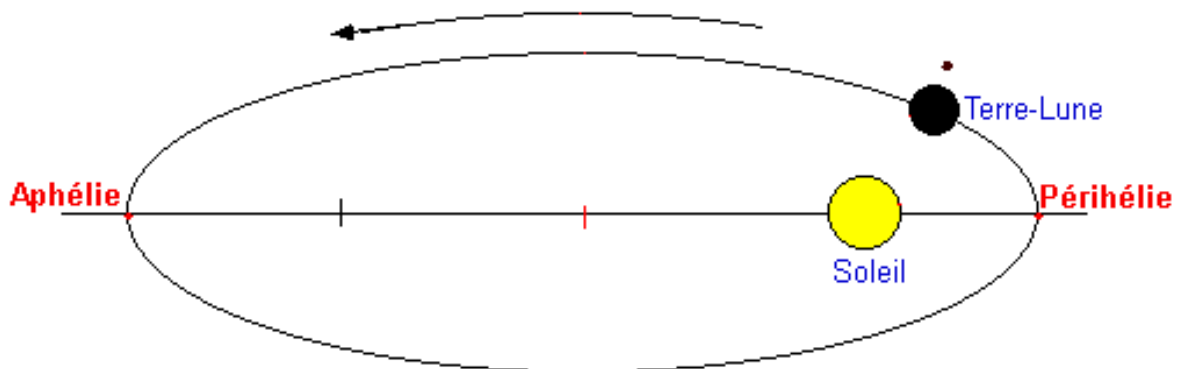
-> Newton, *Principia mathematica* ->

Comme l'a dit le poète Paul Valéry, « il fallait être Newton pour voir que la Lune tombe, alors que tout le monde voit bien qu'elle ne tombe pas ».

4.1.2 La première loi de Kepler

Mais ce n'est pas aussi simple que cela. Imaginez que vous lanciez votre objet, non pas horizontalement, mais avec un certain angle vers le haut : vous le verriez monter, ralentir puis finalement redescendre en accélérant.

Pour nos planètes, c'est pareil. Rien ne les oblige à suivre une trajectoire circulaire, bien parallèle à la surface du Soleil. Elles ont une orbite qui les entraîne tantôt loin du Soleil, tantôt proche, selon une trajectoire un peu aplatie qu'on appelle une **ellipse**.



->

La trajectoire elliptique de la Terre <-

Quelques points de vocabulaire :

- contrairement au cercle, une ellipse ne peut pas être définie par son rayon. Comme elle est légèrement aplatie, il faut donner la longueur de son **grand axe** et de son **petit axe**.
- en plus de son centre, il existe deux points spéciaux sur son grand axe : les **foyers de l'ellipse**. Le soleil occupe justement un de ces foyers.

- la distance Terre–Soleil n’est pas constante. Sur sa trajectoire, la Terre passe donc par sa position la plus proche du Soleil (**le périhélie**) et sa position la plus éloignée (**l’aphélie**).

La Terre atteint son périhélie le **2 janvier** et son aphélie le **2 juillet**.

C’est à **Kepler** que revient l’honneur d’avoir déterminé la forme de la trajectoire des planètes.

[[information]] | **Première loi de Kepler**

| Les planètes suivent une trajectoire elliptique, dont le Soleil occupe un des foyers.

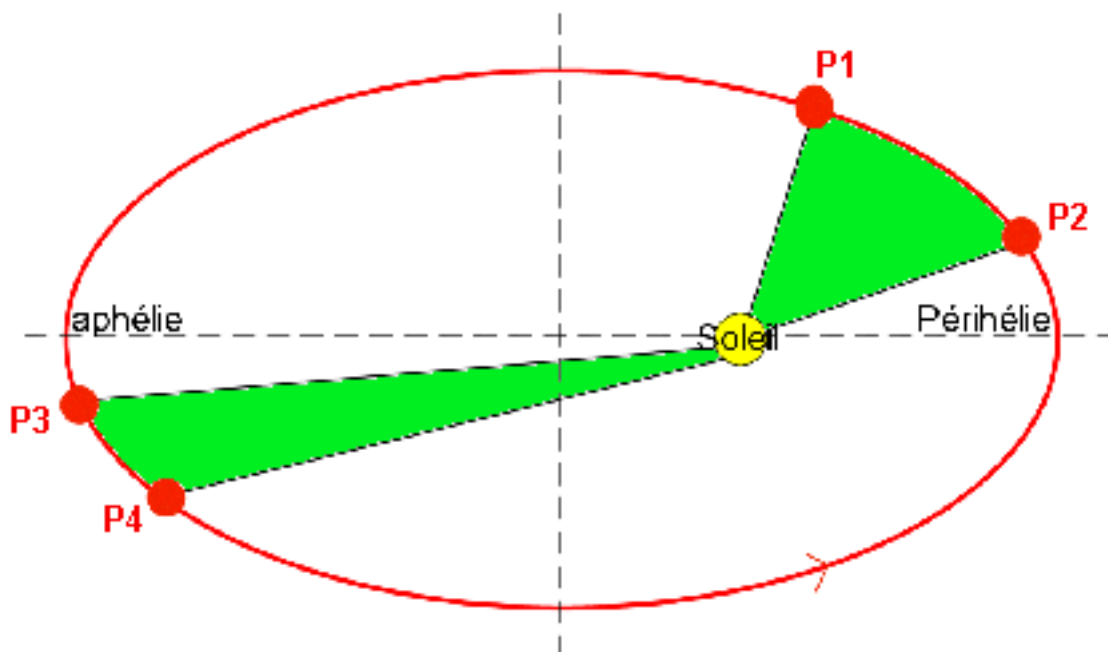
Attention : le schéma ci-dessus n’est absolument pas à l’échelle. La trajectoire de la Terre est très proche d’un cercle, elle n’en diffère que de quelques dixièmes de pourcent (son demi-grand axe fait **149 millions de kilomètres**, alors que son demi-petit axe en fait **148,99**).

Imaginons qu’on dessine un cercle de un mètre de rayon : si le grand axe de la trajectoire de la Terre fait un mètre, la différence entre le cercle et l’ellipse est contenue dans l’épaisseur du trait de crayon représentant le cercle !

Par contre, comme le Soleil n’est pas au centre de l’ellipse, il y a bien une différence entre le périhélie (147 millions de kilomètres) et l’aphélie (152 millions). Sur le dessin avec un grand axe de un mètre, le Soleil serait à 1,69 cm du centre.

4.1.3 La deuxième loi de Kepler

Nous avons vu qu’un objet lancé vers le haut ralentit, puis accélère en redescendant sur Terre. Il en est de même pour les planètes, leur vitesse n’est pas constante. Elles ralentissent lorsqu’elles s’éloignent du Soleil (vers leur aphélie) et accélèrent en « redescendant » vers leur périhélie. La vitesse de la Terre oscille par exemple entre 29,291 km/s et 30,287 km/s.



->

<-

Ainsi, sur ce schéma, la Terre va moins vite lorsqu’elle est au point P3 que lorsqu’elle est au point P1.

Encore une fois, c’est Kepler qui va trouver la loi mathématique qui permet de relier ces vitesses. Elle est connue sous le nom de « **loi des aires** ». En effet, cette loi s’énonce de la manière suivante :

[[information]] | **Deuxième loi de Kepler**

| Si une planète met le même temps pour parcourir la distance P2-P1 et la distance P3-P4, alors les aires colorées en vert sont les mêmes.

4.1.4 La troisième loi de Kepler

La trajectoire d'une planète est donc un équilibre entre sa vitesse qui tend à la faire aller en ligne droite, et la force de gravitation qui l'attire vers le Soleil. Or, plus on s'éloigne du Soleil, plus la force d'attraction est faible. Par conséquent, une vitesse plus petite suffira pour maintenir la planète en orbite (une vitesse plus grande l'entraînerait à quitter le système solaire).

Ainsi, Mars va moins vite que la Terre (**26,5 km/s**), et Jupiter *encore* moins vite (**13,7 km/s**). Ce qui fait qu'elles mettent plus de temps à faire un tour complet du Soleil (ce qu'on appelle la **période de révolution**) : **2 ans** pour Mars, **12** pour Jupiter et... **165 ans** pour Neptune.

C'est encore Kepler qui, par sa troisième loi, va trouver le lien entre la période de révolution et la distance de la planète au Soleil :

[[information]] | **Troisième loi de Kepler**

| Soit T la période de révolution et a le demi-grand axe. Alors pour toutes les planètes, on a :

|

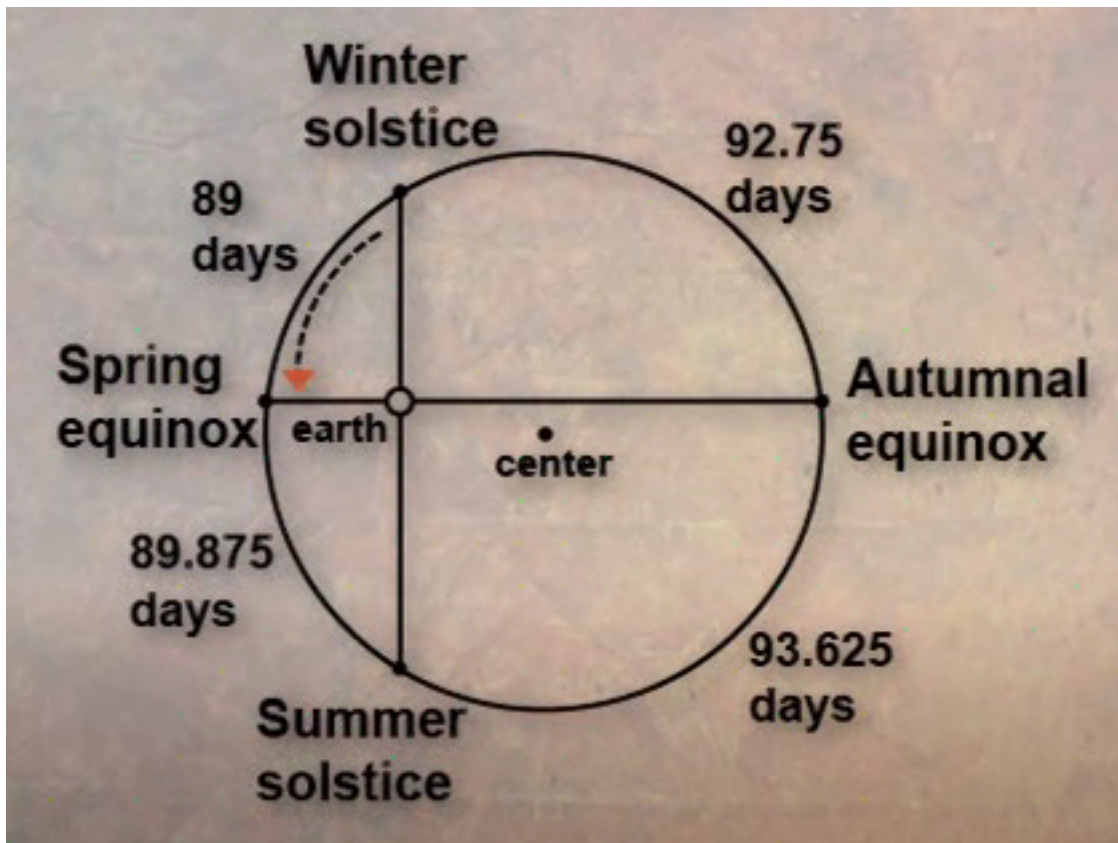
$$\frac{T^2}{a^3} = \text{constante}$$

Cette loi est très importante pour l'astronomie. Imaginez, il suffit de connaître la période de révolution d'une planète (qui est une donnée observable) pour connaître sa distance au Soleil. C'est ainsi que l'on a pu connaître les dimensions du système solaire !

4.2 Le calendrier

Cette vitesse variable de notre planète peut se lire sur notre calendrier. Prenez votre calendrier et comptez les jours entre deux solstices et entre deux équinoxes. **Vous n'obtiendrez pas les mêmes résultats.** Il y a donc une dissymétrie entre la période entre deux équinoxes et celle entre deux solstices.

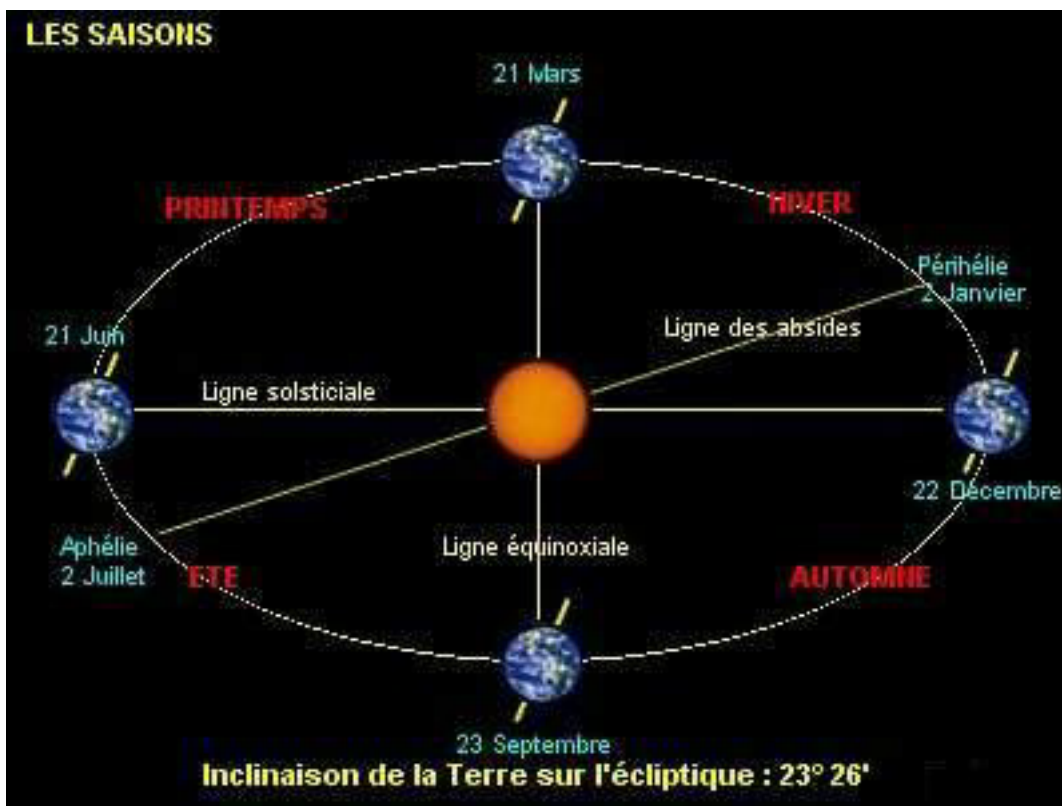
À l'époque où on plaçait la Terre au centre de l'Univers et où l'on pensait, pour des raisons esthétiques, que le ciel ne pouvait être le lieu que de beaux mouvements circulaires, les astronomes s'arrachaient les cheveux pour expliquer ce phénomène :



->

<-

Maintenant, grâce à Kepler, on comprend mieux :



->

<-

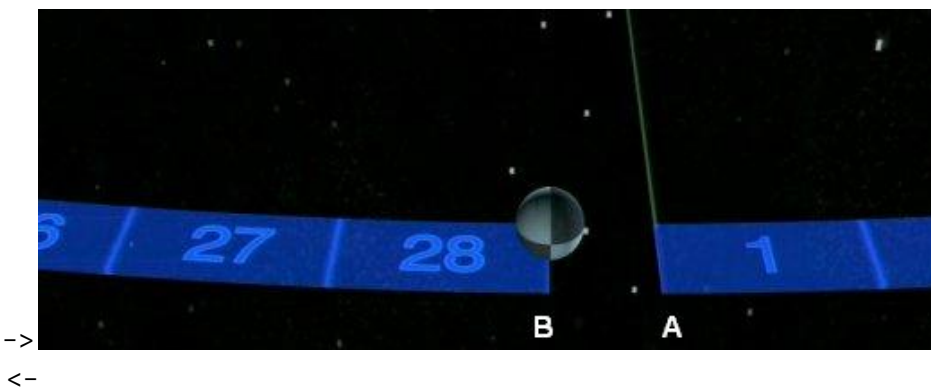
[[attention]] | Remarquez que nous sommes au plus près du Soleil en janvier, pendant qu'il fait froid par chez nous (dans le nord, j'entends). Ce n'est donc définitivement pas la distance au Soleil qui nous donne nos saisons, mais l'inclinaison de l'axe de la Terre, comme nous l'avons vu

précédemment.

4.2.1 Et pour un jour de plus...

Mais ce n'est pas la seule conséquence de l'astronomie sur notre calendrier. Vous en connaissez tous une autre : **les années bissextiles**.

Nous avons dit que la Terre tourne autour du Soleil en 365 jours. Ce n'est pas tout à fait vrai : en fait c'est 365,25 jours, c'est-à-dire 365 jours et 6 heures. Voyons cela sur un schéma :



- L'année commence au point A.
- Au bout d'un jour, la Terre a tourné sur elle-même, et a avancé sur son orbite.
- Au bout de 365 jours, elle a donc tourné 365 fois sur elle-même, et avancé d'une certaine distance.
- Mais voilà, cette distance ne fait pas un tour complet, la Terre n'est pas revenue au point A, mais au point B. Il lui manque 6 heures pour boucler sa boucle.

Comme on ne va pas laisser un trou dans le calendrier, l'année suivante commence donc au point B. Et ce décalage va s'accumuler au cours des années : l'année suivante commencera encore plus tôt.

Cela ne poserait pas de problème s'il n'y avait pas les saisons. Seulement là, si on continue le décalage, vous finiriez par avoir la neige en juillet, et fêter Noël en maillot de bain...

C'est **Jules César** qui va nous sauver. C'est à son époque qu'on appliquera une solution : comme on se décale d'un quart de jour par an, au bout de 4 ans, il manquera un jour complet. Il suffit alors de rajouter un jour à la fin de l'année pour compenser ce retard. Tous les 4 ans, on aura donc une année de 366 jours. C'est le **calendrier julien**.



[[attention]] | Mais ce n'est pas le 31 décembre qu'on rajoute un jour !!

Eh non, il se trouve que le calendrier romain commençait en mars ! La fin de l'année était en février, c'est donc un **29 février** qu'on rajoutera tous les 4 ans.

Mais ce n'est pas exactement ce qu'ont fait les Romains. Leur mois de février comptait 28 jours, mais au lieu de rajouter un 29 février, ils ont doublé le jour du 23 février, le sixième jour avant le début du mois suivant. Ce jour s'appelait *ante diem sextum Kalendas Martias* (sixième jour avant les calendes de mars). Le jour doublé s'appellera donc *ante diem bis sextum Kalendas Martias*. C'est de là que vient le mot *bissextile*.

4.2.2 C'est pas fini

Ah, si c'était aussi simple... Mais la Terre n'a aucune raison de se plier à notre manière de compter le temps et de caler sa trajectoire sur un nombre rond d'heures...

En fait, la Terre ne fait pas un tour complet en 365 jours et 6 heures, mais en **365 jours 5 heures 48 minutes et 45 secondes**. Petite différence, certes, mais qui au cours des siècles, finira par donner un décalage de plusieurs jours. Ainsi, dans le calendrier julien, l'équinoxe de printemps était le 25 mars, et en 325, on s'aperçut qu'il tombait le 21 mars. On imputa ça à une erreur de calcul des anciens, et on conservera donc la date du 21 mars.

Mais en 1562, on avait de nouveau accumulé 10 jours de décalage. Le pape Grégoire XIII décide alors d'appliquer la réforme du **calendrier grégorien** (que l'on utilise aujourd'hui) :

- il faut tout d'abord **supprimer ces 10 jours** ! Ainsi, par exemple en France, le 4 octobre 1582 sera immédiatement suivi du 15 octobre. Si vous aviez votre anniversaire entre ces deux dates... tant pis pour vous...
- pour éviter un nouveau décalage, il faut **supprimer 3 jours bissextiles sur 100**. On décide alors de ne pas ajouter un 29 février toutes les fins de siècle, sauf tous les 400 ans. Ainsi, 1600 sera bissextile, 1700, 1800 et 1900 ne le seront pas, et l'an 2000 le sera. L'an 2100 ne le sera pas, etc.

Mais les pays protestants et orthodoxes, n'étant pas sous l'autorité du Pape, resteront au calendrier julien, ce qui fera dire à Voltaire qu'ils « préfèrent être en désaccord avec le Soleil plutôt que d'être d'accord avec le Pape ». Mais ces pays finiront finalement par adopter le calendrier grégorien.

Le cas de la Suède est d'ailleurs assez cocasse. Ce pays décide de passer progressivement d'un calendrier à l'autre, en supprimant les années bissextiles pendant 40 ans. Ainsi, 1700 ne sera pas bissextile, mais suite à une erreur, 1704 et 1708 le resteront. La Suède se retrouve donc décalée d'un jour par rapport au calendrier julien, mais aussi grégorien ! Elle décide alors de revenir au

calendrier julien en rajoutant 2 jours à l'année 1712. Cette année comportera donc en Suède un **30 février**. La Suède décide finalement de passer au calendrier grégorien en 1753 en supprimant 11 jours entre le 17 février et le 1er mars. Comment faire simple...

La Chine sera le dernier pays à passer au calendrier grégorien en **1930**, précédée par l'**URSS** en **1921**. C'est pour cela que ce que les russes appellent **la Révolution d'Octobre** (1917) a en fait eu lieu en septembre dans notre calendrier.

Malgré cela, l'Eglise orthodoxe continue à utiliser le calendrier julien, ce qui explique que la Pâques et la Noël grecque et russe par exemple n'ont pas lieu le même jour que dans le reste du monde.

Vous trouvez cela compliqué ? Et encore, je ne vous ai pas tout dit. Savez-vous qu'il existe plusieurs définitions de l'année ? Entre **année civile**, **année tropique**, **année anomalistique** et autres bizarreries, **on n'est pas sorti de l'auberge** !

[[question]] | D'ailleurs, êtes-vous sûrs d'avoir fêté votre anniversaire le bon jour cette année ?

Vous en serez un peu moins sûrs après avoir regardé cette vidéo...

->!(<https://www.youtube.com/watch?v=S8HHX0941Ac>)<-

5 Les astres vagabonds

5.1 La valse des planètes

On a donc vu que le Soleil rythme nos journées, que les étoiles rythment nos saisons... À voir cette « influence » du ciel sur les choses terrestres, les hommes de l'Antiquité ne doutaient pas un seul instant que ce fût là l'œuvre des Dieux qui, dans leur bienveillance, ont bien voulu mettre à disposition des hommes ce calendrier cosmique.

« Il a fait la Lune pour fixer les fêtes, et le Soleil qui sait l'heure de son coucher. »

-> (Psaume, 104 :19) ->

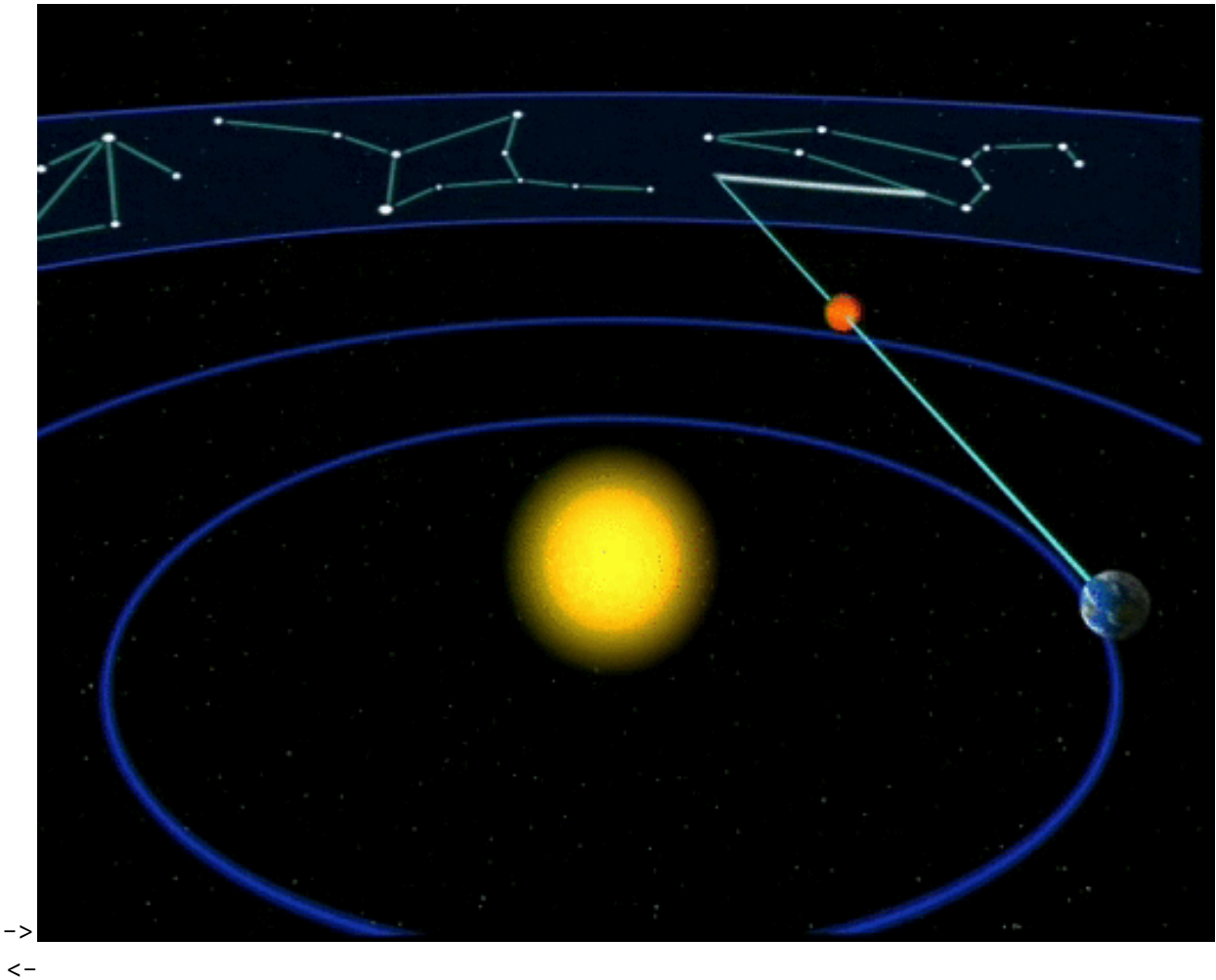
Oui, mais voilà, dans ce beau ballet bien ordonné, il y avait quelque chose qui clochait. Oh, pas grand chose, rassurez-vous : cinq malheureux petits astres qui erraient dans le ciel, à des vitesses différentes des autres, parfois même rebroussaient chemin, changeaient d'éclat dans le temps... Bref, ces vagabonds refusaient de rentrer dans le rang.

[[information]] | Vagabond se dit *planètes* en grec. Vous devez commencer à vous douter qui sont ces astres perturbateurs...

Gagné ! Ces sales gosses, ce sont les cinq planètes visibles à l'oeil nu : **Mercury, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne**. Nous savons aujourd'hui que ces planètes tournent autour du Soleil, tout comme nous, mais à des vitesses différentes. Ce qui explique que vu de la Terre, leur mouvement peut sembler assez tarabiscotté. Voyons pourquoi avec quelques exemples...

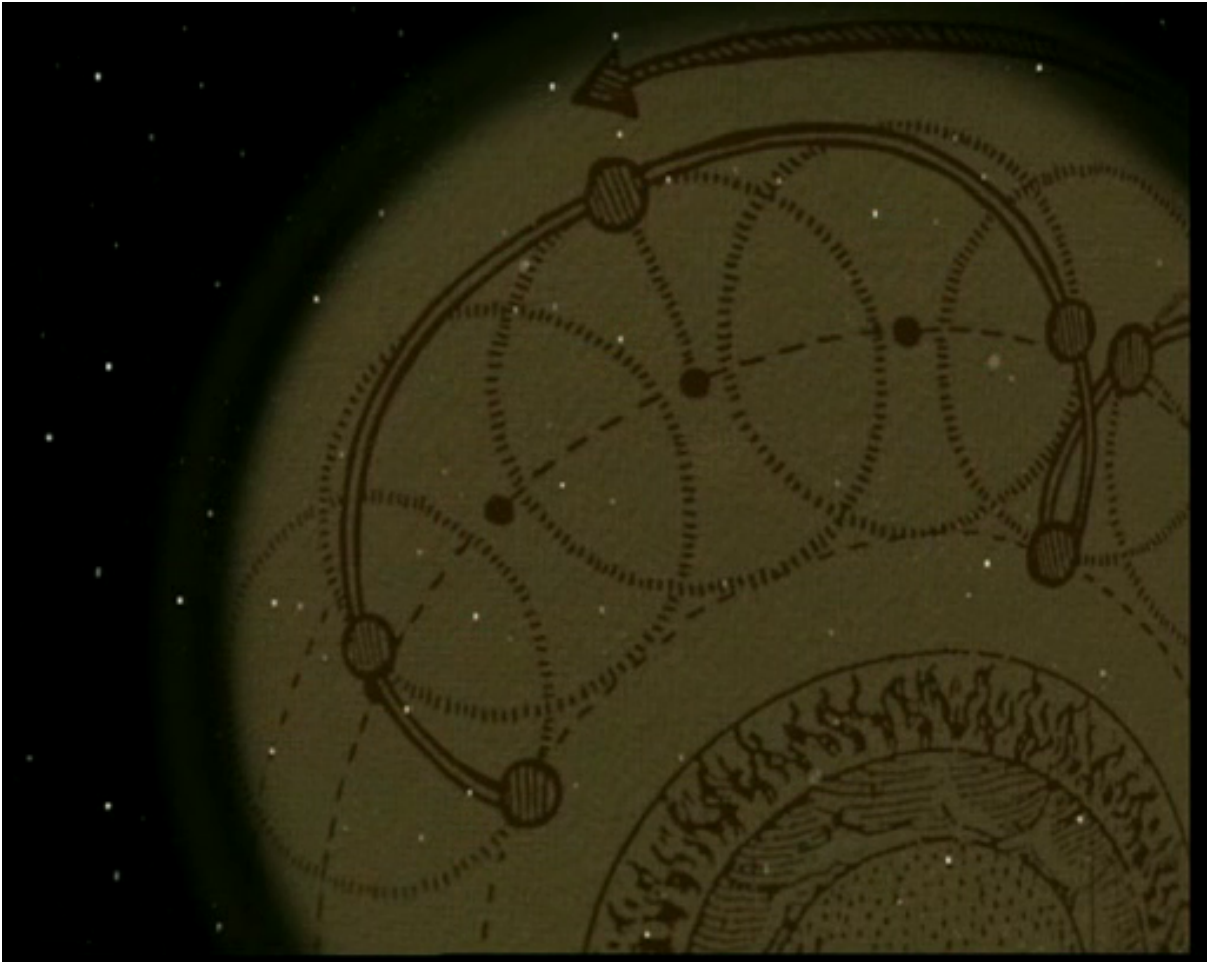
5.1.1 La planète rouge

Nous avons vu que Mars allait moins vite que nous et qu'elle mettait 2 ans à faire un tour complet. Tous les ans, nous rattrapons donc Mars. Pendant la manoeuvre de dépassement, regardez ce qui se passe vu de la Terre :



De notre point de vue, Mars semble revenir en arrière sur son orbite, alors qu'il n'en est rien. Le même phénomène se produit lorsque vous êtes en voiture : lorsque vous dépassez un cycliste, de votre point de vue, vous le voyez partir vers l'arrière.

De plus, la distance entre la Terre et Mars change au cours du temps : minimale quand les deux planètes sont en conjonction (du même côté du Soleil), maximale quand elles sont en opposition par rapport au Soleil. Ce qui entraîne que Mars brille plus ou moins fort dans le ciel. Pour expliquer tous ces phénomènes, les anciens qui croyaient au géocentrisme ont dû inventer des théories compliquées, à base de cycles et d'épicycles...



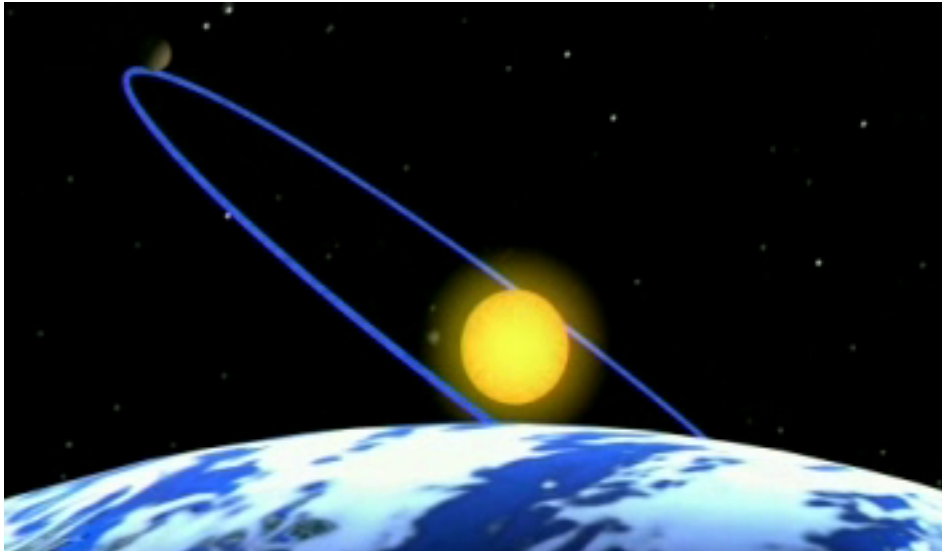
-> La trajectoire de Mars selon Ptolémée <-

5.1.2 L'étoile du berger

Prenons maintenant le cas de **Vénus**. Tiens, imaginons qu'il soit midi. Le Soleil est haut dans le ciel. Si je vous demande : « Où est Vénus ? », que me répondez-vous ?

Visualisez le système solaire : Vénus est une **planète intérieure**, son orbite est plus proche du Soleil que la nôtre. Ce qui doit vous donner un indice pour répondre à ma question : Vénus est actuellement dans le ciel, proche du Soleil ! En fonction de sa position actuelle, elle peut être à droite du Soleil, peut-être à gauche, peut-être derrière... en tout cas, elle est là, quelque part sous vos yeux, cachée par l'éclat du Soleil...

Alors, quand peut-on la voir ? On ne la verra jamais à minuit par exemple. À minuit, on est dos au Soleil, donc dos à Vénus. Non, on peut la voir tôt le matin par exemple, juste avant le lever du Soleil : dans ce cas, il faut la chercher à l'est, là où le Soleil va se lever. Dans ces moments-là, c'est l'objet le plus lumineux qu'on observe le matin, ce qui lui a valu le nom d'**étoile du berger** (mais ce n'est pas une étoile, bien sûr). On peut la voir aussi parfois le soir, à l'ouest, juste après que le Soleil se soit couché... mais on ne la verra jamais au nord ou au sud par exemple.



->

Vénus visible juste après le coucher de Soleil <-

Et puis, pendant certaines parties de l'année, on ne la verra pas. Elle sera alors trop proche du Soleil pour pouvoir être visible.

Mars, par exemple, vous pouvez avoir l'occasion de l'observer à minuit, vu que c'est une planète extérieure. Mais elle peut aussi disparaître de votre vue, lorsqu'elle est de l'autre côté du Soleil (souvenez-vous alors qu'elle se balade dans le ciel diurne, incognito).

Peut-on observer Mars et Vénus l'un à côté de l'autre ? On parle dans ce cas-là de **conjonction planétaire**. A priori on dirait que non, l'une étant intérieure à notre orbite, l'autre étant extérieure. Pourtant, visualisez encore une fois le système : si la Terre est en bas, et que Mars et Vénus, chacune sur leur orbite, se trouvent toutes les deux à gauche du Soleil, vous pourrez les voir côte à côte cette nuit, après le coucher du Soleil...

5.1.3 Jupiter

Jupiter met 12 ans à faire un tour complet du Soleil. Dans un an, elle n'aura donc bougé que de 30° . Son mouvement est imperceptible, et pourtant dans 6 mois, vous ne la verrez plus. Mais c'est parce que la Terre se retrouvera de l'autre côté du Soleil. Jupiter se baladera alors incognito dans le ciel diurne. Dans un an par contre, vous la retrouverez, fidèle au poste, à un angle de 30° par rapport à là où vous la voyez actuellement, à la même heure.

Pourquoi je dis « à la même heure » ? Parce que souvenez-vous que vous tournez sur vous-mêmes en ce moment. Et de votre point de vue, c'est toute la sphère céleste qui fait un tour complet en un jour. Jupiter n'a aucune raison de ne pas suivre le mouvement. Donc même si elle est pratiquement immobile sur son orbite, vous la voyez également se lever, passer haut dans le ciel, et se coucher derrière l'horizon à l'ouest.

5.1.4 La chasse aux planètes

Voilà la gymnastique intellectuelle que vous devez accomplir lors de votre observation du ciel. Vous devez **vous extraire par la pensée du manège dans lequel vous êtes** pour imaginer la valse des planètes vue de l'extérieur.

[[question]] | Mais alors, où a-t-on le plus de chance de trouver les planètes ?

Toutes les planètes tournent autour du Soleil à peu près dans le même plan, appelé **l'écliptique**. Vous aussi vous tournez dans ce plan. Mais où se trouve-t-il, ce plan ? Comment le visualiser ? Tout simplement en visant le Soleil. Pendant la journée, étendez votre bras et balayez la course du Soleil avec votre bras tendu : de l'est, en passant par le sud, et en finissant à l'ouest, là où le Soleil va se coucher. Ça y est, vous venez de balayer le plan de l'écliptique. Cette nuit, **c'est dans cette même portion du ciel que vous pourrez partir à la quête des planètes.**

Ne cherchez pas au nord, aucune planète ne peut s'y trouver. Et à minuit, inutile de chercher Mercure ou Vénus, ils ne sont plus là...

Pour observer les planètes, il faudra vous fier à **un site d'astronomie** pour savoir si elles sont visibles aujourd'hui, ou si elles ont décidé de rejoindre le Soleil dans sa course diurne. Ces sites vous permettront d'avoir aussi l'agenda des étoiles : phénomènes astronomiques, conjonctions, phases de la lune, etc.

Je vous conseille le blog [Autour du ciel](#) qui vous donnera mois par mois l'agenda de l'Univers.

Voici un exemple d'observation que l'on peut faire :



->

Une belle conjonction Vénus-Saturne, en janvier 2016

(blog [Autour du ciel](#)) <-

Une conjonction aussi serrée est assez rare. En effet, les planètes ne tournent pas exactement dans le même plan que la Terre, mais avec chacune une très légère inclinaison par rapport à l'écliptique. Comme sur la photo, les planètes peuvent être visibles un peu au-dessus de l'écliptique, mais parfois au-dessous. La conjonction aussi serrée est obtenue lorsque les deux planètes traversent le même plan au moment où elles s'alignent par rapport à la Terre. Hasard assez rare pour être souligné...

En tout cas, avec ce chapitre, j'espère vous avoir un peu aidé à comprendre ce que vous voyez dans le ciel, et à imaginer la valse des planètes...

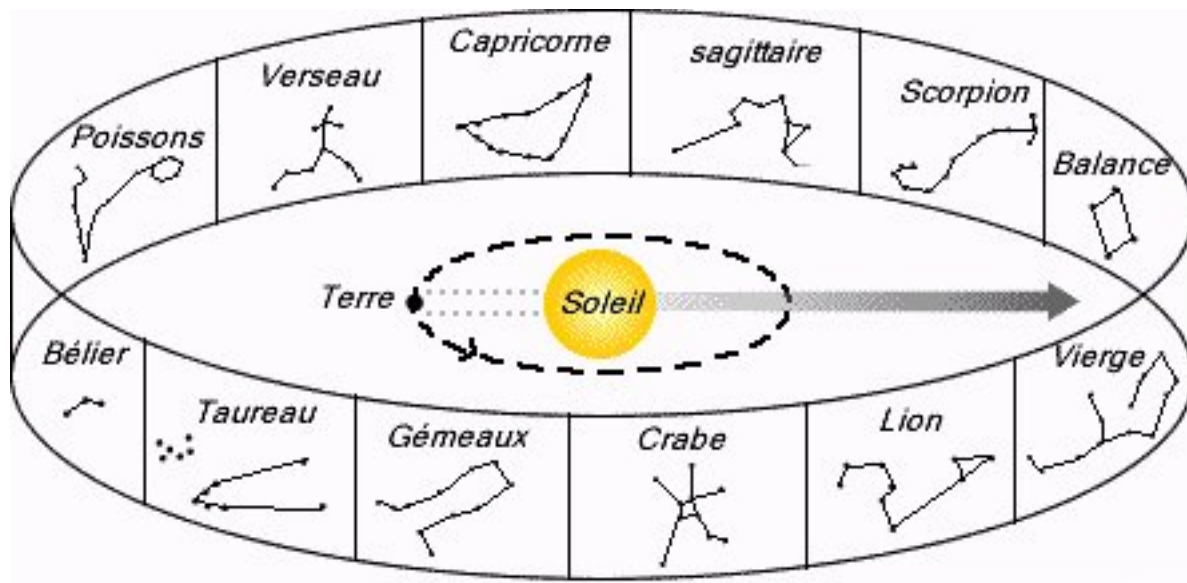
5.2 Un peu d'astrologie

Mais à l'époque, ces astres ont laissé perplexes bien des astronomes. On les a vite assimilés à des messages divins, et il fallait les déchiffrer (si quelqu'un vient vous annoncer une catastrophe naturelle, vous serez bien content de pouvoir le comprendre :p).

Il fallait donc prédire leur position au cours du temps. Pour faciliter leur repérage, les Mésopotamiens vont diviser le ciel (360°) en douze secteurs de 30° chacun, qu'ils associeront à douze constellations : ce sera le **Zodiaque**.

[[question]] | Hein, mais pourquoi que 12 constellations ? Il y en a plein d'autres dans le ciel !

Oui mais ces constellations-là sont un peu spéciales : vous savez maintenant que les planètes tournent autour du Soleil, à peu près dans le même plan. Eh ben le zodiaque, ce sont les constellations qui se situent dans ce plan. Ce sera plus clair avec un schéma :



->
<-

La terre et les autres planètes tournent dans le même plan. Ainsi, lorsqu'on regarde Mars depuis la Terre, elle peut se trouver **devant la constellation du Verseau, des Poissons,...** mais elle

ne passera jamais devant la Grande Ourse par exemple, qui se situe au Nord, donc au dessus de l'écliptique. Idem pour le Soleil qui, dans le schéma, se trouve dans le secteur de la Balance.

[[information]] | Lorsque le Soleil est en Balance, on dit que ceux qui naissent à ce moment-là sont du signe astrologique Balance (enfin pas exactement, j'y reviens plus tard)

C'est pour ça qu'aucun de vous n'est du signe de la Grande Ourse...

Grâce à ces secteurs, les astronomes pouvaient mieux repérer les planètes, en leur donnant une latitude (élévation par rapport au plan de l'écliptique) et une longitude par secteur (angle par rapport au début d'un secteur) : ainsi on pouvait dire que Vénus se trouve à 3° de latitude positive, et à 20° de longitude dans le secteur du Capricorne.

Les Égyptiens rajouteront une autre subdivision, en fonctions d'astres qui apparaissent tous les dix jours : **les décans**.

Pour info, l'**ascendant** est le point de l'écliptique (donc du zodiaque) qui se lève à l'horizon à l'est à l'heure de la naissance (Horoscope signifie « *qui regarde l'heure (de naissance)* » en grec)

5.2.1 Les horoscopes

Ce sont les Mésopotamiens qui donneront aux planètes des noms de dieux, tradition qui sera reprise plus tard par les Grecs et les Romains : Marduk pour Jupiter, Ishtar pour Vénus, Nabu pour Mercure, ... Le passage de ces planètes dans un secteur donné sera associé à une prédiction, bonne ou mauvaise : ainsi, des tablettes retrouvées à Ninive (Irak actuelle) et datant de -2600 nous renseignent sur plusieurs siècles d'observations de ces "astres mobiles" accompagnées de prédictions. On y lit par exemple : « *Le 14 de ce mois, Ishtar ne sera pas visible[...] C'est un présage de malheur pour les pays d'Elam et de Syrie* ». Ce sont en quelque sorte les premiers horoscopes.

A ses débuts, l'astrologie ne s'occupait pas des destins individuels, mais uniquement des événements concernant le royaume et le Roi. A partir du Vème siècle av. JC, lorsque la Mésopotamie est intégrée à l'Empire perse, cette astrologie d'Etat va disparaître et les prêtres-astronomes vont se mettre au service des individus. C'est à partir de ce moment qu'on voit apparaître le lien entre configuration céleste à la naissance d'une personne et prédiction sur son avenir.

Peut-être que les astronomes d'Etat, ayant perdu leur boulot de « fonctionnaires », ont décidé de se lancer... dans le privé.

Toujours est-il que cette tradition s'est transmise aux égyptiens, aux grecs, aux romains et... à nous. On notera d'ailleurs que les grands astronomes de la Renaissance, comme Kepler, se feront financer leurs travaux par les Rois pour leur écrire... leur horoscope.

[[information]] | Cicéron, au IIème siècle après JC, se posera les questions suivantes ; pourquoi des jumeaux, sensés avoir le même thème astral, peuvent avoir des destins très différents, et pourquoi les catastrophes naturelles touchent les personnes sans distinction, quel que soit leur destin astral.

Voilà, vous savez maintenant pourquoi on est si pressé le matin d'aller chercher son journal à la sortie du métro pour lire la page 16.

5.2.1.1 Décalage d'horoscope

Mais ce que je vous ai raconté n'est pas tout à fait vrai : l'axe de rotation de la terre n'est pas tout à fait fixe, comme nous l'avions dit, elle tourne un peu comme une toupie avec un cycle de 26 000 ans. C'est ce qu'on appelle **la précession des équinoxes**. En effet, nous avons vu que c'est l'axe

de la terre qui nous donne nos équinoxes, et donc notre calendrier. Il y a 4000 ans, l'équinoxe ne se situait donc pas au même point de notre orbite qu'aujourd'hui. À l'époque de l'invention des horoscopes, le Soleil était face à la constellation des Gémeaux au mois de juin : ceux nés en juin étaient donc gémeaux. Or, depuis, l'équinoxe s'est décalé. Au mois de juin, nous sommes donc maintenant face au Cancer, mais votre horoscope indique toujours Gémeaux !

La prochaine fois que vous croisez un fêru d'astrologie, demandez-lui donc quelques explications...

5.2.2 Comètes, éclipses et autres éléments perturbateurs

Les planètes ne sont pas les seules à jouer les trouble-fêtes dans le bel ordonnancement du ciel. D'autres astres imprévisibles viennent parfois perturber l'ordre du Cosmos. Ces petits corps, traînant une longue chevelure lumineuse, apparaissent parfois dans le ciel, pour disparaître quelques jours après. Ces astres chevelus, ce sont les comètes. Ce sont des petits corps rocheux constitués essentiellement de glace. À l'approche du Soleil, cette glace fond et un nuage de gaz et de poussières se forme alors.

[[information]] | Comète signifie chevelu en grec.

[[attention]] | On a tendance à penser que la comète avance en traînant sa queue derrière elle. En fait, les gaz et les poussières qu'elle éjecte sont poussés par le vent solaire, la queue de la comète est donc toujours dirigée dans la direction opposée au Soleil.

Autre phénomène exceptionnel : **les éclipses de Lune ou de Soleil**. Ces événements, bien que prévisibles par les astronomes, étaient signe de mauvais présage. En Assyrie, lorsqu'une telle éclipse était prévue, le roi quittait momentanément son trône et se faisait remplacer par un substitut, qui, selon les croyances, absorberait le mal. Ce substitut était d'ailleurs tué à la fin de l'éclipse pour conjurer le sort et le vrai roi pouvait reprendre sa place (pratique pour éliminer un prétendant au trône).

[[information]] | Lorsqu'on parle d'éclipse, on pense généralement aux aventures de Tintin dans l'album *Le Temple du Soleil* : capturé par les Incas, Tintin se sert d'une éclipse du Soleil pour effrayer ses ravisseurs et ainsi échapper au bâcher.

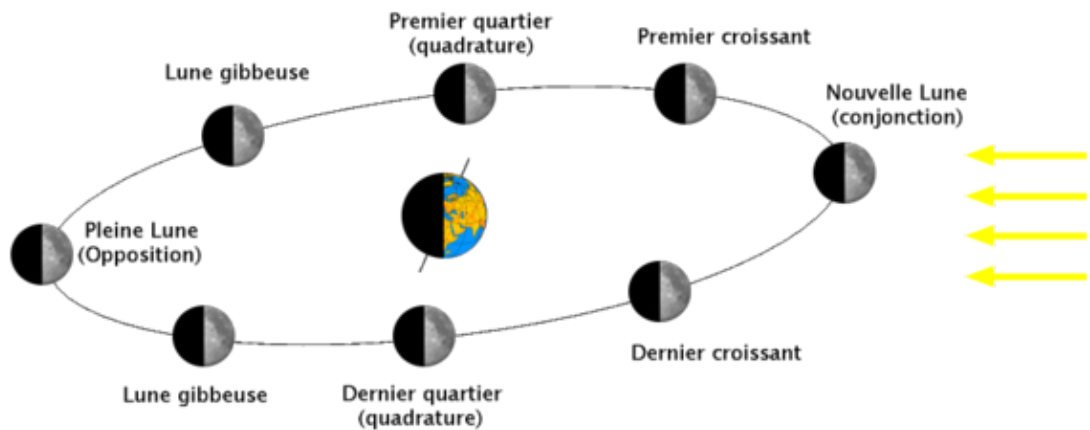
| **Ce récit est inspiré d'une aventure réellement arrivée à Christophe Colomb**. Lors de son dernier voyage aux Amériques, il se heurte à l'hostilité des indigènes. Sachant qu'une éclipse de Lune aurait lieu la nuit suivante, il convoque les habitants et menace de faire disparaître la Lune si ceux-ci ne coopèrent pas. Lorsque sa "prédiction" se réalise, les Indiens apeurés lui livrent toute la nourriture désirée.

En parlant d'éclipse, il est de temps de nous pencher sur notre compagnon de voyage le plus proche de nous : **la Lune**.

5.3 J'ai rendez-vous avec la Lune

La lune, vous ne pouvez pas la rater. Vous la connaissez tous, elle nous présente chaque jour un visage différent : premier quartier, demi-lune, pleine lune...

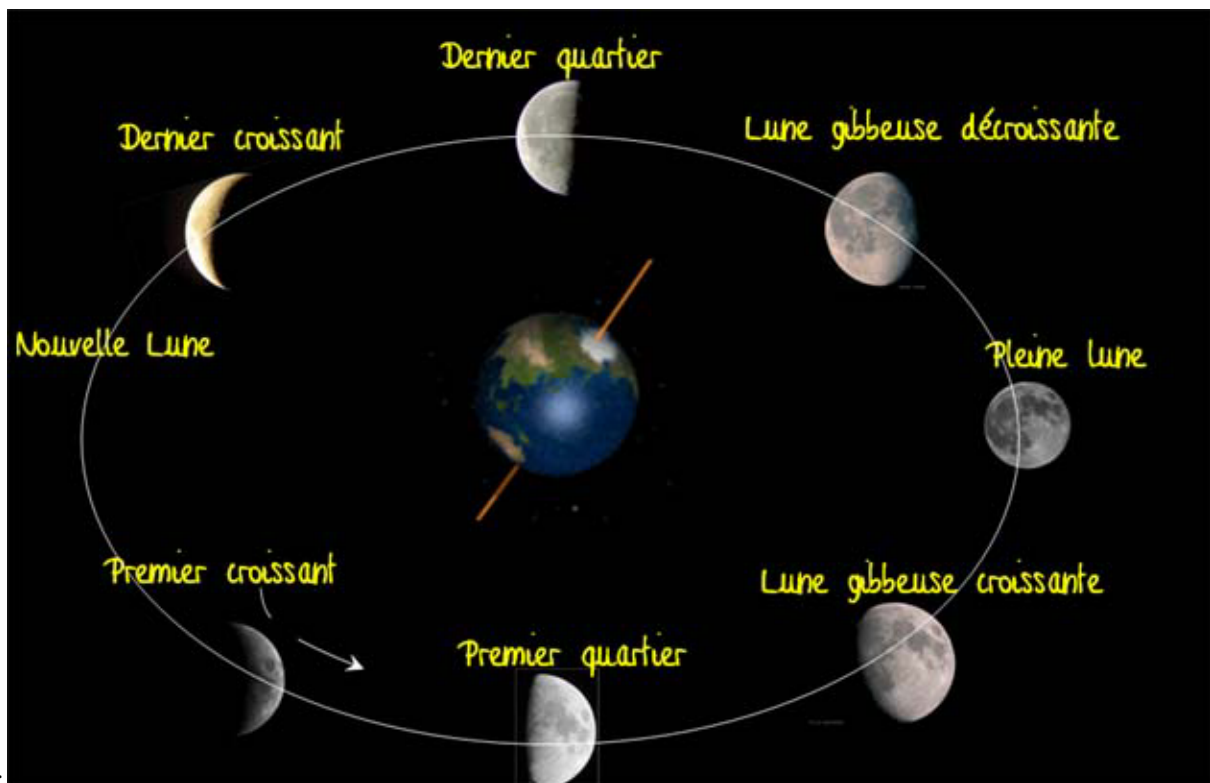
Vous savez sûrement pourquoi, je vais tout de même faire un rappel :



->
<-

La lune tourne autour de la terre en à peu près **28 jours**. Sa lumière, elle ne l'émet pas elle-même, elle ne fait que nous refléter la lumière du Soleil. Elle a donc toujours une face entièrement éclairée par le Soleil (cette face est donc bien évidemment tournée vers le Soleil).

Mais vu de la terre, voilà ce que ça donne :



->
<-

- Lorsque la lune est en opposition par rapport au Soleil, sa face éclairée est entièrement tournée vers la terre. Nous voyons donc un beau disque plein. C'est la **pleine lune**.
- Lorsqu'elle est du même côté que le Soleil, sa face éclairée est entièrement détournée de nous. C'est la **nouvelle lune**. Nous ne la voyons pas. Elle se trouve pourtant à ce moment-là sous nos yeux, proche du Soleil dans la journée.

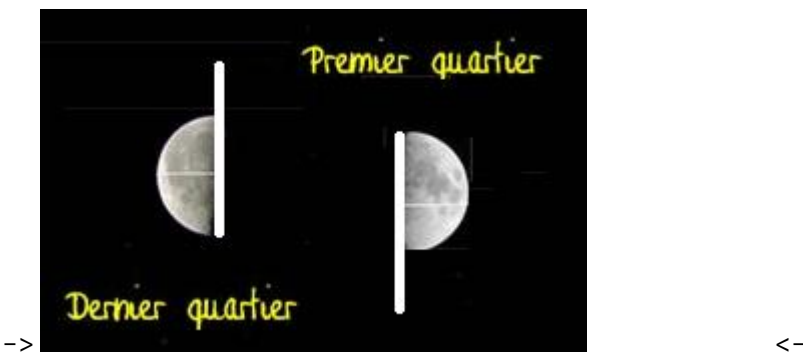
[[attention]] | D'ailleurs, on l'appelle *l'astre de la nuit*, mais pourtant **elle est aussi longtemps dans le ciel nocturne que dans le ciel diurne**. Vous avez sûrement déjà eu l'occasion de la voir dans la journée. Mais évidemment, à cause de l'éclat du Soleil, elle n'est pas aussi visible que la nuit.

Entre ces deux moments, elle nous présente un croissant qui grossit petit à petit de la nouvelle lune à la pleine lune, puis qui s'amincit de la pleine lune à la nouvelle lune. De la nouvelle lune, elle passe au premier croissant, puis au premier quartier (demi-lune) lorsqu'elle se trouve à 90° par rapport au Soleil, puis à la lune gibbeuse croissante, et enfin à la pleine lune.

Son éclat décroît alors petit à petit : lune gibbeuse décroissante, dernier quartier, dernier croissant, puis nouvelle lune.

[[question]] | Comment faire la différence entre le premier quartier et le dernier ?

Dans ces deux périodes, le croissant de lune est orienté différemment. Une petite règle simple permet de les différencier : prolongez par une barre la partie non bombée de la lune. Si vous formez un **P**, c'est le premier quartier, si vous formez un **D**, c'est le dernier quartier. Simple, non ?



Mais attention : cela n'est valable que dans l'hémisphère nord. Dans le sud, c'est le contraire !! Pourquoi ?

C'est toujours la même lune, elle n'a pas décidé d'un seul coup de se retourner bien sûr. Par contre, pour l'observer, vous devez regarder vers le plan équatorial. À Paris, vous regardez vers le sud, alors qu'à Sydney vous devez vous retourner vers le nord. Du coup tout votre champ de vision est inversé ! Là-bas, un **P** indiquera le dernier quartier : **la lune nous ment**.

Et proche de l'équateur ? Comme le Soleil, la lune passe pratiquement à la verticale. Et comme son croissant lumineux est dirigé vers le Soleil, qui est passé à la verticale sous l'horizon, le croissant est dirigé vers le bas, et donne l'image d'une barque.



À l'équateur, la Lune ne ment pas : elle nous mène en bateau...

5.3.1 Chasseurs de Lune

Où peut-on trouver la Lune ? Comme les planètes tout à l'heure, proche de l'écliptique. Mais plus précisément :

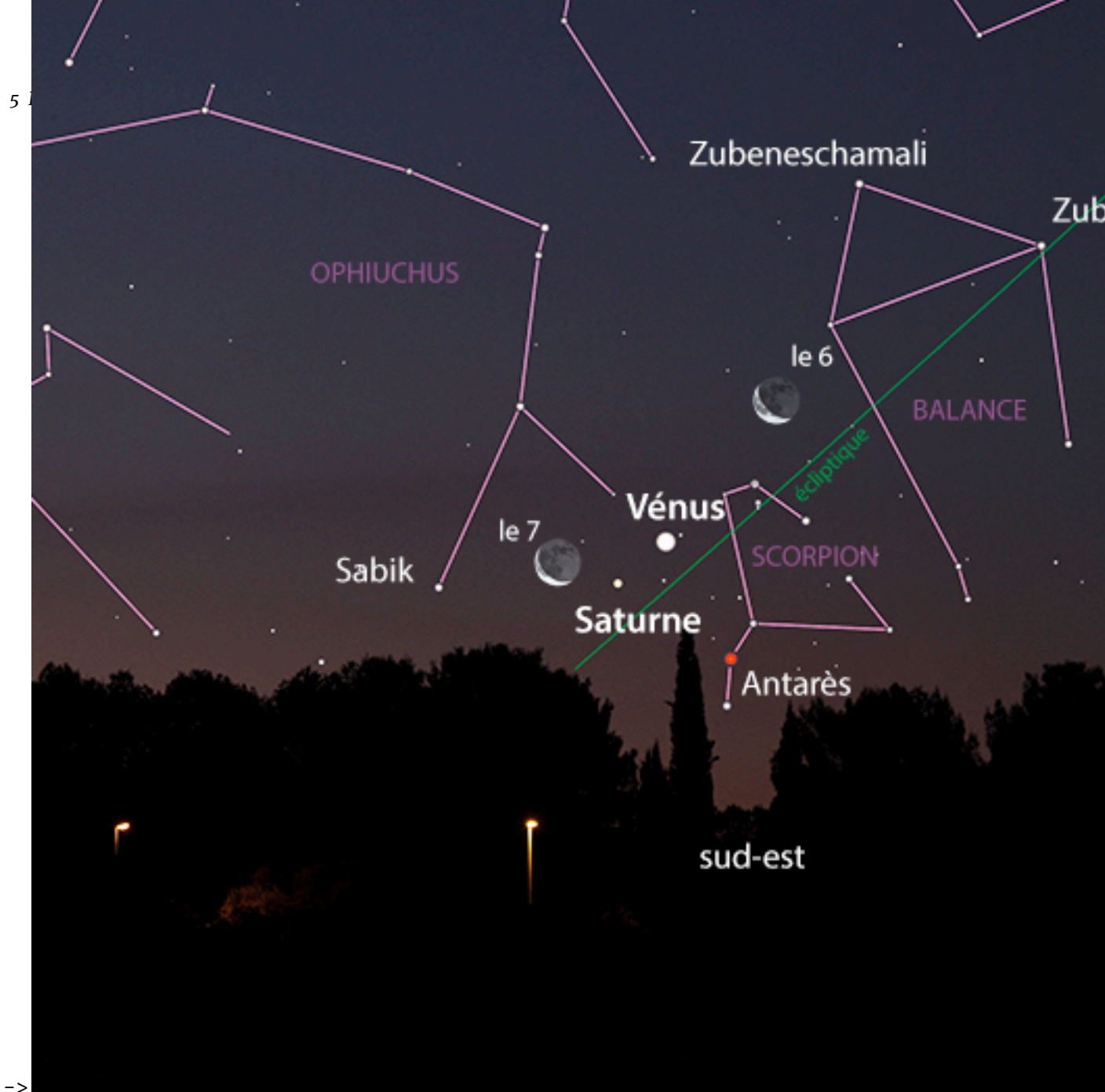
- la pleine lune est à l'opposé du Soleil. Au moment même où le Soleil se couche, la pleine lune se lève de l'autre côté. A minuit, elle sera au plus haut dans le ciel, au zénith, comme le Soleil à midi.
- la demi-lune croissante est à 90° du Soleil. Au moment où le Soleil se couche, la demi-lune est déjà au zénith. Pour la demi-lune décroissante, elle sera au zénith au lever du Soleil.

[[question]] | **Question : pourquoi la nouvelle lune, du même côté du Soleil, ne masque pas le Soleil chaque mois ?**

| Parce que, comme les planètes, son orbite est inclinée par rapport à l'écliptique. En phase de nouvelle lune, elle passe donc au-dessus ou au-dessous du Soleil. Mais parfois, dans ce mouvement de haut en bas, elle passe dans le plan de l'écliptique au moment de la nouvelle lune : c'est **l'éclipse du Soleil**.

La Lune, contrairement aux étoiles, se déplace donc autour de nous. Mais son mouvement est noyé dans la rotation quotidienne de la voûte céleste. Comment voir son mouvement ?

En bloquant le mouvement de la Terre ! Souvenez-vous, c'est comme avec les étoiles. Il faut regarder la Lune **d'un jour à l'autre, à la même heure**. Si les étoiles n'ont pratiquement pas bougé, **la Lune par contre ne sera pas au même endroit** ! Elle aura bougé d'un peu plus de dix de degrés (vu qu'elle parcourt 360° en un peu moins de 30 jours).



-> Le mouvement de la Lune, d'un jour à l'autre
 (blog [Autour du ciel](#)) <-

Vous le voyez sur cette image, avec les positions de la Lune à un jour d'intervalle. En regardant la Lune, vous pouvez deviner où est le Soleil : il est juste sous l'horizon, vers là où est tourné le croissant (vu que c'est le Soleil qui l'éclaire)

[[information]] | Mais vous pouvez aussi voir le mouvement de la Lune en un soir si vous avez la chance de la voir passer devant une étoile. Vous verrez la Lune masquer l'étoile, puis, comme elle bouge alors que l'étoile reste fixe, vous verrez l'étoile réapparaître de l'autre côté de la Lune environ une heure après. | **Une dernière petite curiosité lorsque vous observerez la Lune :** En phase de demi-lune, la Lune est à 90° du Soleil. Regardez sur le schéma : en fait, elle coupe notre orbite. Comme elle est à **400 km** de nous, et que la Terre se déplace à **107 000 km/h**, elle met **4h** pour faire la distance Terre-Lune.

Ainsi, lorsque vous regardez le premier quartier de lune, vous regardez l'endroit où vous-mêmes vous étiez il y a 4h. Vous pouvez ainsi visualiser l'orbite de la Terre.

Et lorsque vous regardez le dernier quartier, vous regardez vers l'endroit où la Terre se dirige. Regardez la demi-lune et imaginez : **dans 4h, vous serez là-haut...**

Voilà, ce tuto se termine ici.

J'espère vous avoir transmis un peu de la magie de l'astronomie et vous avoir donné l'envie d'en apprendre plus.

Quelques liens en vrac que je vous conseille :

- le documentaire **Tous sur Orbite** : un documentaire de 52 épisodes (un par semaine) diffusé sur Arte à une époque, qui raconte jour après jour notre voyage d'un an autour du Soleil.
- Le blog **Autour du ciel** : tous les mois, l'agenda du ciel, pour ne rater aucun rendez-vous céleste.
- **Crash courses in astronomy** : en anglais, une cinquantaine de tutoriels vidéos sur l'astronomie et l'astrophysique, du big bang aux trous noirs.