L'HEURE ET LES FUSEAUX HORAIRES

Pour le commun des mortels qui ne s'intéresse pas aux étoiles, l'heure est une chose simple. Il la lit sur sa montre qu'il règle sur l'horloge de la gare ou sur le signal horaire de la radio. Mais les gares et les postes de radio doivent à leur tour régler leurs horloges. Ils le font grâce aux signaux horaires que leur fournissent les observatoires astronomiques, et ces derniers règlent leurs horloges sur les étoiles. Les astronomes, pour leurs observations, utilisent LE TEMPS SIDÉRAL, qui est déterminé par la vraie rotation de la terre en relation non avec le soleil, mais avec un certain point situé sur la sphère céleste : le *point vernal* (figure 19). Le temps qui s'écoule entre deux culminations successives de ce point constitue le *jour sidéral,* que nous connaissons bien maintenant (voir page 112).

L'heure sidérale constitue donc le fondement ultime à partir duquel tous les temps sont comptés [1], bien que la plupart de nous n'en soyons pas conscients, car nous réglons nos vies sur LE TEMPS SOLAIRE. Le terme temps solaire, toutefois, n'est pas très précis, car il y a deux sortes de temps solaires : *le temps solaire apparent* et *le temps solaire moyen.* Une forme spécifique de ce dernier, connu sous le nom de temps de fuseau, est notre « temps de tous les jours ». Pour comprendre ce qu'est ce temps de fuseau, nous devons d'abord savoir ce que signifie LE TEMPS SOLAIRE APPARENT : c'est l'heure que nous voyons en regardant un cadran solaire. Le cadran solaire indique *midi* lorsque le soleil passe au méridien, et l'intervalle entre deux passages successifs constitue le JOUR SOLAIRE APPARENT (compté de minuit à minuit pour éviter de changer de date à midi). C'est un moyen évident et naturel de mesurer le temps qui satisfaisait par le passé, mais qui ne suffit plus pour les mesures précises et uniformes que requiert notre monde moderne parce que ces jours solaires apparents ne sont pas d'égale durée. Le mouvement apparent quotidien du soleil n'est pas uniforme tout au long de l'année [2]. Celui-ci semble parfois se déplacer légèrement plus vite, parfois plus lentement, de sorte que les intervalles entre deux midis successifs ne sont pas tous de même durée. L'écart atteint près d'une minute, et si nos montres étaient réglées d'après le soleil tel que nous le voyons, elles devraient continuellement être accélérées ou ralenties suivant le soleil et cela ne serait pas très pratique.

De plus, l'heure solaire apparente est strictement locale. Le midi apparent se déplace avec chaque changement de longitude : pour chaque déplacement vers l'est ou vers l'ouest d'un quart de degré de longitude (environ 20 km sous nos latitudes), midi se produit une minute plus tôt ou plus tard.

Pour pallier au premier de ces deux inconvénients, la durée inégale du jour solaire apparent, les astronomes ont établi le TEMPS SOLAIRE MOYEN, basé sur la durée moyenne du jour solaire apparent au cours d'une année, le JOUR SOLAIRE MOYEN [3]. Ses vingt-quatre heures sont celles que votre montre est censée indiquer lorsqu'elle est réglée correctement. Les heures, minutes et secondes qu'égrènent nos horloges et nos montres sont des heures, minutes et secondes solaires moyennes.

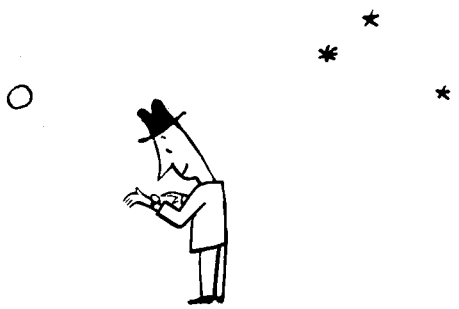
1. Pour atteindre une très haute précision, on utilise maintenant des *horloges atomiques* qui déterminent l'unité de base du temps; la SECONDE, grâce à la fréquence d'oscillation de la radiation électro-magnétique de certains atome (p. ex. le césium). Cela constitue une base plus constante que les événements astronomiques, mais cette unité de temps atomique nous vient en dernier ressort des étoiles.

2. Une des raisons (ce n'est pas la seule), c'est que l'orbite de la terre n'est pas un cercle parfait dont le soleil est le centre, mais une ellipse dont le soleil est à un des foyers. La terre est donc tantôt rapprochée, tantôt plus éloignée du soleil. Elle se déplace plus vite le long de son orbite lorsqu'elle est plus rapprochée, et plus lentement lorsqu'elle est plus éloignée, de sorte que le soleil semble se déplacer dans le ciel à des vitesses légèrement différentes. L'écart par rapport à la véritable circonférence est minime : environ 3 pour cent; on ne le remarquerait pas sur un dessin. A son point le plus rapproché du soleil, la PÉRIHÉLIE (du Grec *peri,* près et *helios,* soleil), la terre est environ 5 millions de kilomètres plus rapprochée qu'à L'APHÉLIE (*apo,* éloigné) et sa distance moyenne du soleil est de 150 millions de kilomètres. C'est pourquoi il s'écoule 186 jours entre les équinoxes de printemps et d'automne dans l'hémisphère nord et 179 jours de l'automne au printemps, une différence également de 3 pour cent. L'été, dans notre hémisphère, dure une semaine de plus que l'hiver. L'inverse est vrai dans l'hémisphère sud.

3. C'est à ce jour solaire moyen que nous faisons référence en disant que le jour sidéral est 3 mn 55,91 s plus court que le jour solaire (minutes et secondes solaires). Le jour sidéral compte vingt-quatre heures sidérales qui, bien entendu, sont proportionnellement plus courtes que les heures solaires, de même que les minutes et les secondes sidérales.

Mais il restait encore le second inconvénient : le jour solaire moyen, bien que d'une durée uniforme, était toujours local. Midi, à l'HEURE CIVILE LOCALE (c'est ainsi qu'on appelle ce genre de temps), varie avec la longitude, comme le midi apparent, d'une minute par quart de degré. Avec ce système, des communautés plus ou moins grandes avaient chacune leurs horloges réglées à l'heure civile locale, et c'était la source d'une grande confusion jusqu'à ce que le TEMPS DU FUSEAU soit internationalement établi. Ce fut un long processus qui commença avec un congrès international à Washington en 1884 et se poursuivit pendant plusieurs dizaines d'années. C'est ainsi que le monde est maintenant divisé en vingt-quatre FUSEAUX HORAIRES, d'une largeur de 15° de longitude chacun (avec de légères variations pour des raisons pratiques), avec une heure d'écart entre chaque fuseau. Dans chaque fuseau, l'heure de base est l'heure solaire moyenne du méridien central du fuseau. Sur ce méridien, l'heure normale est identique à l'heure civile locale, mais à mesure qu'on se déplace vers la frontière d'un fuseau, 7,5° en moyenne de son centre, l'heure normale et l'heure civile locale atteignent un écart d'environ 30 minutes; près de la frontière est d'un fuseau, votre montre, réglée à l'heure normale, affichera environ 30 minutes de retard sur l'heure civile locale, et près de la frontière ouest, une avance équivalente : une différence appréciable pour celui qui tente de lire l'heure d'après les étoiles selon la méthode décrite sur les pages précédentes, mais en d'autres circonstances pas trop gênante.

C'est ainsi que se passe le temps de nos jours et, semble-t-il, qu'il se passera encore assez longtemps.



LA PRÉCESSION DES ÉQUINOXES

L'équinoxe, dont les culminations définissent le jour sidéral, ne reste pas en place sur la sphère céleste. Nous avons noté ce fait, en passant, à la page 112. Nous avons également vu, en étudiant les constellations, que la Polaire n'a pas toujours été située au pôle et que d'autres étoiles l'ont été ou le seront à des époques différentes, en raison de la variation du pôle céleste : p. ex. Thuban, ou Véga.

Ces deux variations – de l'équinoxe et du pôle – ne sont que deux aspects d'un seul et unique phénomène, connu sous le nom de PRÉCESSION DES ÉQUINOXES. Dès 125 avant notre ère, l'astronome grec Hipparque l'avait découvert, mais il fallut attendre dix-huit siècles avant que Sir Isaac Newton en découvrît l'explication. Voici ce qui se produit :

Le pôle céleste est le point dans le ciel vers lequel pointe l'axe de rotation de notre planète et le centre autour duquel le ciel entier semble pivoter. Si la terre était une sphère parfaite, cet axe pointerait toujours au même endroit. Mais la terre n'est pas une sphère parfaite : elle est légèrement aplatie aux pôles et

légèrement plus épaisse à l'équateur, et c'est cela qui fait osciller son axe de la même façon qu'une toupie qui ralentit. Bien que l'inclinaison de l'axe de la terre par rapport à son orbite demeure la même (s'écartant de 23,5° de la verticale), l'axe lui-même décrit un mouvement en forme d'entonnoir, dont un tour prend environ 25 800 ans. Si nous faisions un modèle de cette situation sur lequel le prolongement de l'axe de la terre était une pointe de crayon, il dessinerait un cercle sur la voûte de notre sphère céleste, tel qu'illustré en haut de la figure 24. Les étoiles situées dans le voisinage de ce cercle deviennent à tour de rôle des étoiles polaires au cours de ces 25 800 années. Cet espace de temps – un tour complet – s'appelle LA GRANDE ANNÉE.

L'Étoile Polaire est située très près de ce cercle, et le pôle céleste, dans son cheminement, se trouve maintenant à seulement 1° de la Polaire. Il y a quelques milliers d'années, au cours de notre Histoire, le pôle était beaucoup plus éloigné de la Polaire et beaucoup plus près de l'étoile THUBAN, dans la queue du DRAGON : c'était elle la polaire au moment de la construction des pyramides, au troisième millénaire avant notre ère.

Au cours des cent prochaines années, le pôle céleste va se rapprocher encore davantage de la Polaire, puis il s'en éloignera de nouveau. Les étoiles GAMMA, BETA et ALPHA de CEPHÉE sont les suivantes sur la liste, et seront des étoiles polaires dans 2000, 4000 et 6000 ans environ. Comme elles ne sont pas très brillantes, ces étoiles offriront un piètre spectacle, mais dans environ 8000 ans une étoile de première magnitude, DENEB, dans le CYGNE, sera raisonnablement près du pôle, et peut-être nos descendants lui confèreront-ils le titre de Polaire, bien que quelques étoiles moins brillantes seront plus près du pôle à cette époque. Vers l'an 14000 de notre ère, une étoile encore plus brillante se portera candidate : VEGA dans la LYRE. Vers l'an 18000, l'étoile TAU D'HERCULE aura sa chance, mais elle n'est que de 4ème magnitude – encore un peu faible – et vers 23000 ans, Thuban redeviendra la Polaire, et ainsi de suite.

Tous ces évènements sont plutôt éloignés, mais grâce aux instruments modernes, les effets du vagabondage du pôle se remarquent même en-deçà de la durée d'une vie humaine. Un de ces effets est le déplacement, sur l'écliptique, des équinoxes. Comme l'axe de la terre oscille, l'équateur céleste oscille aussi (puisqu'il est à distance égale des deux pôles), ce qui fait que ses points d'intersection avec l'écliptique (qui, lui, **n'oscille pas**) se déplacent des points où ils se trouvent actuellement – dans les POISSONS et la VIERGE – vers le VERSEAU et le LION [1] d'un tiers de degré en vingt-cinq ans, environ la largeur apparente d'une pleine lune.

Mais l'effet de la précession des équinoxes ne se fait pas seulement sentir sur les pôles célestes et les équinoxes. Puisque les ascensions droites se comptent depuis l'équinoxe et les déclinaisons depuis l'équateur, elles aussi varient à mesure qu'oscille l'équateur. C'est ainsi qu'il faut réviser et redessiner les Atlas du ciel tous les vingt-cinq ans. Et là où nous disions que la déclinaison d'une étoile ne varie pas, nous devrions maintenant dire, pour être précis : elle ne change qu'en rapport avec la précession des équinoxes (et s'il faut couper les cheveux en quatre, nous devrions ajouter : et en rapport avec le mouvement propre de l'étoile, un sujet que nous aborderons à la page 148). A mesure que passent les siècles, ces changements prennent des proportions considérables : vers 3000 ans avant notre ère, par exemple, la CROIX DU SUD, maintenant invisible sous nos latitudes, aurait été visible depuis Québec ou Paris, si tant est qu'il y eût un Québec et un Paris à cette époque.

Les équinoxes et les solstices (qui bougent aussi, bien sûr), marquent le début des saisons, de sorte que les saisons se déplacent au cours de la Grande Année en relation avec les étoiles. Le printemps, qui commence maintenant avec le soleil dans les POISSONS, commençait il y a quelques milliers d'années quand le soleil était en BÉLIER, qui est encore de nos jours la constellation qu'on mentionne

1. Au cours de l'année solaire (notre année ordinaire) le *soleil se déplace vers l'est* le long de l'écliptique, des Poissons vers le Bélier, le Taureau, etc. (voir figure page 119) ; au cours de la Grande Année, les *équinoxes se déplacent vers l'ouest* du Bélier vers les Poissons, parce que l'oscillation est à l'opposé de la rotation de la terre autour du soleil. Comparer les flèches sur les figures 19 et 24.

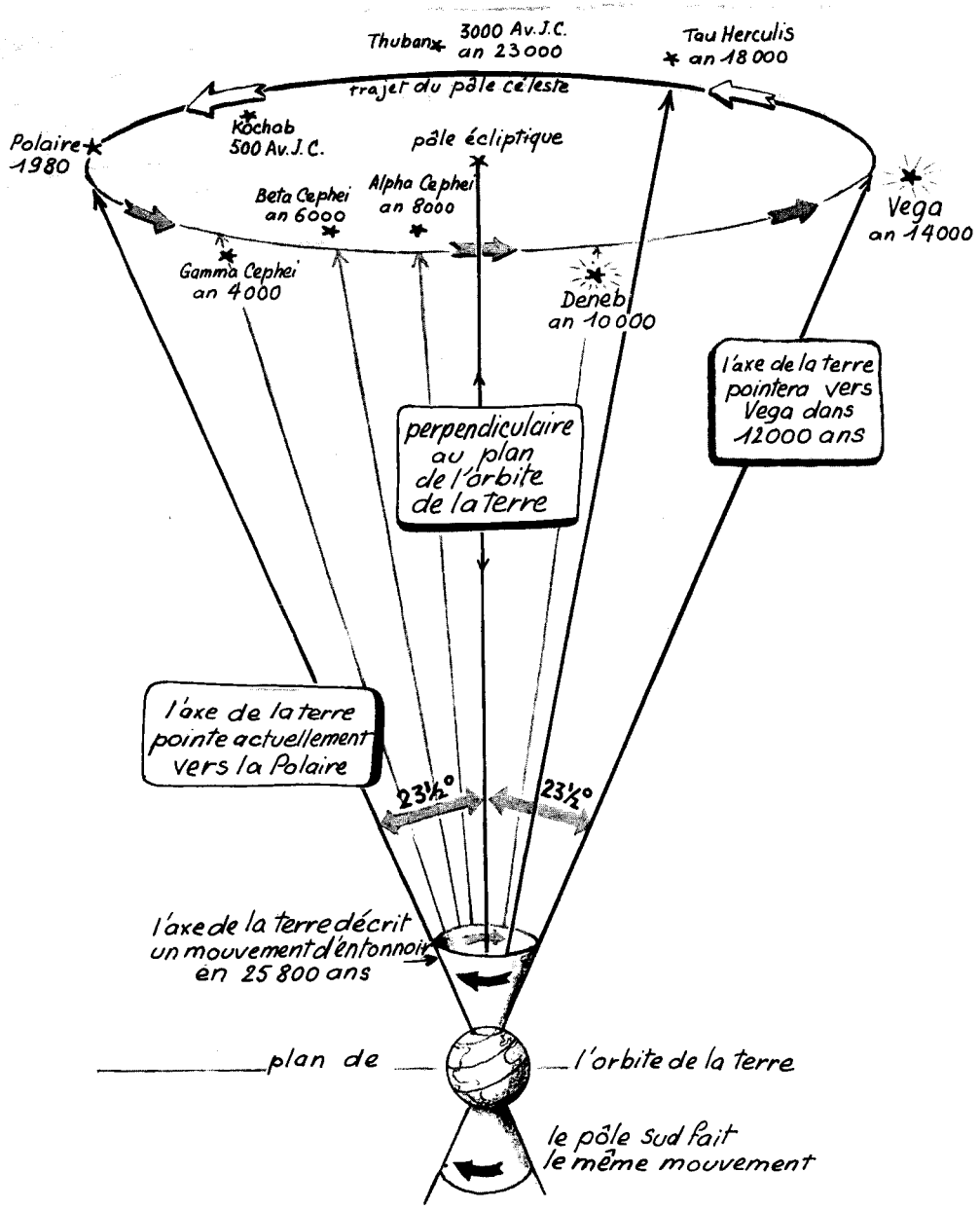


Figure 24 : Le mouvement de l'axe de la terre

en premier en décrivant le zodiaque et nous parlons toujours des tropiques du CANCER et du CAPRICORNE, bien que les solstices se soient maintenant déplacés vers le SAGITTAIRE et les GÉMEAUX (voir figure 19).

Cela ne signifie pas que dans un avenir éloigné l'été va débuter en décembre : la durée de l'année – 365,2422 jours solaires – est la période comprise entre deux retours du soleil à l'équinoxe de printemps, de sorte que les saisons garderont toujours leur place. Mais cela signifie que dans 12000 ans, avec Véga comme étoile polaire, nos constellations d'été actuelles telles que le Sagittaire et le Scorpion – actuellement basses dans le ciel d'été – se retrouveront hautes dans le ciel d'hiver ; nos étoiles d'hiver actuelles seront alors des étoiles d'été, avec les Gémeaux basses dans le sud, et l'amateur d'étoiles européen verra de nouveau la Croix du Sud.

LE ZODIAQUE ET LES PLANÈTES

Nous avons vu à la page 118 que l'écliptique traverse une bande de 12 constellations appelées ZODIAQUE (figure 19) et nous avons aussi remarqué qu'à l'intérieur de cette bande, on doit s'attendre à trouver des planètes.

Si les planètes se trouvent toujours dans cette bande, c'est que leurs orbites autour du soleil sont à peu près dans le même plan que l'orbite de la terre. Cela est vrai, du moins, pour les planètes qui nous concernent ici – VENUS, MARS, JUPITER et SATURNE – toutes brillantes et facilement visibles à l'œil nu, ainsi que MERCURE.

La figure 25 donne une idée approximative de la situation, bien que les dimensions des planètes, bien sûr, de même que leur distance du soleil, ne soient pas représentées à l'échelle. La bande du zodiaque, avec ses constellations immuables, constitue l'arrière-plan contre lequel les planètes semblent se déplacer, telles qu'on les voit de la terre. Au moment illustré sur le dessin, Mars se verrait entre le Bélier et le Taureau, et Saturne dans le Lion ; Jupiter paraîtrait dans le Scorpion, mais le soleil s'interpose entre la terre et Jupiter, de sorte qu'il serait invisible, et Vénus de même. Vénus peut dévier au maximum de 9° de l'écliptique dans un sens ou dans l'autre, et les trois autres planètes dévient encore moins, de sorte qu'on les trouve toujours à l'intérieur d'une bande large de 18° avec l'écliptique passant en son milieu, telle une ligne blanche sur une route. Comme l'orbite de la lune ne dévie aussi que légèrement de l'orbite de la terre (env. 5°), elle se déplace toujours dans le zodiaque et près de l'écliptique.

Il y a quatre étoiles de première grandeur situées tout près de l'écliptique : Régulus, l'Épi, Antarès et Aldebaran. Deux ou même trois d'entre elles se trouvent souvent dans le ciel en même temps, de même qu'une ou deux planètes et la lune. On peut voir tous ces corps célestes sur une ligne presque droite (ou plutôt une grande ligne circulaire) traversant le ciel comme s'ils étaient enfilés sur un fil : ce fil invisible correspond à peu près à l'écliptique ; il est alors facile de se le représenter.

Les planètes gravitent toutes autour du soleil dans le même sens que la terre, et semblent ainsi glisser vers l'est le long du zodiaque, à l'exception de Vénus qui, vue de la terre, semble faire la navette. Comme elle est située entre la terre et le soleil. Vénus ne s'éloigne jamais de ce dernier (de même que Mercure). Vénus et Mercure (qui n'apparaît pas sur le dessin) sont appelées PLANÈTES INFÉRIEURES, tandis que les autres, plus éloignées du soleil que la terre, s'appellent PLANÈTES SUPÉRIEURES. Les planètes supérieures prennent plus de temps que la terre pour accomplir leur voyage autour du soleil (leur année), et la terre les dépasse à intervalles réguliers. Sur notre dessin, la terre est sur le point de rattraper Mars, puis elle va dépasser Saturne, et Jupiter ensuite. Lorsque la terre rattrape une des planètes supérieures, celle-ci paraît inverser pour un temps son mouvement vers l'est (appelé mouvement direct) et se met à se déplacer vers l'ouest, tout comme une voiture qu'on dépasse sur la route semble reculer pendant un cours instant. La planète inverse son mouvement de nouveau et se remet à se déplacer vers l'est, jusqu'à ce que la terre la rattrape de nouveau. Les tables planétaires des pages 134 et 135 illustrent clairement ce « mouvement rétrograde ». A chaque fois qu'il se produit, la planète rattrapée, vue de la terre, est à l'opposé du soleil (on dit qu'elle est « en opposition »), donc elle atteint son point le plus haut vers minuit et se voit bien. Pour les détails au sujet des planètes – dimensions, distances – voir pages 132 et 133.

Les planètes ont longtemps intrigué l'humanité. Parce qu'elles ne suivent pas le mouvement de rotation des étoiles, mais semblent vagabonder par des chemins erratiques (planète en Grec signifie errant) elles inspiraient la crainte et le respect. Cinq des sept jours de la semaine ont été nommés d'après elles par les nations du Proche Orient, ces premiers pionniers du ciel (les deux autres l'ont été d'après le soleil

1. Les trois autres planètes, Uranus, Neptune et Pluton (il y en a huit en tout à part la terre) ne se voient qu'à l'aide d'un télescope. L'orbite de Pluton est inclinée de 17° sur celle de la terre.

et la lune). Elles sont à l'origine de nombreuses superstitions qui nous sont restées sous la forme de l'astrologie actuelle [1].

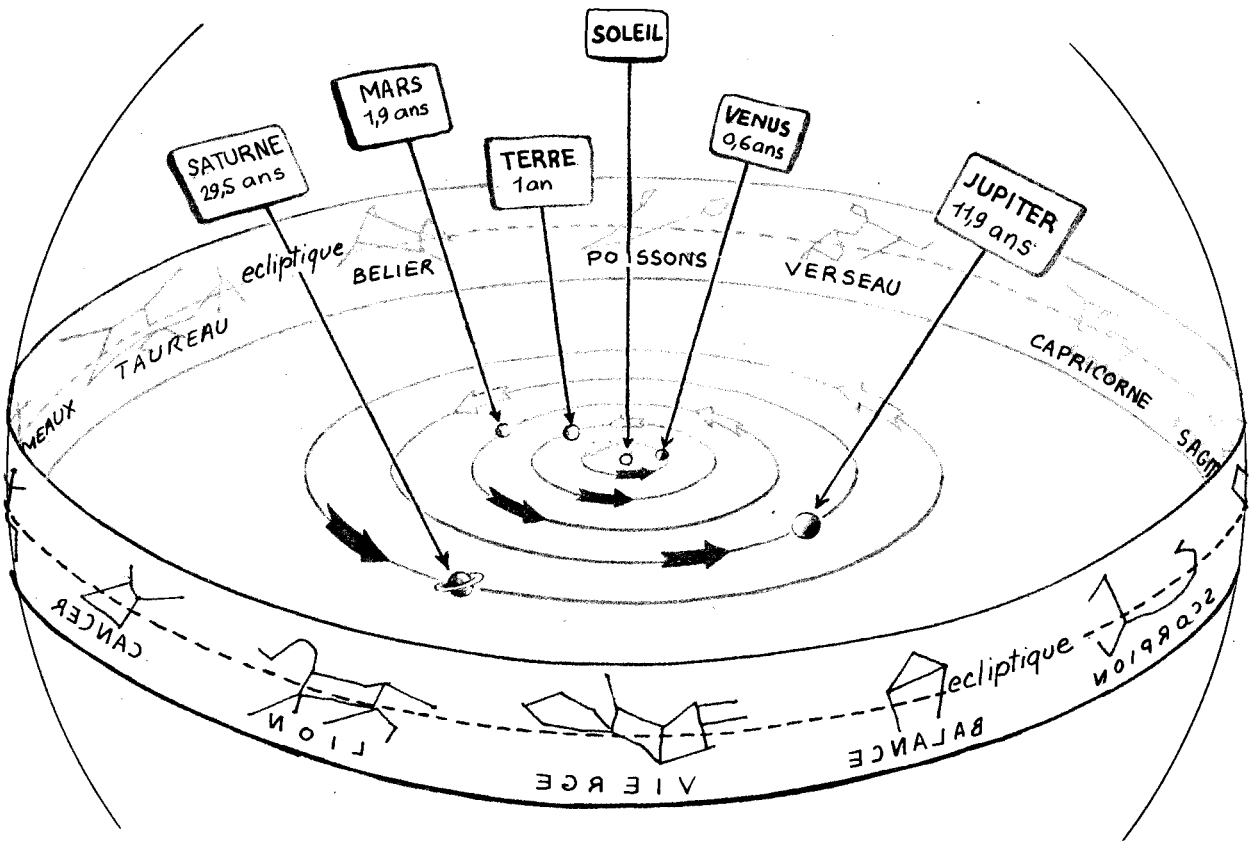
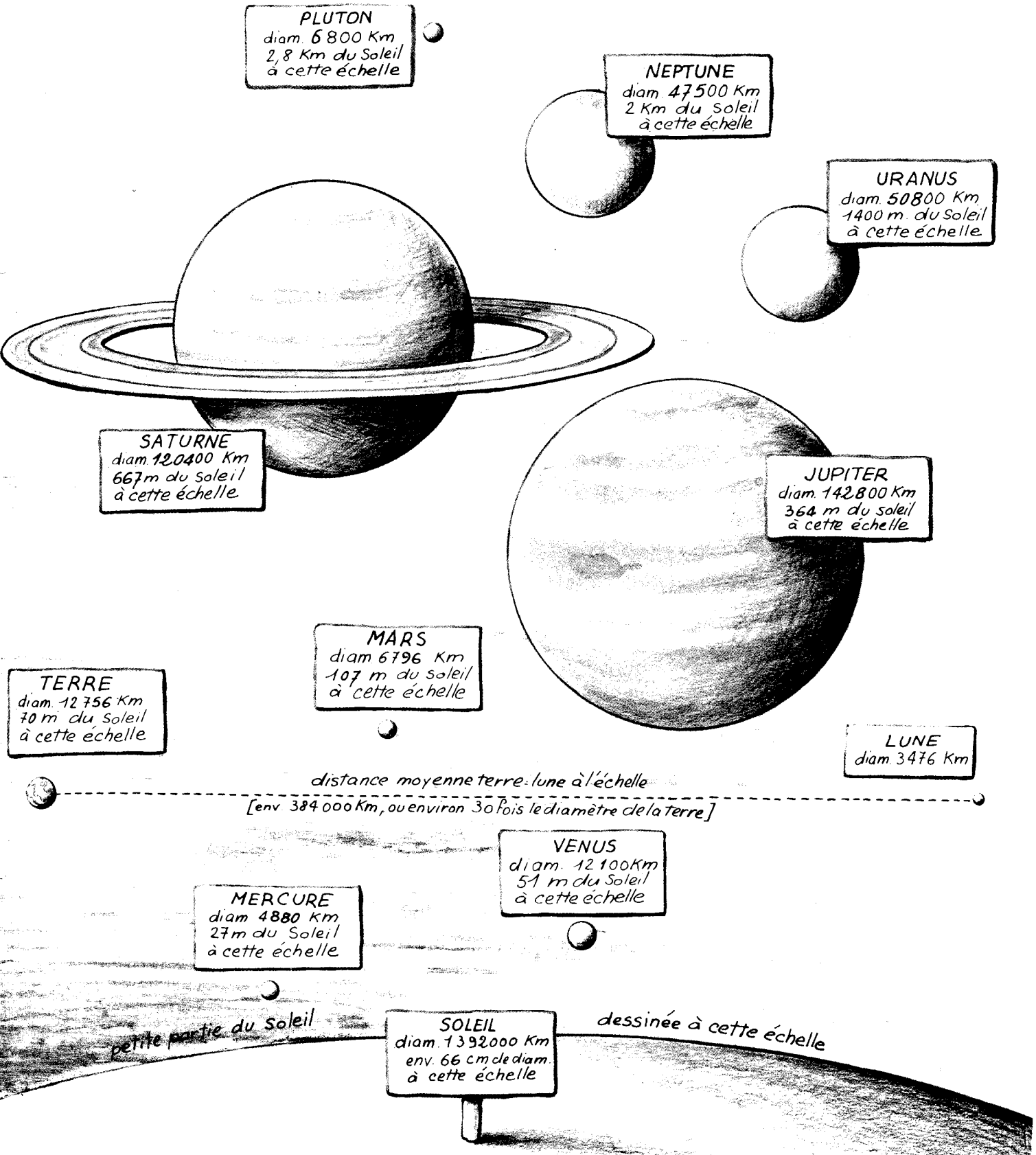


Figure 25 : Le zodiaque, arrière-plan des planètes.

Les constellations à travers lesquelles se déplacent les planètes, les constellations du zodiaque, ont tiré profit de cette attention spéciale, et même de nos jours, leur nom est familier à beaucoup de gens qui n'ont aucune idée de leur forme ou de l'endroit où elles se trouvent dans le ciel.

Dans le lointain passé, il y a plus de 4000 ans, ces 12 constellations étaient toutes censées représenter des animaux, c'est pourquoi cette bande s'appelle zodiaque (cercle d'animaux en Grec). De nos jours,

1. L'astrologie ne jouit pas d'une grande crédibilité parmi ceux qui pensent en termes plus rationnels. Sa prétention de reconnaître des relations directes entre les affaires humaines et la position des étoiles et des planètes, est considérée sans fondement, et pour le moins, difficile à prouver. L'astronomie et l'astrologie sont souvent confondues et prises l'une pour l'autre. Les astronomes en sont à bon droit irrités. Leur science, l'analyse et l'explication rationnelles des phénomènes de la nature, vérifiées par de constantes observations, est une science exacte, et ne prétend pas prédire le destin des hommes.



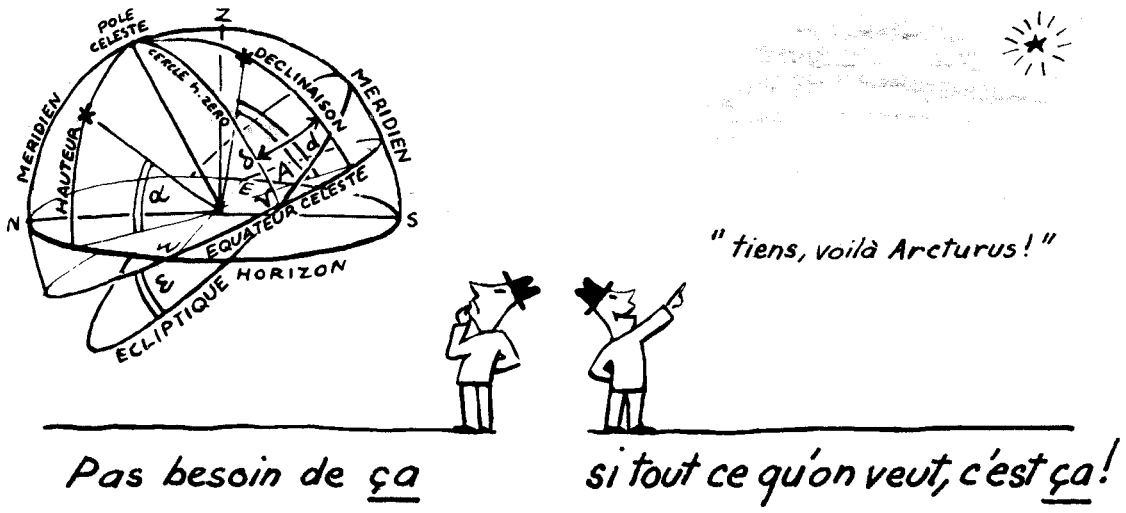
Distance moyenne du soleil en millions de km et nombre de lunes (non illustrées ici)

MERCURE : 57,9 (pas de lune)
VENUS : 108,3 (pas de lune)
TERRE : 149,7 (1 lune)
MARS 228,1 (2 lunes)
JUPITER : 778,7 (13 lunes)
SATURNE : 1428 (9 lunes)
URANUS : 2872 (5 lunes)
NEPTUNE : 4500 (2 lunes)
PLUTON : 5915 (pas de lune)

Figure 26 : Le soleil et les planètes.

QUELQUES NOTIONS DE BASE POUR NOS PREMIERS PAS

MATHÉMATIQUES PAS NÉCESSAIRES : Cet ouvrage est avant tout pratique et conçu pour être utilisé en plein air. Nous nous limiterons donc au départ à indiquer *ce qui peut être vu, où* et *quand* on peut le voir. Les *pourquoi* viendront plus tard. Si nous commençions par une dissertation sur l'écliptique, ou si nous tentions d'expliquer pourquoi le jour sidéral est plus court que le jour solaire d'environ quatre minutes, vous pourriez avec raison vous demander : « faut-il vraiment savoir tout cela? Tout ce que je veux, c'est connaître les constellations! » Et vous auriez raison. Vous pouvez acquérir avec les étoiles une familiarité telle qu'après un coup d'œil vers le ciel, vous pourrez dire : « Tiens, voilà Arcturus! » sans faire appel aux mathématiques ou sans même savoir que la terre est ronde et qu'elle tourne autour du soleil.



Le simple berger chaldéen d'il y a trois mille ans connaissait probablement le ciel mieux que la plupart de nos bacheliers d'aujourd'hui, et pourtant la terre était pour lui un disque plat et il croyait probablement que les étoiles étaient de petites

JOUR SOLAIRE ET JOUR SIDÉRAL

N'importe qui peut se rendre compte en regardant simplement le ciel que les mêmes étoiles culminent environ quatre minutes plus tôt chaque jour; autrement dit, que le jour sidéral est plus court d'environ quatre minutes que le jour solaire. Mais *l'observation d'un phénomène* et *la découverte de ses causes* sont deux choses : il nous faut encore *expliquer* ce gain quotidien de quatre minutes qui fait changer notre ciel au cours de l'année.

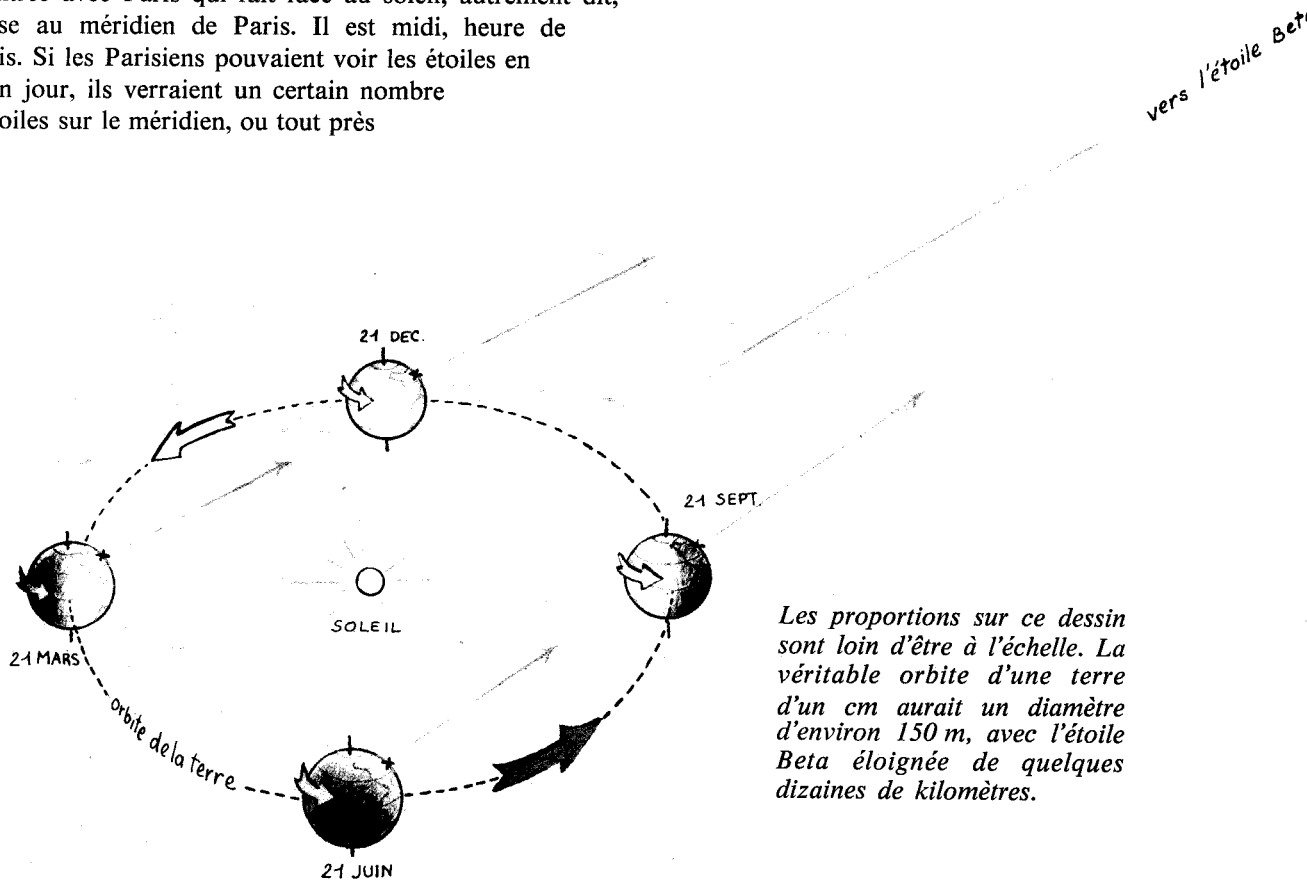
Le *jour sidéral,* le temps qui s'écoule entre deux passages au méridien du point vernal, est à très peu de chose près le temps que prend la terrre pour accomplir un tour complet autour d'elle-même : le *temps de la véritable rotation de la terre,* qui cause la rotation apparente des étoiles. Nous avons vu cela à la page 112.

Le *jour solaire n'est pas une mesure de cette véritable rotation.* C'est, comme nous l'avons vu, la durée moyenne d'un midi à l'autre; il est midi en un endroit sur la terre quand le soleil passe à son méridien, ou pour l'exprimer graphiquement, quand cet endroit fait face au soleil.

Les deux jours, sidéral et solaire, ne sont pas d'égale durée parce que la terre, tout en pivotant autour de son axe, se déplace aussi autour du soleil. Un regard attentif à la figure 22, avec en plus un peu de réflexion, nous font voir pourquoi.

Nous voyons la terre à quatre points différents de son périple autour du soleil. A mesure qu'elle se déplace sur son orbite, elle pivote sur son axe. Les deux mouvements vont dans la même direction : d'ouest en est. Sur le globe terrestre, l'Europe est grossièrement dessinée et un point – ce pourrait être Paris – est marqué d'une petite croix.

Commençons le 21 mars. La terre ainsi dessinée nous est montrée avec Paris qui fait face au soleil, autrement dit, passe au méridien de Paris. Il est midi, heure de Paris. Si les Parisiens pouvaient voir les étoiles en plein jour, ils verraient un certain nombre d'étoiles sur le méridien, ou tout près



Les proportions sur ce dessin sont loin d'être à l'échelle. La véritable orbite d'une terre d'un cm aurait un diamètre d'environ 150 m, avec l'étoile Beta éloignée de quelques dizaines de kilomètres.

Figure 22 : Jour solaire et jour sidéral au cours de l'année.

de celui-ci, toutes culminant, ou presque, à midi le 21 mars. Choisissons-en une brillante : Beta (β) de Cassiopée, qui est pratiquement sur le méridien à ce moment (Si un Parisien possédait une fusée et montait haut dans la stratosphère, il pourrait effectivement voir les étoiles et le soleil au même moment; ça s'est fait).

de cassiopée

Après que la terre a accompli un tour complet autour d'elle-même, Paris fait face de nouveau à l'étoile Beta, mais pas encore au soleil, parce que la terre s'est entre temps déplacée un peu le long de son orbite. La terre doit donc tourner encore un peu pour amener Paris exactement en face du soleil. Cette rotation additionnelle est trop petite pour être évaluée d'après le dessin, mais comme le processus se répète chaque jour, la différence devient bientôt frappante.

Pour simplifier nos dessins, admettons que la terre a 12 mois de 30 jours chacun : le 21 juin, après 90 tours sidéraux, Paris fait face à l'étoile Beta pour la 90^{e} fois depuis le début. Mais maintenant on peut voir clairement, même sur ce petit dessin, que la terre doit encore accomplir un quart de tour pour amener Paris face au soleil pour la 90^{e} fois. En d'autres termes, 90 jours solaires ne sont pas encore accomplis. Midi n'arrivera que dans six heures, le temps que doit prendre la terre pour accomplir ce quart de tour additionnel. Il est six heures du matin, heure solaire. L'étoile a gagné six heures.

Le 21 septembre, après 90 véritables rotations de plus – 180 jours sidéraux s'étant écoulés en tout – Paris fait face à l'étoile Beta pour la 180^{e} fois, mais pas encore le soleil. Il fait maintenant face à la direction opposée et un demi-tour supplémentaire est nécessaire pour amener Paris en face du soleil : midi arrivera dans 12 heures. En d'autres mots, il est minuit, heure solaire, et les étoiles ont gagné 12 heures. Le 21 décembre, la différence est de 18 heures, la terre a trois quarts de tour à accomplir avant qu'il soit midi à Paris, et le 21 mars, le gain total est de 24 heures, un tour complet.

Gagner 24 heures en 360 jours signifie gagner 2 heures par mois, ou exactement 4 minutes par jour. Mais notre année compte 365,24 jours solaires (mais 366,24 jours sidéraux) de sorte que le gain de 24 heures est partagé entre quelques jours de plus que nous l'avons admis plus tôt et le gain *quotidien* est donc légèrement plus faible : il se chiffre à 3 minutes 55,91 secondes par jour et c'est ce que nous voulons dire quand nous disons que les étoiles gagnent environ quatre minutes par jour.

NOTE : Nous aurions pu utiliser n'importe quelle étoile dans notre exemple, mais l'étoile Beta de Cassiopée possède l'avantage d'être pratiquement sur le cercle horaire zéro et on peut, d'après la position de ce cercle horaire, lire l'heure sidérale comme sur une horloge tout au long de l'année; si on connaît l'heure sidérale, on peut, en ajoutant simplement quatre minutes par jour, calculer l'heure solaire. C'est un agréable passe-temps et cela pourrait même être utile. Les deux pages suivantes expliquent comment y arriver.