

LES USAGES DE LA SPHÈRE, DES GLOBES CÉLESTES ET TERRESTRES,
PRÉCÉDÉ D'UN PRÉCIS DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DU MONDE ;
ET SUIVIS
DE LA DESCRIPTION ET DES USAGES DE LA GÉOCYCLIQUE, ETC.
PAR DELAMARCHE,
GÉOGRAPHE ET SUCCESSEUR DE ROBERT DE YAUGONDY,
GEOGRAPHE DU ROI.
HUITIÈME ÉDITION.
PARIS,
CHEZ DELAMARCHE, INGÉNIEUR-MÉCANICIEN
POUR LES GLOBES ET SPHÈRES,
Rue du Battoir, 7.
1843

A LA JEUNESSE.

La Sphère et le Globe sont des instruments inutiles entre les mains de celui qui n'en connaît point les propriétés. Mon intention est de vous en démontrer le mécanisme et l'emploi, joignant toujours la pratique à la théorie, et vous facilitant, par un amusant exercice, l'étude d'une Science si capable, par la grandeur de son objet, d'exciter profondément votre curiosité. C'est là le but des USAGES DE LA SPHÈRE ET DES GLOBES.

Vous pourrez facilement connaître la situation et l'histoire des différentes Constellations ; les mouvements combinés et les révolutions des corps de notre Système ; la simplicité avec laquelle s'expliquent les inégalités des jours, la succession des saisons, la différence des climats. Enfin le magnifique spectacle du ciel vous sera dévoilé.

Puisse ce travail vous inspirer le noble désir de pénétrer plus avant dans la première et la plus belle des sciences ! Mon but serait alors complètement atteint.

TABLE DES MATIÈRES.

A LA JEUNESSE. p1

CHAPITRE PREMIER.

- I. DE L'ORIGINE DE LA SPHERE p5
- II. De l'origine du Globe céleste p6
- III. De l'origine du Globe terrestre p6
- IV. De la machine géocyclique. p7

CHAPITRE II.

- I. ABRÉGÉ DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DU MONDE. p7
- II. Système de Ptolémée p8
- III. Système de Copernic p9
- IV. Système de Tycho-Brahe p11

CHAPITRE III.

DE LA SPHÈRE ET DES GLOBES p12

Description de la Sphère armillaire, ou Sphère de Ptolémée p12

- I. Les Points p13
- II. Les Axes p14
- III. Les Cercles p15

CHAPITRE IV.

USAGE DE LA SPHÈRE ET DU GLOBE CÉLESTE...

USAGE Ier. Des différentes positions de la Sphère et du Globe céleste. De la Sphère de Ptolémée p20

USAGE II. Disposer la Sphère ou le Globe suivant la hauteur du pôle d'un lieu proposé, par exemple, de Paris, qui est à $48^{\circ} 50' 14''$, ou compte rond, 49° . P22

USAGE III. Disposer la Sphère ou le Globe suivant les quatre parties du monde, c'est-à-dire suivant les quatre points cardinaux p5

USAGE IV. Trouver le lieu du Soleil dans l'Écliptique en un jour proposé, comme le premier mai p23

USAGE V. Connaissant la latitude d'un pays et le lieu du Soleil chaque jour de l'année, trouver l'heure du lever et du coucher. P23

USAGE VI. Étant connue l'heure du lever ou du coucher du Soleil dans un lieu, à un jour donné, trouver la hauteur du pôle ou la latitude de ce lieu. P24

USAGE VII. Trouver l'amplitude ortive et occase du Soleil p24

USAGE VIII. Trouver la longueur du jour et de la nuit. P24

USAGE IX. Trouver la plus grande et la plus petite hauteur méridienne du Soleil à Paris p24

USAGE X. Trouver l'ascension droite du soleil et sa déclinaison en un jour proposé p24

USAGE XI. Trouver l'ascension oblique du Soleil p25

USAGE XII. Étant donnée la déclinaison du Soleil, trouver son lieu dans l'Écliptique p25

USAGE XIII. Trouver à une heure quelconque l'ascension droite du méridien ou du milieu du ciel. P25

USAGE XIV. Trouver quels sont les points de l'horizon où le Soleil se lève et se couche chaque jour p26

USAGE XV. Trouver quels sont les deux jours de l'année où le Soleil se lève à une heure marquée, et se lève et se couche à une même heure... p26

USAGE XVI. Trouver le temps du lever et du coucher du Soleil pour tous les jours de l'année... p26

USAGE XVII. Trouver à quelle heure le Soleil doit avoir un certain degré d'azimut, à un jour donné. P26

USAGE XVIII. Trouver la hauteur du Soleil pour un jour et une heure donnés p27

USAGE XIX. Trouver l'heure du commencement, de la fin du crépuscule, et le temps de sa durée, à Paris. P27

USAGE XX. Trouver l'heure du lever et du coucher des signes p27

USAGE XXI. Trouver le temps que les signes mettent à monter au-dessus et à descendre au-dessous de l'horizon p28

USAGE XXII. Trouver à quelle heure une Étoile se lève et se couche avec le Soleil. P28

USAGE XXIII. Trouver la longitude et la latitude d'une Étoile proposée p28

USAGE XXIV. Trouver l'ascension et la déclinaison d'une Étoile p29

USAGE XXV. Étant bien connue l'ascension droite d'une Étoile, ou sa distance à l'Équinoxe, trouver celles de toutes les autres p29

USAGE XXVI. Trouver l'heure de la culmination ou du passage d'une Étoile au méridien p29

USAGE XXVII. Connaissant le passage d'une Étoile au méridien, trouver son lieu dans le ciel ou sur le globe p29

USAGE XXVIII. Trouver quel jour une Étoile se lève à une certaine heure p29

USAGE XXIX. Connaissant le lieu du Soleil pour un jour donné, trouver quelle heure il est quand cet astre se lève p30

USAGE XXX. Trouver à quelle heure les Étoiles circumpolaires, dans leur révolution diurne, se trouvent l'une au-dessous de l'autre. P30

USAGE XXXI. Trouver quel jour une Étoile cessera de paraître le soir, après le coucher du Soleil p30

USAGE XXXII. Connaître la disposition du ciel à quelque heure donnée ... p30

USAGE XXXIII. Disposer le globe comme est le ciel en un jour et une heure donnés p30

USAGE XXXIV. Trouver par le moyen du globe l'heure qu'il est au Soleil p31

USAGE-XXXV. Trouver le temps du lever de la Lune pour tous les jours de l'année p31

USAGE XXXVI. Trouver de combien la Lune se lève ou se couche avant ou après le Soleil p31

USAGE XXXVII. Démontrer pourquoi la Lune ne peut jamais être vue au pôle Nord pendant environ cinq mois de l'Été, comme pleine lune, ni comme nouvelle lune, pendant environ cinq mois de l'hiver p31

USAGE XXXVIII. Démontrer la cause d'une Éclipse de Soleil et de Lune p32

CHAPITRE V. Description de la Sphère suivant le système de Copernic p32

FIN DE LA TABLE.

LES USAGES DE LA SPHÈRE, DES GLOBES CÉLESTES ET TERRESTRES,

SUIVANT LES SYSTÈMES DE PTOLÉMÉE ET DE COPERNIC ; PRÉCÉDÉS D'UN ABRÉGÉ ANALYTIQUE SUR L'ORIGINE DE LA SPHÈRE ET DES GLOBES, SUIVIS DE L'EXPLICATION ET DE L'USAGE DE LA MACHINE NOMMÉE GÉO-CYCLIQUE, DU PLANÉTAIRE, ETC.

CHAPITRE PREMIER.

Ier. De l'origine de la Sphère.

L'origine de la sphère semble se perdre dans l'obscurité des temps, et se cacher sous le voile de la fable.

Diodore de Sicile nous apprend qu'Hercule, revenant de quelques-unes de ses expéditions, rencontra des pirates sur un rivage où ils étaient descendus pour prendre des rafraîchissements. Ces pirates, par ordre de Busiris, roi d'Égypte, avaient enlevé les sept filles d'Atlas, qui possédait de grandes richesses dans la partie la plus occidentale de l'Afrique : la beauté de ces jeunes personnes, et plus encore leur sagesse, avaient excité l'amour de Busiris.

Hercule, instruit de ce qui s'était passé, attaque et tue les ravisseurs, rend les Hespérides à la liberté et à leur père. Le désespoir d'Atlas fait place à la joie et à la reconnaissance. Ce père donne au libérateur de ses enfants, non-seulement une partie des fruits qui composaient toute sa richesse, mais encore il veut l'initier dans les principes de l'astronomie. Traversé dans cette science, Atlas avait presque toujours une sphère à la main ; il en donne une semblable à Hercule, qui porte dans la Grèce les présents dont il était comblé, ce qui fait dire à Diodore que ce héros enseigna aux Grecs la science de la sphère : de là aussi la fable qui nous représente Atlas portant le ciel sur ses épaules, et Hercule le relevant dans ce pénible emploi.

On croit qu'Hercule avait fait des découvertes importantes en astronomie ; qu'il avait fixé dans le zodiaque les points des Équinoxes et des solstices, et prédit l'Eclipse de soleil qui devait arriver le jour même qu'il avait choisi pour mourir sur le mont Oeta.

La narration de Diodore est tellement circonstanciée, que l'on serait presque tenté de la croire véritable. Mais que penser du choix des Argonautes, fondé sur la science d'Hercule, lorsqu'on sait que le trajet de la Grèce en Colchide se fait très fréquemment avec de simples barques ? Quelques merveilles que les historiens aient publiées, les poètes ont toujours enchéri sur eux ; et la fiction représentant Atlas chargé du poids du ciel, nous peint, sans doute, l'entreprise immense de la recherche des causes, comme un fardeau qui accable la faiblesse humaine. Ses sept filles nous donnent l'idée des sept planètes qui ont communiqué leurs noms aux jours de la semaine.

La semaine commençait, chez les Égyptiens, le jour de Saturne, le samedi ; chez les Indiens, le vendredi ; chez nous elle commence le dimanche : le choix de ce premier jour est arbitraire ; mais ce qui doit étonner, c'est que l'ordre des planètes qui président à ces jours soit invariable et partout le même.

L'Antiquité ne fournit rien qui puisse donner la plus légère idée du système des Chaldéens, sans contredit les premiers astronomes. Quoiqu'ils eussent nécessairement une grande connaissance de la sphère, des planètes et des constellations, cependant, jaloux de leur système astronomique, ils ont laissé ignorer jusqu'aux noms mêmes qu'ils leur avaient donnés.

Enfin Thalès de Milet, l'un des sept sages de la Grèce, et fondateur de l'école d'Ionie, ayant saisi le mouvement exact et régulier du monde, se persuada aisément que sa forme était sphérique ; il crut qu'il n'y avait qu'un corps sphérique qui put se mouvoir dans des proportions exactes.

On le vit avec étonnement donner une nouvelle forme à l'univers. Le ciel perdit, pour ainsi dire entre ses mains, son immensité, qui se resserra dans l'enceinte étroite d'une machine qui l'exprimait néanmoins tout entière. Il distribua le ciel en cinq parties circulaires, deux petites, deux moyennes et une grande, coupées toutes à angles droits par deux grands cercles, dont l'un servait à séparer la partie du monde actuellement éclairée de celle qui ne l'est pas ; et l'autre à marquer le point précis où le soleil se trouve chaque jour quand il est au milieu de sa course : les deux plus petites de ces cinq portions inégales et circulaires ne se trouvent jamais sur la route de cet astre. Renfermé entre les deux moyennes, il parcourt l'intervalle qui les sépare, en traçant obliquement, autour de la grande portion qui partage cet intervalle, un cercle lumineux, qui fait tout à la fois la mesure de l'année et la différence des saisons.

Il est facile de reconnaître dans cette distribution les cinq zones, au moyen des cinq cercles, et l'usage de ces différents cercles selon leur grandeur. Les deux plus petits sont l'arctique et l'antarctique, que le soleil ne rencontre jamais sur sa route : les deux moyens sont les tropiques, coupés à angles droits par l'horizon et par le méridien. La grande portion qui partage l'intervalle entre les deux tropiques, est l'Équateur coupé obliquement par l'Écliptique que l'astre décrit autour de ce même cercle.

Thalès distribua en jours et en parties de jour, le temps que le soleil emploie à parcourir l'espace qui sépare les deux solstices ; il évalua en degrés et en portions de degré l'arc du grand cercle compris entre ces deux points. Ce philosophe astronome détermina exactement la grandeur des angles que forme l'obliquité de l'Écliptique par rapport à l'Équateur ; enfin il apprit aux navigateurs à préférer, pour se conduire, la petite Ourse à la grande, parce qu'en effet, quoique moins sensible, elle indique plus sûrement le vrai nord du monde.

S II. De l'origine du Globe céleste.

Si l'on en croit la tradition commune, Archimède est l'inventeur du globe céleste. C'était un meuble de verre, le plus considérable qui ornait les bibliothèques des anciens. Cicéron parle avec enthousiasme de cet ouvrage merveilleux, dans lequel le mouvement des planètes était représenté : voilà tout ce que les anciens nous apprennent à ce sujet.

S III. De l'origine du Globe terrestre.

Anaximandre, disciple et successeur de Thalès, dans l'École de Milet, après avoir imaginé la Terre suspendue au milieu de l'univers, et agitée d'un mouvement de rotation dont le centre Était celui du monde même, supposa cette Terre sphérique ; et, le premier, il eut l'idée de représenter sur un corps sphérique toutes les parties connues de son temps.

Ces inventions, informes, il est vrai, dans leurs commencements, se perfectionnèrent peu à peu. Le secours de la géométrie et des observations astronomiques contribua à rendre l'usage du globe terrestre, comme celui de la sphère ou du globe céleste, sûr et fidèle, en rendant celui-ci conforme aux aspects du ciel et aux mouvements des astres. « Le travail des anciens, dit Pluche, ayant été longtemps la principale règle de l'Étude qu'on faisait du ciel, et servant encore aujourd'hui à rendre raison d'une façon simple de l'ordre de nos jours, en toutes sortes de pays, connaissons la valeur du bien qu'ils nous ont laissé. »

« Le globe terrestre, ajoute le même auteur, pouvant amener tour à tour tous ses points sous le méridien, et le méridien pouvant hausser ou baisser l'axe du monde, en glissant dans les entailles de l'horizon, il nous est aisé de déterminer les aspects du ciel à l'égard de tous les peuples de la terre, de mesurer les distances des lieux, de connaître la durée des jours et des nuits pour tel lieu, le moment du lever et du coucher du soleil, l'heure qu'il est dans tel endroit quand il est midi dans un autre; en un mot, de satisfaire, à l'aide d'une sphère ou d'un globe, à toutes les questions qui regardent la disposition des lieux, tant entre eux sur le globe, qu'à l'égard du soleil et de tout le ciel.

S IV. De la machine Géocyclique.

M. l'abbé de Cannaye, dans ses *Recherches sur Anaximandre*, fait observer que ce philosophe, au moyen d'une figure détaillée par Plutarque, pouvait facilement expliquer toutes les positions du soleil, son lever, son coucher, ses Éclipses ; il n'avait besoin, pour ces dernières, que de fermer de temps en temps l'espace de bouche qui vomissait le feu dont cet astre est composé, et, en présentant successivement les différents points de l'orbite dans laquelle il enchâssait le soleil, aux diverses parties de la terre, il leur dispensait tour à tour la lumière et les ténèbres.

N'y aurait-il pas lieu de présumer que James Ferguson, astronome anglais, imagina, en 1700, sur le plan de cette figure, une sphère à lanterne, dont il donne le détail dans son *Astronomie* ? Cette machine, dont plusieurs auteurs ont, après lui, revendiqué l'invention, fut exécutée en 1773 par Fortin, ingénieur mécanicien pour les globes et sphères. Elle se trouve aujourd'hui chez le successeur de Fortin et de Robert de Vaugondy, rue du Battoir, n° 7.

La géocyclique démontre avec simplicité les révolutions apparentes du soleil, la succession des saisons, les inégalités des jours et des nuits, les phases de la lune, etc. Nous en donnerons la description et les usages.

CHAPITRE II.

Ier. Abrégé des différents Systèmes du Monde.

De tout ce que Dieu a formé dans la création de l'univers, rien de plus imposant que l'aspect de ces astres qui manifestent sa puissance. On dirait même que, dans les premiers temps, le Créateur n'a prolongé la vie de l'homme que pour qu'il ait le temps d'approfondir cette étude, nécessaire aux besoins de la vie et de la société.

Mais, comme l'harmonie qui règne entre les corps célestes, comme les combinaisons qui les dirigent, dépendent de la volonté divine, il a fallu recourir à des suppositions ou systèmes pour expliquer les phénomènes, et inventer des instruments pour transmettre à la postérité les moyens de se les rendre familiers. C'est de ces principaux systèmes et de ces instruments que nous donnons ici l'analyse et l'explication.

Mais avant de faire connaître ces systèmes et les instruments qui en facilitent l'intelligence, il est à propos d'indiquer comment on distingue les diverses espèces d'astres qui frappent nos regards.

Si, dans une suite de belles nuits, par un ciel serein, on observe cette foule immense d'étoiles qui répandent un éclat plus ou moins vif, on ne tardera pas à en distinguer deux espèces principales.

Les unes jettent une lumière scintillante qui change de couleur à chaque instant ; elles conservent entre elles le même ordre, la même distance, et ne présentent pas de variations sensibles dans leur configuration ; ce sont celles qu'on nomme Étoiles fixes : le nombre en est infini ; elles sont tellement éloignées de nous, que l'on ne peut en mesurer la distance ; et leur grandeur apparente, à quelques exceptions près, est toujours la même. Tous ces caractères particuliers nous font présumer que ces étoiles fixes sont des corps lumineux par eux-mêmes, semblables au soleil qui nous éclaire.

Les autres, en très-petit nombre, donnent une lumière tranquille et uniforme, et n'offrent pas de changements de couleur. La lumière qu'elles réfléchissent n'est que celle qu'elles réfléchissent du soleil. En les suivant attentivement, on s'aperçoit qu'elles changent de place dans le ciel, par rapport aux groupes d'étoiles fixes qui les environnent. Ce sont celles qu'on a nommées planètes, ou étoiles errantes. Les planètes connues aujourd'hui sont au nombre de dix : on les a désignées par les noms particuliers qui suivent : Mercure, Vénus, Mars, Jupiter,

Saturne, Uranus, Cérès, Pallas, Junon et Vesta. Les cinq premières étaient connues des anciens ; on les distingue parfaitement à l'œil nu, et elles sont quelquefois dans des circonstances assez favorables à leur aspect, pour que leur éclat et leur grandeur attirent nos regards. Les cinq dernières sont les résultats des découvertes des astronomes modernes ; elles sont très petites, et ne peuvent être vues qu'à l'aide d'instruments d'optique, et c'est pour cela qu'on les nomme aussi planètes télescopiques. Aujourd'hui la Terre est mise au rang des planètes, à cause des nombreux rapports qu'elle a avec elles.

Les planètes Jupiter, Saturne et Uranus ont, dans leur voisinage, d'autres petites planètes secondaires qui tournent autour d'elles, et que pour cela on nomme leurs satellites. On connaît 4 satellites à Jupiter, 7 à Saturne, et 6 à Uranus. La Lune est un satellite de la Terre. On n'a rien découvert de semblable autour des autres planètes. Les satellites sont aussi des corps opaques qui, comme les planètes principales, rediffusent leur lumière du Soleil.

Enfin de temps en temps d'autres astres, par leur rareté et la variété de leurs formes, viennent frapper notre attention. On les aperçoit d'abord fort petits, peu brillants, et s'avançant lentement : peu à peu leur éclat et leur grandeur se développent, et donnent quelquefois naissance à des traînées de lumière qui ont longtemps excité la terreur des hommes. Ce sont ces astres qu'on nomme comètes. Leur apparition est ordinairement de courte durée ; le trajet immense qu'elles parcourent dans les cieux les dérobe à nos recherches dès qu'elles sont parvenues à une distance que nos instruments ne peuvent plus atteindre.

Tels sont les corps qui composent ce que nous nommons indifféremment système planétaire, système solaire ou système du monde. L'explication de l'arrangement et des apparences que présentent les parties de ce système a été, pendant des siècles, l'objet des travaux des hommes. Elle dépend de la connaissance du véritable corps qui est au centre des mouvements : est-ce le Soleil ? est-ce la Terre ? la difficulté d'établir ce point capital a donné lieu à diverses opinions, dont nous allons faire connaître les plus importantes.

II. Système de Ptolémée.



Claude PTOLÉMÉE, le premier astronome connu pour avoir composé un corps complet d'astronomie, place la Terre stable au centre de l'univers ; autour de la Terre il

fait tourner circulairement, d'orient en occident, dans l'espace de vingt-quatre heures, différents cieux et tous les astres par le mouvement d'un premier mobile ; ce qui produit cette constante et perpétuelle alternative du jour et de la nuit.

Selon ce système, les planètes tournent autour de la Terre, avec cette disposition : la Lune est la plus proche ; viennent ensuite Mercure, Vénus, le Soleil, Mars, Jupiter et Saturne, et enfin le firmament, ou le ciel des étoiles fixes, qui sont les plus hautes de toutes, au-dessus duquel est le premier mobile.

Outre ce mouvement, commun à tous les astres, Ptolémée leur en attribue un autre qui leur est propre, et qui se fait d'occident en orient. C'est par ce mouvement que les planètes et les étoiles fixes font, en différents temps, leurs révolutions particulières sur les pôles d'un cercle oblique, que l'on appelle écliptique ; savoir :

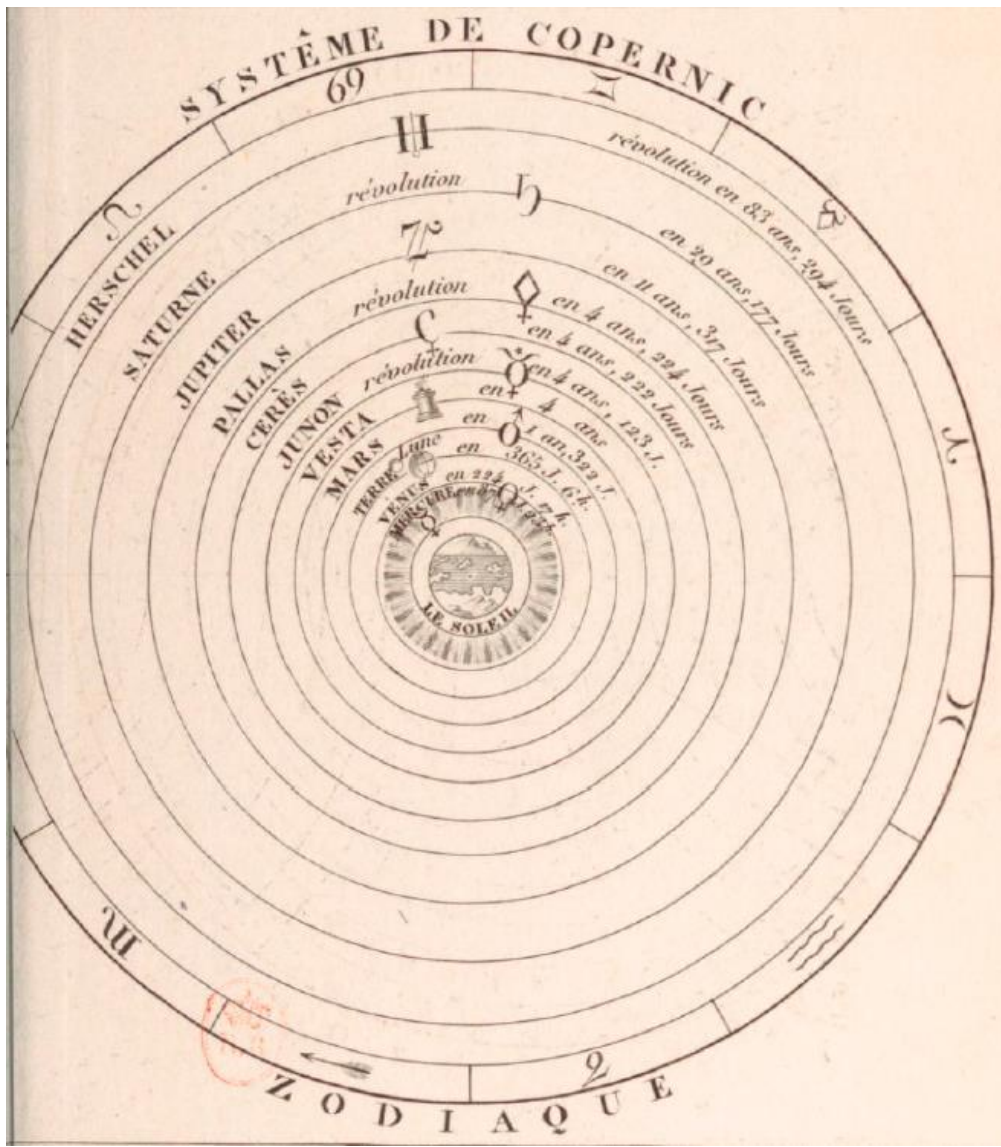
- La Lune en 27 jours 7 heures 43 min ;
- Mercure en 87 jours 23 heures ;
- Vénus en 224 jours 17 heures ;
- Le Soleil en 365 jours 6 heures ;
- Mars en 1 an 321 jours 23 heures ;
- Jupiter en 2 années communes 317 jours ;
- Saturne en 29 ans 177 jours.

Mais ces deux mouvements ne suffisant pas pour rendre raison des différentes distances des planètes la Terre, Ptolémée est obligé d'imaginer des cercles excentriques, c'est-à-dire des orbites dont le centre est plus ou moins éloigné du centre de la Terre ; la distance entre le centre de la Terre et celui de l'orbite excentrique de la planète, se nomme excentricité : lorsqu'elle est dans la plus haute partie de son excentrique, elle est le plus éloignée de la Terre qu'elle peut l'être : cette distance s'appelle apogée, et la partie de l'excentrique la plus voisine de la Terre périégée. En outre, cet astronome, pour expliquer l'irrégularité des mouvements, donne à chaque planète un Épicycle, c'est-à-dire un petit cercle qui a deux mouvements irréguliers, l'un autour d'un autre grand cercle, et l'autre sur son propre centre ; ce qui rend son système très compliqué, système néanmoins qui a joui d'une longue possession, et qu'on croyait fondé sur le rapport des yeux.

III. Système de Copernic.

Ce système, dont Pythagore avait posé la base, soutenu par Philolaos, Aristarque, et surtout par Cléante de Samos, longtemps combattu par l'ignorance et le préjugé, semble n'avoir prévalu que par la force de la vérité. Écarté sous le règne de la philosophie péripatéticienne, Copernic, Polonais, après trente ans de travail, le rétablit enfin heureusement vers le milieu du seizième siècle. Cet astronome, aussi instruit que sage, replace le Soleil immobile au centre du monde, comme un flambeau qui l'éclaire et le vivifie, et lui donne un mouvement de rotation sur lui-même. La Terre tourne, en vingt-quatre heures, autour de son axe, et décrit en même temps un cercle autour du Soleil, dans l'espace d'une année. Se rapprochant ainsi de la simplicité que le Créateur emploie dans ses moyens, il explique les phénomènes avec une vérité reconnue par les observations, beaucoup moins de suppositions que Ptolémée, beaucoup mieux enfin que tous ceux qui l'avaient précédé.

Dans ce système, la Terre et toutes les planètes se meuvent autour du Soleil à des distances inégales, et accomplissent leurs révolutions dans des temps différents. Le tableau suivant présente ces planètes dans leur ordre de distance, et offre la durée de leurs révolutions autour du Soleil. La distance du Soleil à la Terre y est prise pour terme de comparaison, ou pour unité.



NOMS des PLANÈTES.	DISTANCES moyennes AU SOLEIL.	DURÉES de LEURS RÉVOLUTIONS.
		jours.
Mercure.....	0,387	87,969
Vénus.....	0,723	224,701
La Terre.....	1,000	365,256
Mars.....	1,524	686,980
Vesta.....	2,373	1335,205
Junon.....	2,667	1590,998
Cérès.....	2,767	1681,539
Pallas.....	2,768	1681,709
Jupiter.....	5,203	4332,596
Saturne.....	9,539	10758,970
Uranus.....	19,183	30688,713

Les planètes qui ont des satellites les entraînent avec elles autour du

Soleil ; ces planètes secondaires tournent autour de leur planète principale, dans des temps différents, et à des distances inégales que les astronomes ont déterminées. C'est ainsi que la Lune, satellite de la Terre, fait sa révolution autour de nous en 27 jours. Le premier satellite de Jupiter tourne autour de sa planète en 1,17691 J ; le 2ème en 3,5512 J ; le 3e en 7,1546 J ; et le 4e en 16,6888 J. Nous pourrions de même rapporter la durée des révolutions des satellites de Saturne et d'Uranus ; mais cela est moins important que pour les satellites de Jupiter, qui sont d'un grand intérêt et d'une grande utilité pour la géographie et la navigation.

Outre le mouvement de translation qui anime les planètes, on a reconnu, à celles d'entre elles qui ont un disque sensible, un mouvement de rotation autour d'un axe principal. De fortes analogies font penser que les planètes télescopiques et les satellites sont doués d'un semblable mouvement.

A l'égard de la Terre, c'est le mouvement de rotation qui, s'opérant en 24 heures, d'occident en orient, autour d'un axe incliné, nous donne le jour et la nuit, et fait passer devant nos yeux, dans l'intervalle de vingt-quatre heures, tout le spectacle merveilleux de la voûte des cieux.

Par l'immobilité du Soleil, les mouvements de translation et de rotation de la Terre, Copernic explique d'une manière satisfaisante la diversité des saisons, l'inégalité des jours, et une foule d'autres phénomènes que nous indiquerons, et qui ne pouvaient être compris sans cette hypothèse.

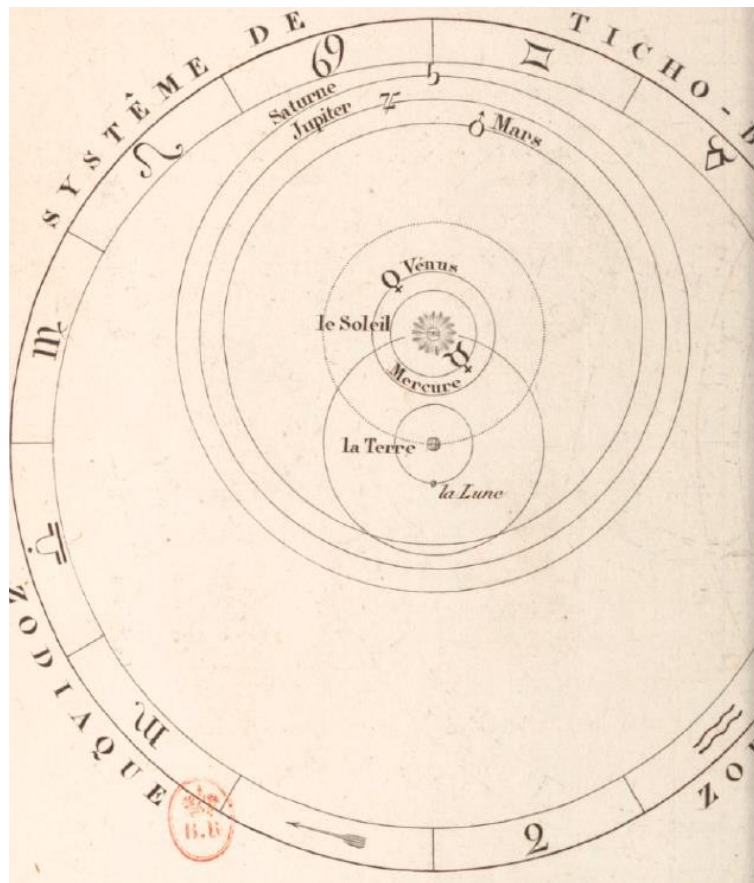
En admettant ce système, le mouvement du Soleil n'est qu'apparent, et il faut s'accoutumer à concevoir que, quand nous disons que le Soleil est dans un signe, c'est la Terre qui est dans un autre diamétralement opposé ; que quand le Soleil nous paraît avoir une déclinaison septentrionale, c'est réellement la Terre qui en a une méridionale ; que, le Soleil nous paraissant tourner d'orient en occident, c'est la Terre qui tourne d'occident en orient.

Ce système, il est vrai, semble contrarier le témoignage de nos sens, mais il est, à tous égards, préférable à celui de Ptolémée, puisqu'il rend rigoureusement raison de toutes les apparences des astres. Les observations par lesquelles on a découvert que le Soleil, Jupiter, Mars et Vénus tournent sur leurs axes, ont donné une grande évidence à ce système.

IV Système de Tycho-Brahé.

Il est assez naturel de dire deux mots du système de Tycho, puisqu'on a parlé de celui de Ptolémée. Tycho-Brahé a essayé vainement d'opposer un nouveau système à celui de Copernic.

Suivant lui, la Terre est immobile au centre de l'univers ; tous les astres se meuvent chaque jour autour de l'axe du monde ; et le Soleil, dans sa révolution annuelle, emporte avec lui les planètes. Dans cette hypothèse, les apparences sont sans doute les mêmes que dans celles du mouvement de la Terre ; mais n'est-il point absurde de supposer la Terre immobile dans l'espace, tandis que le Soleil entraîne les planètes au milieu desquelles elle se trouve située ?



CHAPITRE III.

DE LA SPHÈRE ET DES GLOBES.

On appelle sphère, boule ou globe, un instrument qui sert à représenter le ciel ou la Terre. On distingue deux sortes de globes, l'un céleste, l'autre terrestre.

Le *globe céleste* est une boule destinée à représenter les constellations et les mouvements planétaires, l'Écliptique, l'Équateur, les cercles de latitude, les cercles de déclinaison, le méridien et l'horizon.

Le *globe terrestre* est une boule qui nous représente la Terre, ses Continents, ses villes, ses mers et toutes les contrées.

Mais la *sphère appelée armillaire*, anneau ou collier, à cause de sa composition, est un globe évidé et découpé, de manière qu'il ne reste que l'assemblage de plusieurs cercles placés entre eux dans le même ordre que les différents cercles imaginés dans le ciel pour marquer la trace ou le passage des astres qui y roulent, et les bornes précises qui terminent leurs courses, soit qu'on suppose la Terre stable, comme l'a pensé Ptolémée, ou mobile, comme l'a démontré Copernic.

SPHÈRE ARMILLAIRE

Description de la Sphère armillaire, ou Sphère de Ptolémée.

La sphère armillaire est un instrument astronomique qui représente, d'une manière naturelle et sensible, le mouvement du ciel et des astres. Au centre est fixé un petit globe terrestre avec son inclinaison. Dans l'intérieur, sont deux bandes de cuivre mince attachées $23^{\circ} 30'$ du pôle arctique, vrai point du pôle de l'Écliptique, l'une pour le Soleil, l'autre pour la Lune, afin de donner une idée de leurs mouvements et de leurs éclipses. Tous les cercles mobiles, enchâssés les uns dans les autres, forment une espèce de charpente qui tourne au-dedans du cercle

du méridien, sur deux points fixes et déterminés, appelés pôles l'un arctique, parce qu'il avoisine une constellation composée de sept étoiles, appelée Septentrio par les Latins, et par nous, d'après les Grecs, Ourse ; l'autre pôle se nomme antarctique, à l'opposite, parce qu'il est opposé au premier. Le méridien, qui s'élève verticalement sur l'horizon, est reçu, dans sa partie inférieure, par une entaille faite à la tige qui soutient l'instrument, et ses côtés par deux entailles pratiquées sur l'horizon, au nord et au sud : ce cercle s'élève et se baisse à volonté. L'horizon est soutenu par quatre supports attachés à la même tige.

On considère dans la sphère, les points, les axes et les cercles.

Ier. Les Points.

Les points sont au nombre de dix, dont quatre nommés cardinaux, du latin cardines, les gonds d'une porte, parce que, dans les opérations, tout roule sur ces points ; quatre collatéraux et deux verticaux.

Les points cardinaux marquent les quatre principales parties ou régions du monde : on les appelle septentrion, midi, orient et occident ; ou autrement, nord, sud, est et ouest.

Les deux points par lesquels passe le méridien dans l'horizon se nomment nord et sud ; nord ou septentrion, du côté vers lequel incline le pôle arctique ou boréal ; sud ou midi du côté sous lequel est abaissé le pôle antarctique ou austral. Les deux autres points, dans lesquels l'axe, que l'on peut supposer au méridien, va couper l'horizon, sont l'est ou l'orient, l'ouest ou l'occident. Ces quatre points cardinaux sont fixes et toujours placés dans l'horizon.

Les points d'orient et d'occident sont des points mobiles que le soleil change tous les jours par ses différents levers et couchers ; mais quand on parle simplement de l'orient et de l'occident, on doit entendre ceux où le soleil se lève et se couche le jour des Équinoxes.

L'orient est le point où le soleil se lève ; l'occident est le point où il se couche.

Les quatre points collatéraux sont l'orient et l'occident d'Été, c'est-à-dire les points où le soleil se lève et se couche au plus long jour de l'année ; l'orient et l'occident d'hiver, c'est-à-dire les points où le soleil se lève et se couche au plus court jour de l'année.

Les deux points verticaux sont le zénith et le nadir.

Le zénith est le point qui répond directement au-dessus de notre tête, celui auquel va se diriger le fil à plomb, lorsqu'on y suspend un poids, et que l'on imagine ce fil prolongé vers le haut jusque dans la concavité du ciel. Ce point étant le plus élevé, il est toujours éloigné de 90° , ou d'un quart de cercle de tous les points de l'horizon.

Le nadir est le point inférieur, directement opposé au zénith, celui vers lequel se dirige, en bas, un fil à plomb en vertu de la gravité naturelle.

Ces deux noms viennent des Arabes, qui les premiers ont distingué ces deux points.

Ainsi, chaque point du globe de la terre a son zénith et son nadir, particulièrement si l'on imagine une ligne tombant à plomb sur le milieu de l'horizon, et qui en tient les deux extrémités également distantes.

Cette ligne sera l'axe de l'horizon, et les deux points qui terminent cet axe seront le zénith et le nadir.

II. Les Axes.

L'axe d'un cercle est une ligne que l'on conçoit passer par le centre, et dont les deux bouts, qu'on appelle pôles, sont également distants de tous les points qui terminent le cercle.

Il y a quatre axes importants à distinguer dans la sphère, et qui sont :

- 1 l'axe du monde, sur les pôles duquel le ciel tourne ou semble tourner ;
- 2 l'axe de l'horizon, dont les pôles sont le zénith et le nadir ;
- 3 l'axe de l'Écliptique, sur les pôles duquel se fait le mouvement des étoiles et du soleil ;
- 4 l'axe du méridien, dont les pôles donnent dans l'horizon les points du vrai orient et du vrai occident.

III. Les Cercles.

On distingue six grands cercles et quatre petits. Les six grands sont ainsi nommés parce qu'ils ont tous un centre commun, et que par cette raison ils coupent la sphère en deux parties égales.

Les grands cercles sont : *l'Équateur, l'Écliptique, l'Horizon, le Méridien, le Colure des Équinoxes, le Colure des solstices.*

Les quatre petits sont : *le tropique du Cancer, le tropique du Capricorne, le cercle polaire arctique, le cercle polaire antarctique.*

Chaque cercle, grand ou petit, est divisé en 360 parties que l'on nomme degrés ($^{\circ}$) ; chaque degré se partage en 60 minutes ($'$) ; la minute en 60 secondes ($''$) ; la seconde en 60 tierces ($'''$). Cette subdivision se fait autant qu'on le juge nécessaire. La division en 360° a mérité la préférence, parce que dans les calculs les subdivisions s'expriment par des nombres ronds, qui se multiplient et se divisent exactement.

1 L'Équateur est un grand cercle également distant du pôle arctique et du pôle antarctique ; il est aussi appelé ligne équinoxiale, ou simplement la ligne par les marins, parce que le soleil décrivant, ou paraissant décrire ce cercle par son mouvement journalier, donne les équinoxes, c'est-à-dire que le jour est égal à la nuit dans tous les lieux de la terre, cet astre étant douze heures au-dessus et douze heures au-dessous de l'horizon ; ce qui arrive deux fois l'année à six mois de distance, quand il se trouve avoir $41^{\circ} 10'$ de hauteur méridienne, ou la même hauteur que l'Équateur pour Paris. L'un est appelé équinoxe du printemps, et a lieu le 21 mars ; l'autre équinoxe d'automne, le 22 septembre.

Ce cercle divise le ciel en deux parties égales, l'une nommée hémisphère septentrional, l'autre hémisphère méridional.

Le soleil parcourt de ce cercle 15° par heure, et conséquemment toute sa circonférence en 24 heures ; voilà le jour naturel.

Ce sont les deux points d'intersection de ce cercle avec l'horizon qui marquent le vrai orient et le vrai occident, c'est-à-dire le point où le soleil se lève et se couche dans le temps des équinoxes. Avec ces deux points et les deux pôles du monde, on a les quatre points cardinaux, l'est, l'ouest, le nord et le sud.

C'est aussi de ce cercle que l'on commence à compter sur le méridien les latitudes terrestres vers l'un et l'autre pôle, jusqu'à 90° ; car il n'y a que 90° entre l'équateur et les pôles, où toutes les latitudes finissent et se confondent en un point. C'est sur ce même cercle encore que se comptent les longitudes terrestres jusqu'à 360° .

Pour mieux comprendre ce qui vient d'être dit, il faut savoir d'abord que la latitude est la distance à l'équateur du nord au sud, comptée sur le méridien : que la longitude est la distance mesurée de l'ouest à l'est, ainsi nommée longitude, parce que la longueur des pays connus était plus grande dans ce sens-là que du nord au sud, lorsque les premiers géographes établirent leurs mesures. Il faut ensuite concevoir un arc de grand cercle abaissé perpendiculairement d'un lieu donné sur

l'Équateur : le nombre des degrés compris dans cet arc de grand cercle exprime la latitude du lieu, et le nombre des degrés de l'Équateur compris entre cet arc de grand cercle et le premier méridien, exprime la longitude du même lieu. Il en résulte que tous les lieux également éloignés de l'Équateur ont une même latitude, et que ceux situés sous le même méridien ont une même longitude. On peut donc compter une infinité de latitudes et de longitudes sur le globe.

L'Équateur et les pôles remarquables dans le ciel se remarquent également sur la terre ; de même que l'Équateur céleste détermine les saisons, l'équateur terrestre détermine la température et le degré de chaleur ou de froid dans les différentes contrées.

Ce cercle se divise de trois manières : en temps, c'est-à-dire en vingt-quatre parties égales qui indiquent les heures que le Soleil emploie à passer au méridien ; de 15 en 15°, qu'il parcourt dans l'espace d'une heure, et en 360°, qui forment la révolution entière. Ces trois divisions marquent également les ascensions droites du Soleil et des astres, ou les quantités dont les astres passent au méridien plus tôt les uns que les autres. On commence les divisions l'intersection de l'Équateur avec l'Écliptique, qui se fait au commencement du signe du Bélier.

Enfin c'est de ce cercle que l'on compte les climats de demi-heure en demi-heure, tant vers le nord que vers le sud.

2 L'Écliptique, défaillance. Ce cercle est ainsi nommé, parce que la lune est toujours dans l'Écliptique, à très-peu près, lorsqu'il y a Éclipse de lune ou de soleil. Ce grand cercle indique la route apparente et annuelle du Soleil ; il coupe l'Équateur en deux points, mais il s'en éloigne pour former deux angles obliques, chacun de 23° 28', qui marquent sa plus grande obliquité ou sa plus grande distance à l'Équateur.

Ce cercle est divisé en 360° ; il occupe le milieu d'une bande circulaire, large d'environ 17°20', ou de 8° 30' de chaque côté ; cette bande est appelée zodiaque, d'un mot grec qui signifie animal, parce que dans sa largeur sont marqués les douze signes, qui portent des noms et sont représentés sous la figure d'animaux.

On ne fait point mention du zodiaque dans l'astronomie ; il ne sert qu'à indiquer l'espace dans lequel sont renfermées les planètes qui s'éloignent de l'Écliptique tout au plus de 8 ou 9°, Aussi donne-t-on à cette bande une certaine étendue au nord et au sud de l'Écliptique, afin qu'elle renferme les orbites des planètes, dont quelques-unes sont inclinées de plusieurs degrés sur l'Écliptique, c'est-à-dire qu'elles le coupent en deux points diamétralement opposés, et qu'entre ces deux points, elles s'en écartent de quelques degrés vers le sud et vers le nord. Les points de section se nomment les nœuds ; ils ne sont pas les mêmes pour toutes les planètes, et ils ne sont pas fixes, c'est-à-dire que l'orbite d'une planète ne coupe pas toujours l'Écliptique aux mêmes points.

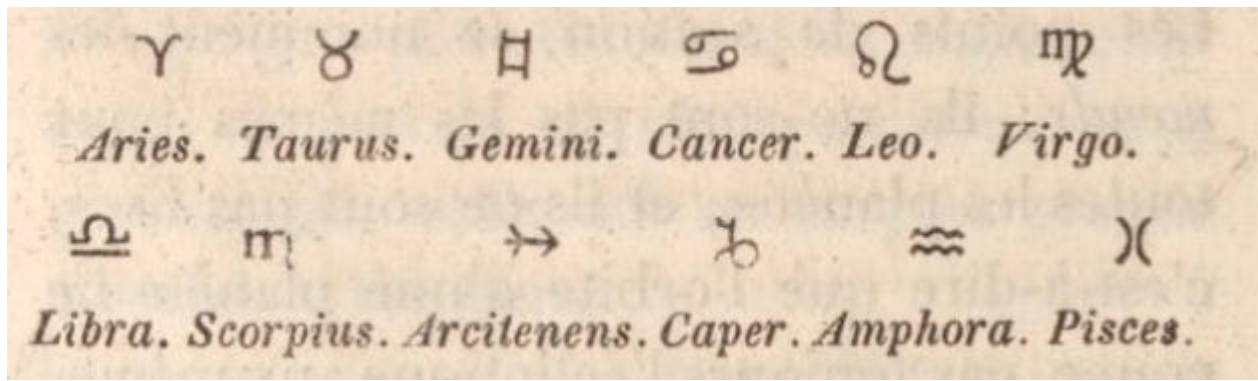
C'est de ce cercle qu'on compte les latitudes des astres vers les pôles jusqu'à 90° ; c'est sur ce même cercle que l'on compte leurs longitudes de signes en signes, jusqu'à douze.

La latitude d'un astre est le nombre de degrés de l'arc de grand cercle abaissé du centre de cet astre perpendiculairement sur l'Écliptique.

La longitude d'un astre est le nombre de degrés de l'Écliptique compris entre le point du Bélier et l'arc du grand cercle abaissé perpendiculairement du centre de cet astre sur l'Écliptique.

Ce même cercle est encore divisé en douze parties égales, de 30° chacune, que l'on appelle signes. Le Soleil parcourt chaque signe dans l'espace d'environ 30 jours.

Voici leurs caractères et leurs noms :



Bélier, Taureau, Gémeaux, Écrevisse, Lion, Vierge ; voilà les six pour le septentrion.

Nous en comptons aussi six pour l'autre hémisphère : Balance, Scorpion, Archer ou Sagittaire, Capricorne, Verseau, Poissons.

Étant pris trois par trois nous marquent les saisons.

Les six premiers appartiennent à la moitié de l'écliptique qui est du côté du nord, et sont appelés septentrionaux ; le Soleil les parcourt depuis le 21 mars jusqu'au 22 septembre.

Les six autres du côté du sud sont nommés méridionaux ; le Soleil les parcourt depuis le 22 septembre jusqu'au 21 mars.

Chacun de ces signes est divisé en trente parties qu'on appelle degrés. Le Soleil, par son mouvement, parcourt en un an, comme nous venons de le dire, ces douze signes, faisant par jour un peu moins d'un degré ; et la Lune les parcourt en 27 jours et demi, décrivant chaque jour, par son mouvement, près de 13°.

Il en résulte que, dans notre hémisphère, les trois premiers signes nous donnent le printemps, les trois suivants l'été, les trois autres l'automne, et les trois derniers l'hiver. En effet, le Soleil entre dans le Bélier le 21 mars ; dans le Taureau, le 20 avril ; dans les Gémeaux, le 21 mai ; dans le Cancer, le 21 juin ; dans le Lion, le 22 juillet ; dans la Vierge, le 23 août ; dans la Balance, le 22 septembre ; dans le Scorpion, le 23 octobre ; dans le Sagittaire, le 22 novembre ; dans le Capricorne, le 21 décembre ; dans le Verseau, le 19 janvier ; dans les Poissons, le 18 février. Tel est l'ordre observé sur les globes, pour indiquer la correspondance des jours avec les signes du zodiaque, et pour trouver le jour de l'année où le Soleil répond à chaque degré des douze signes.

Parmi ces douze signes on distingue quatre points principaux qui servent de commencement aux quatre saisons des Européens.

Les commencements du Bélier et de la Balance tombent sur l'Équateur. Le 21 mars, le Soleil se trouve dans le signe du Bélier, et dans le signe de la Balance le 22 septembre. Le jour est alors Égal à la nuit dans tous les pays du monde ; le Soleil est à une distance égale d'un pôle à l'autre ; il se lève exactement au vrai orient, et se couche au point précis de l'occident ; c'est pour cela que l'on donne le nom d'équinoxes à ces deux jours remarquables.

Les deux points de l'Écliptique situés entre les Équinoxes, et dans lesquels se trouve le Soleil lorsqu'il est le plus éloigné de l'Équateur, ont été nommés solstices, (Solis stationes), parce que cet astre, arrivé à ce plus grand degré d'éloignement, semble être quelques jours à la même distance de l'Équateur, et s'arrêter avant que de se rapprocher de ce cercle. Ces deux points sont les commencements du Cancer et du Capricorne. Le Soleil parvient au commencement du Cancer le 21 juin, c'est le solstice d'été ; il entre dans le Capricorne le 21 décembre, c'est le solstice d'hiver : ces deux points solsticiaux sont éloignés de l'équateur de 23° 28'.

Enfin l'Écliptique coupe la sphère en deux parties égales, mais obliquement par rapport à l'Équateur. Cette obliquité, qui était, il y a deux mille ans, d'environ 24° , n'est plus aujourd'hui que de $23^{\circ} 28'$, et diminue d'environ une minute tous les cent ans. C'est de ce cercle, qui forme les déclinaisons du Soleil, qu'on compte les latitudes des astres, comme il a été dit ; et c'est sur ce même cercle qu'on en compte les longitudes, en commençant au premier degré du Bélier, et avançant vers le Taureau, les Gémeaux, etc..

En un mot, l'Écliptique est aux latitudes et aux longitudes célestes ce que l'Équateur est aux latitudes et aux longitudes terrestres.

3 L'horizon est un grand cercle, dont le nom, dérivé du grec, signifie borneur. On distingue deux sortes d'horizons : le sensible ou visuel, le rationnel ou mathématique.

L'horizon sensible ou visuel est un cercle qui borne et termine la partie du ciel que vous voyez lorsque vous êtes en pleine campagne ; ce cercle a pour centre l'œil de celui dont il est l'horizon.

L'horizon rationnel ou mathématique est un cercle qui coupe et partage le monde en deux parties Égales ; ce cercle a pour centre le centre même de la Terre. L'un et l'autre horizons ont pour pôles le zénith et le nadir. On ne peut faire un pas sans changer d'horizon, et par conséquent de zénith et de nadir.

Ce cercle sert à faire connaître le lever et le coucher des astres : on dit qu'un astre se lève, quand il commence à paraître au-dessus de l'horizon, et qu'il se couche lorsqu'il descend au-dessous.

Il partage la sphère ou le globe en deux hémisphères, qu'on appelle l'un supérieur et visible, qui a le zénith pour pôle, et l'autre inférieur et invisible, dont le pôle est le nadir.

Sur la partie extérieure de ce cercle on marque les 32 rums de vent (référence à la rose des vents en marine). Le nord et le sud sont aux intersections du méridien avec l'horizon ; le nord à l'intersection la plus voisine du pôle arctique, et le sud à l'intersection opposée.

En outre, la circonférence de ce cercle est divisée en quatre quarts de 90° , qui commencent du point d'est et d'ouest, et se terminent de part et d'autre au méridien. Ces degrés servent à marquer les amplitudes ortives (azimut du lever) et occases (azimut du coucher) des astres, lorsque, en se levant et se couchant, ils coupent l'horizon. La deuxième graduation indique les signes du zodiaque, selon qu'ils répondent au mois, et la troisième indique les mois.

4 Le méridien est un grand cercle, qui passe par les pôles du monde, et par le zénith et le nadir. Il est ainsi nommé, du latin, meridies, milieu du jour, le point où est le Soleil quand, après être monté au plus haut de sa course, il commence à descendre : il est midi pour tous ceux qui sont dans la partie de ce cercle exposée au Soleil, minuit pour ceux qui sont dans la partie opposée du même cercle. On en peut imaginer autant qu'il y a de points dans l'Équateur ; on ne peut faire un pas d'orient en occident, ou d'occident en orient, sans changer de méridien ; mais on peut aller d'un pôle à l'autre sans en changer.

Ce cercle divise le globe ou la sphère en deux hémisphères, l'un oriental, l'autre occidental ; il coupe l'horizon au vrai nord et au vrai sud, en séparant également les côtés de l'orient et de l'occident ; il est gradué, et ses degrés marquent la quantité dont le pôle est élevé sur l'horizon.

5 et 6 Les deux colures sont deux grands cercles qui se rencontrent et se coupent à angles droits aux pôles du monde. Leur nom vient d'un mot grec qui signifie taillé, coupé ; soit à cause des entailles faites à ces deux cercles pour soutenir tous les autres, soit parce que les habitants de la sphère oblique, qui ont l'un des pôles élevé sur l'horizon, ne voient jamais ces cercles entiers dans la révolution de la

sphère en vingt-quatre heures. L'un se nomme le colure des Équinoxes, l'autre le colure des solstices.

Le colure des équinoxes est ainsi nommé parce qu'il coupe l'équateur et l'écliptique dans les premiers points du Bélier et de la Balance, où se font les Équinoxes du printemps et de l'automne. Ce cercle sert à compter les ascensions droites par les angles qu'il fait avec tous les autres méridiens ou cercles de déclinaison. Tous les astres placés sur ce colure ont 0° ou 180° d'ascension droite, mais leurs longitudes varient.

Le colure des solstices passant, comme le colure des Équinoxes, par les pôles du monde ou de l'Équateur, est ainsi nommé parce qu'il coupe l'Écliptique aux points du Cancer et du Capricorne, qui sont les points de la plus grande obliquité, et conséquemment les plus Éloignés de l'Équateur, lesquels donnent les solstices d'été et d'hiver, c'est-à-dire les plus longs et les plus courts jours. Ce cercle est un méridien auquel on a donné un nom particulier ; il est aussi le plus remarquable de tous, parce qu'il sert mesurer l'obliquité de l'Écliptique, et qu'il est à la fois cercle de déclinaison et cercle de latitude. Tous les astres placés sur ce colure ont 90° ou 270° d'ascension droite et de longitude.

Ces deux cercles partagent l'Écliptique en quatre parties, et distinguent les quatre saisons de l'année.

IV. Les quatre petits cercles sont les tropiques et les cercles polaires. Chaque jour le Soleil, par son mouvement diurne, paraît décrire des parallèles à l'Équateur. Quand il est parvenu à son plus grand éloignement, qui est de $23^\circ 28'$, il décrit un parallèle, le plus petit qu'il puisse décrire ; c'est celui-là qu'on appelle tropique, d'un mot grec qui signifie je retourne, parce que, quand le Soleil y arrive, il semble retourner sur ses pas.

Il y a un tropique de chaque côté, parallèle à l'Équateur ; l'un se nomme tropique du Cancer : il est dans l'hémisphère septentrional, et touche l'Ecliptique au premier point de l'Écrevisse. Le Soleil paraît décrire ce cercle le 21 juin, et donne, dans notre hémisphère, le plus long jour de l'année et le premier jour d'été ; c'est le solstice d'été.

L'autre, appelé tropique du Capricorne, est dans l'hémisphère méridional ; il touche l'Ecliptique au premier point du Capricorne. Le Soleil paraît décrire ce cercle le 21 décembre, et donne dans notre hémisphère le plus court jour de l'année et le premier jour d'hiver ; c'est le solstice d'hiver.

Les tropiques comprennent donc tout l'espace que le Soleil parcourt, et cet espace est de $45^\circ 56'$. Ils touchent l'Écliptique et se confondent avec ce cercle dans les points solsticiaux. Ces deux cercles sont comme les deux barrières au-delà desquelles le Soleil ne passe jamais.

V. Les cercles polaires sont deux petits cercles distants chacun des pôles du monde de $23^\circ 28'$, autant que les tropiques le sont de l'Équateur.

L'un est nommé arctique, l'autre antarctique ; le premier vers le nord, le second vers le sud. Les pôles de l'Écliptique décrivent ces deux cercles dans l'espace de 25748 ans.

Les deux tropiques et les deux cercles polaires ensemble divisent le ciel et la terre en cinq zones, ceinture ou bande circulaire ; la torride entre les deux tropiques, les deux tempérées entre les tropiques et les cercles polaires, les deux froides entre les cercles polaires et les pôles. L'Équateur occupe le milieu de la zone torride, et les pôles le milieu des zones glaciales.

La torride est à $23^\circ 30'$ de l'un et de l'autre côté de l'Équateur, comprenant tous les pays situés entre les deux tropiques et dans lesquels on peut avoir le Soleil au zénith.

Les deux tempérées sont 43° de chaque tropique, l'une au nord du tropique du Cancer, l'autre au sud du tropique du Capricorne. Elles renferment les pays qui

n'ont jamais le Soleil à leur zénith, et qui ne le perdent jamais de vue en hiver. Les deux zones froides commencent au-delà de $66^{\circ} 3'$ de latitude, et s'étendent jusqu'aux pôles. On les distingue en zone glaciale arctique, qui est habitée, puisque la Laponie et la Sibérie en font partie ; le reste n'est qu'une vaste mer de glace, qui se prolonge jusqu'aux pôles. La zone glaciale antarctique est encore inconnue.

VI. Au pôle arctique et sur le méridien est placé un cercle nommé petit cercle horaire, et divisé en 24 heures. Il a son centre au pôle de la sphère ; l'extrémité de l'axe est par conséquent au centre de ce cercle. Cette extrémité porte une aiguille qui tourne mesure que l'on fait tourner la sphère ou le globe sans que le cadran change de place, puisqu'il est fixé. Ce cercle sert à résoudre différents problèmes d'une manière commode et sans aucun calcul. La raison en est simple, et porte sur la division du jour en 24 heures.

Comme le mouvement diurne se fait uniformément chaque jour autour de l'axe et des pôles du monde, il est évident que l'aiguille, qui suit le même mouvement, parcourt, à chaque révolution, les 24 heures du cadran, et qu'elle marque 6 heures quand la sphère a fait le quart de son tour, et ainsi des autres heures à proportion. La sphère étant donc placée dans la position qui convient à l'astre, au lieu et au jour donnés, et ayant le même mouvement que le ciel, l'aiguille suit le mouvement de la sphère ou du globe, et marque les heures du lever et du coucher du Soleil.

On a imaginé des demi-cercles qui vont du zénith au nadir. Ces demi-cercles sont nommés verticaux; ils servent à mesurer la hauteur d'un astre et à rapporter cet astre au point de l'horizon auquel il répond, parce que la hauteur d'un astre au-dessus de l'horizon n'est autre chose que l'arc du vertical compris entre l'astre et l'horizon.

Les verticaux sont des cercles semblables aux méridiens, avec cette différence que les méridiens s'entrecoupent tous aux pôles, et que les verticaux s'entrecoupent toujours au zénith et au nadir, qui sont les pôles de l'horizon.

On peut imaginer autant de verticaux qu'il y a de points à l'horizon. On nomme premier vertical celui qui coupe l'horizon au vrai orient, ou est, et au vrai occident, ou ouest.

Lorsque le vertical passe par un astre, le point de l'horizon où ce vertical aboutit sert à déterminer l'azimut de l'astre et son amplitude.

On ajoute ordinairement aux globes célestes de 12 et de 18 pouces de diamètre, un quart de cercle en cuivre, de même rayon que le globe, et qui s'applique immédiatement sur sa circonférence, depuis le zénith jusqu'à l'horizon. Il s'adapte au méridien du même métal, à l'aide d'une chape qui le laisse glisser à volonté. Ce vertical est gradué depuis 0° , qui est dans l'horizon, jusqu'à 90° , point du zénith. Les 180° qui descendent sous l'horizon indiquent le commencement et la fin du crépuscule. On s'en sert aussi pour marquer l'azimut.

L'azimut est l'arc de l'horizon compris entre le point nord ou le point sud, et le point de l'horizon où aboutit le vertical qui passe par l'astre. Ainsi tous les astres qui ont le même vertical, ou qui sont dans le même aplomb, ont le même azimut.

L'azimut, compté depuis le point d'est ou d'ouest, s'appelle l'amplitude de l'astre. On l'appelle amplitude orientale, si on la compte depuis le point est, et amplitude occidentale, si on la compte depuis le point ouest.

L'amplitude orientale est donc l'arc de l'horizon compris entre le vrai point d'orient et le point où l'astre se lève. Cette amplitude se trouve de même que l'azimut, puisqu'elle est la différence de l'azimut à 90° ; et l'amplitude occidentale est la distance du point d'ouest à celui où l'astre se couche.

On peut encore concevoir des petits cercles parallèles à l'horizon dans l'hémisphère supérieur et inférieur, dont le diamètre diminue à mesure qu'ils s'approchent davantage du zénith et du nadir. Ces cercles sont nommés *almicantarats*, c'est-à-dire, en arabe, cercles de hauteur, parce que, en traversant les azimuts, ils déterminent sur eux les hauteurs des astres, comme aussi leurs distances au zénith, et tous ceux qui peuvent avoir une égale hauteur sur l'horizon, de manière que l'on peut dire synonymement que deux astres sont sur le même *almicantarat*, ou qu'ils ont une même hauteur. Le pôle de la sphère étant élevé au zénith, les tropiques et les cercles polaires représentent quatre de ces *almicantarats*, deux au-dessus et deux au-dessous de l'horizon.

Avant d'exposer les usages de la sphère et des globes, il est bon de rendre compte de quelques changements qui ont été faits, soit pour faciliter ces usages, soit pour en donner de nouveaux.

1 Dans la sphère on a retranché de la largeur du zodiaque, parce que, masquant les degrés de l'Équateur, elle empêchait de saisir les ascensions droites. On n'a donné à cette bande que 10° au lieu de $17^\circ 20'$, parce que cette largeur suffit pour y marquer l'orbite de la lune.

L'orbite de la Lune est un cercle incliné à l'Écliptique de $5^\circ 9'$, comme l'Écliptique est incliné à l'Équateur de $23^\circ 28'$. Cette inclinaison de $5^\circ 9'$ marque la plus grande latitude de la lune. Cette orbite coupe l'Écliptique en deux points opposés qu'on appelle *nœuds*, l'un nœud ascendant qui se marque ainsi et l'autre nœud descendant, ainsi marqué Q : ces nœuds ont un mouvement contre l'ordre des signes, c'est-à-dire du Bélier aux Poissons, des Poissons au Verseau, du Verseau au Capricorne, etc., lequel mouvement s'achève en 18 ans et 7 mois environ.

Sans cette inclinaison de l'orbite de la Lune à l'Écliptique, il y aurait tous les mois une Éclipse de soleil quand la lune est nouvelle, et une Éclipse de lune lorsqu'elle est pleine. Mais comme l'orbite lunaire est inclinée à l'Écliptique de $5^\circ 9'$ il ne peut y avoir éclipse que lorsque la latitude de la Lune est plus petite que la somme des demi-diamètres apparents de ces deux astres ; d'où l'on peut conclure que les Éclipses de soleil sont bien plus fréquentes sur le globe de la terre que celles de la lune ; que si cependant on en voit moins de soleil que de lune dans un lieu donné, c'est parce que les Éclipses de soleil ne sont visibles que dans certaines parties du globe relativement à la combinaison de la latitude de la Lune avec sa parallaxe, et qu'au contraire les Éclipses de lune n'étant occasionnées que par son passage dans l'ombre de la Terre, une telle Éclipse est visible dans tous les lieux sur l'horizon desquels la Lune se trouve élevée.

2 On ajoute un cercle crépusculaire, qui a 18° de largeur ; ce cercle sert d'horizon pour le commencement et la fin du crépuscule tant du matin que du soir. Le crépuscule est cette lumière douce et tranquille qu'on voit s'augmenter insensiblement le matin avant le lever du soleil, et diminuer le soir dès que le soleil est couché ; elle est produite par la dispersion des rayons dans la masse de l'air qui les réfléchit de toute part ; le terme du crépuscule est lorsque le soleil est à 18° au-dessus de l'horizon.

CHAPITRE IV. USAGES DE LA SPHÈRE ET DU GLOBE. CÉLESTE.

USAGE 1. Découverte de la sphère droite, parallèle et oblique

On distingue trois positions différentes de la sphère : elle est droite, parallèle, oblique, suivant les différents rapports de l'Équateur avec l'horizon.

Si vous faites rouler le méridien de manière que les pôles rasant l'horizon, vous aurez la sphère droite, parce que l'Équateur perpendiculaire à l'horizon le coupe à angle droit, et que le zénith est dans l'Équateur céleste. Tous les parallèles à l'Équateur, que les astres paraissent décrire chaque jour, étant coupés par l'horizon en deux parties égales, il est évident que les jours sont égaux entre eux, et égaux aux nuits pendant toute l'année, et en quelque endroit que soit le Soleil par rapport à l'équateur céleste.

Dans cette position, les peuples ont perpétuellement douze heures de jour et douze heures de nuit. Comme le Soleil passe deux fois l'année par le zénith, savoir le 21 mars et le 22 septembre, jours auxquels il décrit l'équateur, on peut conclure que ces peuples ont, en quelque sorte, deux étés et deux printemps ; car il ne faut point parler d'hiver dans des pays où le Soleil lance des rayons presque toujours perpendiculaires.

En faisant glisser le méridien dans les entailles de l'horizon, jusqu'à ce qu'un des pôles soit au zénith, vous aurez la sphère parallèle, parce que l'équateur se trouve parallèle à l'horizon, et sert lui-même d'horizon. Dans cette position, le zénith et le nadir répondent aux pôles du monde, lesquels sont éclairés par le Soleil alternativement pendant six mois. On peut dire que l'année est composée d'un jour et d'une nuit, l'un et l'autre de six mois à peu près. Quand le Soleil est dans les signes septentrionaux, le pôle boréal est éclairé sans interruption ; tous les parallèles jusqu'au tropique du Cancer sont au-dessus de l'horizon ; ainsi chaque jour le Soleil fait le tour du ciel sans changer de hauteur, sans s'approcher ni s'éloigner de l'horizon, du moins sensiblement : c'est un jour de six mois.

Après l'équinoxe d'automne, le Soleil passe dans les signes méridionaux, il ne reparaît plus sur l'horizon ; les parallèles qu'il décrit sont en entier dans l'hémisphère inférieur et invisible : c'est une nuit de six mois.

Dans l'hémisphère supérieur et visible, les étoiles toujours à la même hauteur au-dessus de l'horizon ne se couchent jamais, celles qui sont dans l'hémisphère inférieur ne paraissent jamais ; les premières tournent sans cesse au-dessus, les secondes au-dessous de l'horizon.

Toute autre disposition de la sphère est appelée sphère oblique, parce que l'axe du monde coupe le plan de l'horizon obliquement.

Les jours sont inégaux aux nuits, parce que les parallèles que décrit le Soleil sont tous coupés par l'horizon en parties inégales, excepté l'équateur, suivant la propriété des grands cercles de la sphère, qui passent tous par le centre et y sont coupés en tous sens en deux parties égales. Un des pôles est élevé sur l'horizon et visible, l'autre est abaissé sous l'horizon et invisible ; comme dans la sphère droite, le jour est égal à la nuit le 21 mars et le 22 septembre, jours des Équinoxes, le Soleil décrivant alors l'équateur qui passe par le zénith. Mais les tropiques et les autres parallèles étant coupés inégalement par l'horizon, les arcs diurnes de ces parallèles, qui ont pour centre l'axe du monde, sont d'autant plus grands que les arcs inférieurs ou nocturnes, qu'ils approchent davantage du pôle élevé. Par cette raison, dans les pays septentrionaux, tels que l'Europe, les jours sont le plus longs, tant que le Soleil est dans les signes septentrionaux ; le contraire a lieu pour les pays méridionaux.

Ainsi l'arc diurne du tropique du Cancer étant le plus grand de tous les arcs diurnes du Soleil pour les pays septentrionaux, puisque de tous les parallèles il est le plus avancé vers le nord, le jour le plus long de l'année est celui où le Soleil décrit ce tropique, c'est-à-dire le jour du solstice d'été ; la nuit la plus longue est celle du solstice d'hiver.

Vous remarquerez que les jours également éloignés du même solstice sont égaux : le 21 mai et le 22 juillet, le Soleil se couche également à 7 heures 43 minutes à Paris, parce que la déclinaison du Soleil étant d'environ 20° dans l'un comme dans l'autre, c'est-à-dire cet astre étant éloigné de 20° de l'équateur, il décrit le même parallèle, soit le 21 mai, en s'éloignant de l'équateur pour monter vers le tropique, soit le 22 juillet, en se rapprochant de l'équateur après le solstice d'été.

Mais quand, au lieu d'avoir 20° de déclinaison boréale, c'est-à-dire d'être éloigné de 20° de l'équateur, cet astre a 20° de déclinaison australe, ce qui arrive le 22 novembre et le 20 janvier, ou à peu près, la longueur du jour est de la quantité qu'était la longueur de la nuit dans le premier cas, et la durée de la nuit est égale à la durée que le jour avait lorsque le Soleil décrivait le parallèle semblable, au nord de l'équateur. La raison en est simple, puisqu'à 20° de part

et d'autre de l'équateur les parallèles sont égaux et également coupés par l'horizon, mais dans un ordre renversé.

Il en est de même de tous les autres jours du printemps et de l'automne, qu'on peut comparer à des jours correspondants de l'été et de l'hiver : vous trouverez la même égalité quand il y aura égale distance du Soleil à l'équateur ; la seule différence est celle qui provient de la réfraction, c'est-à-dire de la déviation des rayons du Soleil en traversant obliquement notre atmosphère.

Enfin dans la sphère oblique il y a des étoiles qui se couchent, d'autres qui sont perpétuellement sur l'horizon, et d'autres enfin qui ne paraissent jamais.

USAGE II. *Disposer la sphère ou le globe suivant la hauteur du pôle d'un lieu proposé, par exemple, de Paris, qui est à $48^{\circ} 50' 14''$, ou en nombre rond, 49° .*

Élevez le méridien jusqu'à ce que, sur le méridien même, vous puissiez compter 49° depuis le pôle arctique jusqu'à l'horizon du côté du nord ; le pôle sera alors à la hauteur de 49° selon la latitude de Paris ; l'axe de la sphère coïncidera avec l'axe du monde, et l'élévation de l'équateur, qui est toujours le complément de celle du pôle, sera de 41° .

Observez que l'on a besoin de ce procédé pour tous les différents usages.

USAGE III. *Disposer la sphère ou le globe suivant les quatre parties du monde, c'est-à-dire suivant les quatre points cardinaux.*

Posez la sphère ou le globe sur un plan bien horizontal, et faites coïncider le méridien avec une ligne de midi tracée sur ce plan. Si vous n'en avez point, recourez à la boussole, ayant égard à la déclinaison de l'aiguille que l'on a coutume de marquer ; observez aussi qu'il faut que le pôle arctique soit du côté du nord.

Les globes de 12 et de 18 pouces de diamètre ont sur le pied, ou plus commodément sur le plan de l'horizon, du côté où est marqué nord, une boussole qui sert à les orienter ; mais à cet effet il faut connaître la déclinaison de l'aiguille aimantée pour le temps et pour le lieu donnés.

Cette déclinaison est pour Paris de $21^{\circ}40'$.

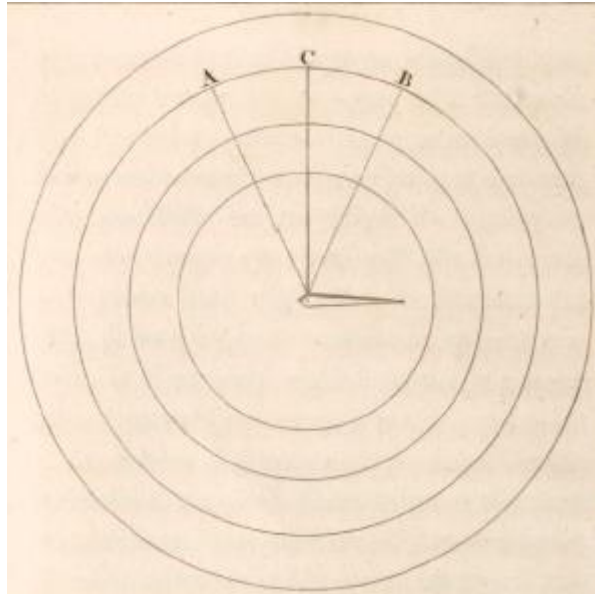
Connaissant donc la déclinaison de l'aiguille à l'occident de la méridienne, il faut tourner le pied du globe jusqu'à ce que l'aiguille tombe sur ce degré de la boussole vers l'occident ; alors la ligne principale de la boussole marquée d'une étoile, et qui doit être parallèle au méridien du globe, se trouvant dirigée exactement du nord au sud, et le globe étant supposé à la hauteur du pôle, il sera orienté comme la sphère céleste, et c'est ainsi qu'il faudrait le placer pour trouver l'heure qu'il est.

La sphère disposée comme dans l'usage précédent, si vous la faites tourner d'orient en occident, vous montrera le mouvement du ciel ; l'axe de la sphère coïncide avec l'axe du monde, le méridien répond au méridien du ciel, et les quatre points cardinaux marqués sur l'horizon répondent aux quatre points cardinaux célestes ; vous apercevrez l'obliquité du mouvement par rapport à l'horizon du lieu où vous êtes.

Appliquez ces deux usages à un globe terrestre exposé au soleil, après avoir mis au zénith la ville pour laquelle il a été placé à la hauteur du pôle ; toutes les parties du globe qui seront éclairées représenteront celles de la Terre qui sont éclairées ; vous verrez les pays où le Soleil se lève, ceux où il se couche, ceux où il est midi, en un mot toutes les variations.

Cet usage est un des plus beaux et des plus agréables de la sphère ; mais comme on n'a pas toujours une ligne méridienne tracée, et que la boussole est fautive, voici la méthode d'en tracer une sur un plan horizontal.

Décrivez sur ce plan horizontal plusieurs cercles concentriques, ou ayant le même centre ; placez au centre de tous ces cercles un style bien perpendiculaire sur ce plan : un jour de beau soleil, observez, avant midi, le moment où l'extrémité de l'ombre du style tombera sur l'un de vos cercles, comme en A ; remarquez, après-midi, le moment où la même extrémité de l'ombre du style tombera sur le même cercle, comme en B ; divisez l'espace AB en deux également au point C ; tirez une ligne droite par ce point C et par le pied du style, cette ligne sera une méridienne.



Vous pouvez aussi vous procurer une ligne méridienne par les étoiles, en prenant connaissance d'une constellation nommée la grande Ourse. Suspendez à une fenêtre exposée au nord deux fils distants l'un de l'autre et chacun chargé d'un plomb ; saisissez le moment où l'étoile σ de la queue de cette constellation et l'étoile Polaire, qui n'est éloignée du pôle que d'environ 2° , se trouvent l'une et l'autre cachées par ces fils ; en ce moment elles seront, à peu de chose près, dans le plan du méridien, et, par conséquent, les deux points de l'horizon que les deux plombs des fils toucheront, sont tels, que si vous les joignez par une ligne, cette ligne sera la méridienne.

USAGE IV. *Trouver le lieu du Soleil dans l'écliptique en un jour proposé, comme le 1^{er} mai.*

1 Elevez le lieu à sa latitude, qui est de 49° pour Paris.

2 Cherchez sur l'horizon le degré de l'écliptique répondant au jour proposé ; ces degrés sont marqués un à un, vis-à-vis des jours correspondants, d'après l'entrée du Soleil à chaque signe. Vous trouverez que c'est le 11^{ème} degré du Taureau, qui répond au 1^{er} mai ; et ainsi des autres.

USAGE V. *Connaissant la latitude d'un pays et le lieu du Soleil à chaque jour de l'année, trouver l'heure du lever et du coucher.*

Supposons Paris le lieu donné, dont la latitude est de 49° , et que vous vouliez savoir à quelle heure le soleil se lève et se couche le 20 avril. Vous savez que c'est le premier degré du Taureau qui répond au 20 avril ; placez dans le méridien ce degré de l'écliptique ; mettez l'aiguille horaire sur midi, parce que l'on doit toujours compter midi à Paris lorsque le degré de l'écliptique où se trouve le Soleil, c'est-à-dire le Soleil lui-même, est dans le méridien ; tournez la sphère ou le globe du côté de l'orient, jusqu'à ce que le degré du jour donné soit dans l'horizon ; alors le style horaire marquera 5 heures, lever du soleil ; ensuite tournant la sphère vers l'occident, jusqu'à ce que le même degré de l'écliptique arrive dans l'horizon y vous verrez que le style marque 7 heures : d'où vous conclurez que le soleil, ce jour-là, doit se coucher à 7 heures. Vous remarquerez que la durée du jour est de 14 heures ; car le style parcourt un espace de 14 heures tandis que le premier degré du Taureau, point de l'écliptique, va de la partie orientale à la partie occidentale de l'horizon. Vous trouverez de même que

le Soleil étant au premier degré des Gémeaux, qui correspond au 21 mai, il se lève à 4h 16m, et se couche à 7h 44m.

USAGE VI. *Etant connue l'heure du lever ou du coucher du soleil dans un lieu, à un jour donné, trouver la hauteur du pôle ou la latitude de ce lieu.*

Supposons que, le 11 novembre, on ait observé, sur mer ou sur terre, que le Soleil s'est levé à 7 heures. Cherchez sur l'horizon, au cercle des signes, le degré qui répond à ce quantième du mois, vous trouverez que c'est le 19^{ème} degré du scorpion ; placez ce point de l'écliptique sous le méridien, et le style horaire sur 12 heures ; ensuite tournez la sphère ou le globe vers l'orient, jusqu'à ce que le style horaire soit sur 7 heures ; haussez le pôle, sans déranger le style, jusqu'à ce que le point de l'écliptique soit dans l'horizon ; comptez sur le méridien les degrés compris entre le pôle et l'horizon, vous aurez 39° 30', qui donnent la latitude cherchée.

Pour une opération inverse, sachant à quelle heure le soleil se couche dans un pays, à un certain jour de l'année, vous aurez la latitude de ce pays. C'est ainsi que l'on juge que l'ancienne Babylonie était à 36° de latitude, parce que Ptolémée dit que le soleil s'y couchait à 4h 48m vers le temps du solstice d'hiver, cet astre ayant 9 signes de longitude.

USAGE VII. *Trouver l'amplitude ortive et occase du Soleil.*

L'amplitude étant l'arc de l'horizon compris entre le vrai orient, ou le vrai occident, et le point où l'astre se lève ou se couche, amenez à l'horizon le point où se trouve le Soleil ; le nombre de degrés de l'horizon, compris entre l'orient ou l'occident des équinoxes et le degré du Soleil, vous donnera son amplitude, qui est ortive si vous la prenez vers l'orient, et occase vers l'occident. Ainsi le Soleil étant au 20^{ème} degré des Gémeaux, qui répond au 10 juin, son amplitude est de 36° 36' septentrionale, parce que ce signe est septentrional.

USAGE VIII. *Trouver la longueur du, jour et de la nuit.*

La sphère ou le globe étant toujours à la latitude du lieu, cherchez le degré du Soleil dans l'écliptique, amenez-le à l'horizon vers l'orient, placez le style horaire sur 12 heures, tournez la sphère jusqu'à ce que le degré du Soleil soit dans l'horizon vers l'occident ; alors le style horaire vous montrera, par le nombre des heures qu'il aura parcourues, de combien est la longueur du jour. Otez de 24 heures cette longueur du jour, le reste sera la durée de la nuit. Le Soleil étant, le 3 mai, au 13^{ème} degré du Taureau, vous trouverez que la longueur de ce jour est de 14h 30m, et par conséquent celle de la nuit de 9h 30m.

USAGE IX. *Trouver la plus grande et la plus petite hauteur méridienne du soleil à Paris.*

La hauteur du pôle étant de 48° 50', le complément est de 41° 10' ; ajoutez 23° 28', plus grande déclinaison du Soleil quand il est au solstice d'été, vous aurez 64) 38' pour la plus grande hauteur méridienne que cet astre puisse avoir à Paris. Mais retranchant 23° 28', plus grande déclinaison, du même complément 41° 10', vous aurez 17° 42' pour la plus petite hauteur méridienne, lorsque l'astre est au solstice d'hiver.

USAGE X. *Trouver l'ascension droite du Soleil et sa déclinaison en un jour proposé.*

Après avoir cherché le lieu du Soleil dans l'écliptique pour le jour proposé, conduisez sous le méridien le point de l'écliptique où se rencontre le soleil ; examinez le point de l'équateur, qui est en même temps dans le méridien : le chiffre marqué vers ce point de l'équateur indique l'ascension droite, ou la distance du Soleil l'équinoxe, comptée sur l'équateur d'occident en orient. Ainsi, le 20 avril étant au premier degré du Taureau, c'est-à-dire sa longitude étant de 30 degrés vous verrez que son ascension droite est de 28° 51'

Vous trouverez de même, par le moyen du globe, la déclinaison du Soleil ou d'un autre astre, en conduisant sous le méridien l'astre dont il s'agit. Le nombre de degrés compris entre cet astre et l'équateur, compté sur le méridien, vous marquera la déclinaison de cet astre ; elle sera boréale, si l'astre est au-dessus de l'équateur dans les régions septentrionales ; australe, s'il est moins élevé que l'équateur, ou du côté du pôle méridional. Ainsi, voulant connaître la déclinaison du Soleil au 20 avril, vous trouverez qu'à pareil jour le Soleil est au premier degré du Taureau ; placez ce degré sous le méridien, comptez sur le méridien ceux qui se trouvent entre l'équateur et le premier degré du Taureau, vous aurez 11° 30' de déclinaison septentrionale. Il résulte que l'ascension droite du Soleil est sa distance à l'équinoxe comptée sur l'équateur d'occident en orient ; que la déclinaison est sa distance à l'équateur comptée sur le méridien. On appelle *longitude* la distance du soleil ou d'un astre au point équinoxial, compté le long de l'écliptique. Quand le Soleil a parcouru 30° de l'écliptique par son mouvement, en partant de l'équinoxe, on dit qu'il a 30° ou un signe de longitude, et ainsi de suite jusqu'aux douze signes. Les 30 premiers degrés sont compris sous le nom du Bélier ; les 30 autres qui suivent forment le Taureau, etc.

USAGE XI. *Trouver l'ascension oblique du Soleil.*

L'ascension oblique étant la distance du point équinoxial au point de l'équateur, qui se lève en même temps que l'astre, pour trouver l'ascension oblique du Soleil, il suffit de mettre le degré où il se rencontre dans l'horizon vers l'orient, et le degré de l'équateur qui sera dans l'horizon en même temps donnera l'ascension oblique. En supposant le Soleil au 11^{ème} degré du Taureau, vous trouverez que l'ascension, dans le parallèle de Paris, est de 22°20', c'est-à-dire que ce point de l'équateur se lève avec le Soleil quand il est au 11^{ème} degré du Taureau, qui répond au 1^{er} mai.

USAGE XII. *Etant donnée la déclinaison du Soleil, trouver son lieu dans l'écliptique.*

Souvenez-vous que l'écliptique est divisé en quatre quarts qui renferment chacun trois signes pour chaque saison. Sur ces quatre quarts prenez celui qui convient à la saison où vous êtes. Par exemple, si vous avez observé, le 16 avril, la hauteur du Soleil de 51°, c'est-à-dire de 10° au-dessus de l'Equateur, ce qui fait 10° de déclinaison, vous verrez qu'en faisant avancer le premier quart de l'écliptique ou celui du printemps sous le méridien, le point qui s'y trouve à 10° de l'équateur est le 26^e du Bélier ; c'est le lieu du Soleil pour ce jour-là. La déclinaison du Soleil étant de 15° en été, son lieu se trouve au 20^{ème} degré du Lion, qui répond au 11 août. Ainsi, par la seule déclinaison vous trouverez le lieu du soleil, le mois et le jour qui lui répondent, pourvu que vous sachiez dans quelle saison, parce que, au printemps et en été, il y a deux jours où cet astre a la même déclinaison.

USAGE XIII. *Trouver à une heure quelconque l'ascension droite du méridien ou du milieu du ciel.*

Placez le pôle dans l'horizon, cherchez, pour le jour donné, le lieu du Soleil dans l'écliptique, amenez ce point de l'écliptique sous le méridien, et le style horaire sur 12 heures ; tournez le globe jusqu'à ce que le style arrive sur l'heure donnée. Dans cette position, le point de l'écliptique situé sous le méridien est le point culminant de l'écliptique ; celui de l'équateur, également dans le méridien, marque l'ascension droite du milieu du ciel, et celle de toutes les étoiles que vous voyez sur le globe le long du méridien, au même instant. Ainsi le Soleil étant au premier degré des Gémeaux à 7 heures du soir, l'ascension du méridien, ou du milieu du ciel, sera de 195°.

Cet usage peut servir à reconnaître les étoiles dans le ciel, lorsque, ayant tracé une méridienne, vous vous tournerez vers le midi, et que vous aurez reconnu sur le globe quelles sont les constellations situées dans le méridien, à quelles hauteurs elles sont au-dessus de l'horizon.

USAGE XIV. *Trouver quels sont les points de l'horizon où le Soleil se lève et se couche chaque jour.*

Après avoir remarqué sur l'écliptique la longitude du Soleil pour chaque jour donné, et élevé la sphère ou le globe à la hauteur du pôle du lieu, conduisez le point de l'écliptique à l'horizon, et examinez combien ce point de l'horizon, auquel répond le soleil, s'éloigne du point de l'orient ou de l'occident; vous trouverez que le Soleil, au 21 juin, étant au premier degré du Cancer, les points où il se lève et se couche sont 38° des points cardinaux de l'est et de l'ouest, mais du côté du nord; que ce même astre étant, au 21 décembre, au premier degré du Capricorne, ceux où il se lève et se couche sont à $36^\circ 30'$ des mêmes points cardinaux, mais du côté du sud. Ainsi, depuis le couchant d'été jusqu'au couchant d'hiver, il y a $74^\circ 30'$ de distance. Cette quantité augmente à mesure que vous avancez vers le nord, mais elle diminue vers le midi; sous l'équateur, vous ne trouvez plus que 47° de différence entre les points où le Soleil se lève dans les deux solstices.

USAGE XV. *Trouver quels sont les deux jours de l'année où le Soleil se lève à une heure marquée, et se lève et se couche à une même heure.*

1° Placez le pôle à la hauteur du lieu, à 49° pour Paris; conduisez sous le méridien le colure des solstices, et le style horaire sur 12 heures; tournez ensuite le globe vers l'orient, jusqu'à ce que le style soit sur 5 heures; remarquez le point où le colure coupe l'horizon; si le Soleil était dans ce point-là, ou à une semblable déclinaison, évidemment il se lèverait à 5 heures. Mais il s'agit de savoir quels sont les deux jours de l'année où il a cette même déclinaison: conduisez donc sous le méridien le point du colure qui se trouvait dans l'horizon, alors vous verrez sur le méridien que cette déclinaison est de 13° septentrionale: remarquez encore ce point du méridien; faites tourner la sphère ou le globe, vous apercevrez deux points de l'écliptique passant à ce même point du méridien, c'est-à-dire à 13° de déclinaison; ce sont les deux points cherchés, l'un le 2^{ème} degré du Taureau, l'autre le 28^{ème} degré du Lion; les jours correspondants sont le 21 avril et le 21 août.

2° Il y a dans l'année deux jours où le Soleil se lève et se couche à une même heure, excepté lorsqu'il est dans les tropiques. Pour trouver ces deux jours, où l'on suppose que cet astre se lève à 7 heures du matin, mettez le colure des solstices sous le méridien, et le style horaire sur 12 heures; tournez le globe jusqu'à ce que le style soit sur 7 heures du matin: la sphère, ou le globe ainsi posé, vous remarquerez au même colure le point qui coupe l'horizon du côté de l'orient, et vous transporterez ce point sous le méridien; vous verrez que la déclinaison de ce point est environ de 13° méridionale; vous chercherez quels sont les degrés de l'écliptique qui ont 13° de déclinaison méridionale, vous trouverez que c'est environ le 5^{ème} degré du Scorpion et le 25^{ème} degré du Verseau, lesquels répondent au 28 octobre et au 14 février.

USAGE XVI. *Trouver le temps du lever et du coucher du Soleil pour tous les jours de l'année.*

Cherchez le lieu du Soleil dans l'écliptique, amenez ce point au méridien, et placez le style à midi; ensuite tournez la sphère jusqu'à ce que le point de l'écliptique vienne à l'horizon vers l'Est: le style vous marquera l'heure du lever; ensuite, tournez jusqu'à ce que ce même point arrive à l'horizon vers l'Ouest, le style vous donnera l'heure du coucher.

USAGE XVII. *Trouver à quelle heure le Soleil doit avoir un certain degré d'azimut, à un jour nommé.*

Le pôle étant à la hauteur du lieu, et le style horaire sur 12 heures, placez le vertical sur le degré de l'horizon qui marque l'azimut, amenez ensuite le lieu du Soleil trouvé dans l'écliptique sous ce vertical, le style vous marquera l'heure quand le Soleil a un certain degré d'azimut. Par exemple, le 23 avril, le lieu du Soleil se trouvant à 3° du Taureau, vous verrez que, quand cet astre aura 75° d'azimut, il sera 8 heures du matin. Mais, vers le couchant, à 6h 36m du soir, il

sera dans la partie occidentale du même vertical, à 75° du méridien du côté du nord, et alors il y aura 105° d'azimut, à compter du point de l'horizon qui est vers le midi.

Autre exemple.

Supposons qu'à 9 heures du matin le Soleil soit au premier degré du Cancer ; placez ce degré sous le méridien, le style horaire sur 12 heures, ensuite tournez le globe vers l'orient, jusqu'à ce que le style marque 9 heures. Le globe restant dans cette position, conduisez-le vertical jusqu'à ce qu'il rencontre l'écliptique au premier degré du Cancer, lieu du Soleil, et comptez sur l'horizon les degrés compris entre l'orient et l'équinoxe, et le quart de hauteur ou l'azimutal, vous trouverez $19^\circ 11'$ pour l'amplitude ortive, ou $70^\circ 49'$ pour l'azimut.

Remarquez que, dans les opérations que l'on fait avec le vertical ou l'azimutal, on le suppose toujours fixé au zénith du lieu, c'est-à-dire, à l'égard du parallèle de Paris, à 49° de latitude.

USAGE XVIII. *Trouver la hauteur du Soleil pour un jour et une heure donnés.*

Supposons le Soleil au premier degré de la Vierge à 2 heures après-midi ; placez ce degré sous le méridien, le style horaire sur 12 heures ; tournez le globe vers l'occident jusqu'à ce que le style soit sur 2 heures, amenez ensuite le vertical précisément sur le premier degré du signe, examinez quel est le degré du vertical qui se joint au lieu du Soleil, vous trouverez que cet astre est élevé de 44° sur l'horizon à deux heures après-midi.

USAGE XIX. *Trouver l'heure du commencement, de la fin du crépuscule, et le temps de sa durée, à Paris.*

Supposons le Soleil au premier degré du Bélier ou de la Balance : le pôle étant élevé à la hauteur, conduisez le premier degré de la Balance sous le méridien et le style sur midi ; tournez le globe et le vertical qui doit être fixé au zénith, l'un et l'autre ensemble vers l'orient, jusqu'à ce que le premier degré de la Balance et le 18^{ème} degré de hauteur du vertical coïncident ensemble. Dans cette position, le style marquera 4 heures 8 minutes pour le point du jour ; ces 4 heures 8 minutes étant soustraites de 6 heures, point du lever du Soleil, le reste est 1 heure 52 minutes pour la durée du crépuscule, tant du matin que du soir ; si à l'heure du coucher, qui est aussi à 6 heures au temps des équinoxes, vous ajoutez 1 heure 52 minutes, durée du crépuscule, vous aurez 7 heures 52 minutes pour la fin du crépuscule du soir.

Toute cette opération porte sur ce que les crépuscules commencent et finissent lorsque le Soleil est abaissé de 180 au-dessous de l'horizon, et ces 18° se prennent sur l'arc du vertical passant par le nadir. Le commencement du crépuscule du matin se nomme point du jour, aurore, et la fin de celui du soir est le commencement de la nuit close.

USAGE XX. *Trouver l'heure du lever et du coucher des signes.*

Voulant savoir à quelle heure se lève le signe du Scorpion, quand le Soleil est au premier degré du Bélier ; le pôle étant à la hauteur du lieu, placez ce degré sous le méridien et le style horaire sur 12 heures ou midi ; ensuite tournez le globe d'occident en orient, jusqu'à ce que le premier degré du Scorpion soit dans l'horizon oriental ; alors le style montrera l'heure du lever de ce signe à 8 heures 51 minutes du soir. Si vous conduisez ce même degré dans l'horizon occidental, le même style vous indiquera l'heure de son coucher. Pour cet usage, comme pour les autres semblables, vous obtiendrez une exactitude plus grande que celle que donne le style horaire, en opérant sur un globe de 9 ou de 12 pouces de diamètre. Amenez le premier degré du Scorpion dans l'horizon oriental, vous verrez que son ascension oblique est de $222^\circ 45'$, marquée sur l'équateur ; réduisez ces degrés en temps, en raison de 15° par heure et de 1° pour 4 minutes d'heure, de manière que 15° valent une heure, 30° deux heures, et 10° quarante minutes d'heure. Or, le Soleil, entrant dans le Bélier, se lève à 6

heures, le commencement du Scorpion se lève 14h 51m avant le Soleil ; donc ce signe se lève à 8h 51 m du soir.

Cette pratique est fondée sur ce que les arcs de l'équateur sont la mesure la plus naturelle du temps. Quand le Soleil est éloigné du méridien de 15° , il est une heure ; quand il l'est de 50° , il est 3h 20m, parce que le mouvement diurne se faisant uniformément sur l'équateur, la 24 ème partie de la circonférence entière de ce cercle passe régulièrement au méridien à chaque heure.

USAGE XXI. *Trouver le temps que les signes mettent à monter au-dessus et à descendre au-dessous de l'horizon.*

Placez le commencement du signe dans l'horizon vers l'orient et le style sur 12 heures ; tournez ensuite la sphère ou le globe jusqu'à ce que le signe entier soit levé, ou que la fin du même signe soit dans l'horizon, le style horaire marquera le temps que le signe a mis à se lever.

Opérant ainsi vers l'occident, vous aurez le temps du coucher.

USAGE XXII. *Trouver à quelle heure une étoile se lève et se couche avec le Soleil.*

Mettez le lieu du Soleil sous le méridien et le style horaire sur 12 heures ; tournez le globe jusqu'à ce que l'étoile proposée soit dans l'horizon, du côté de l'orient pour le lever, et de même dans l'horizon du côté de l'occident pour le coucher ; l'heure que vous marquera le style sera l'heure que vous cherchez. Vous saurez aisément combien de temps cette étoile demeurera dessus ou dessous l'horizon ; et en observant le jour du mois qui répond aux deux différents degrés de l'écliptique, qui sont dans l'horizon, ce jour sera celui du lever et du coucher de l'étoile avec le Soleil.

Remarquez que la disposition des trois grands cercles, l'équateur, l'horizon et le méridien, forme la base de toutes les opérations ; c'est à eux que les astronomes rapportent les astres pour en déterminer la situation et les mouvements qui se font dans l'écliptique, considéré comme la trace du mouvement annuel du Soleil.

USAGE XXIII. *Trouver la longitude et la latitude d'une étoile proposée.*

Placez le pôle de l'écliptique dans le méridien ; fixez le cercle mobile, ou vertical, à l'endroit du méridien où répond le pôle de l'écliptique ; il représente alors un cercle de latitude, parce qu'il est perpendiculaire à l'écliptique. Faites tourner ce cercle autour du pôle jusqu'à ce qu'il passe sur l'étoile, vous verrez le lieu où ce même cercle coupe l'écliptique ; ce sera la longitude ou le lieu de l'étoile sur l'écliptique. Comptez aussi le nombre des degrés de ce cercle mobile compris entre l'écliptique et l'étoile, ce sera la latitude. Prenons pour exemple *Sirius*, ou le grand Chien ; mais comme cette étoile est au midi de l'écliptique, il faut placer le pôle antarctique de l'écliptique sous le méridien et le vertical sur ce pôle ; ensuite faites passer ce cercle sur *Sirius* ; vous remarquerez le point où il coupe ; l'écliptique vous trouverez que c'est au 10 ème degré du Cancer, et regardant quel est le degré du vertical sous lequel se rencontre cette même étoile, vous verrez qu'elle est à $39^{\circ} 30'$ de latitude australe.

Si l'étoile est au nord de l'écliptique, il faut mettre le vertical à son pôle septentrional. La raison de cette opération est que le vertical fait les fonctions de cercle de longitude, et les degrés qui le divisent représentent les intersections des cercles de latitude.

Vous voyez par cet usage qu'il est facile de placer une planète sur le globe, en cherchant dans les éphémérides sa longitude et sa latitude. Faites tourner le vertical autour du pôle de l'écliptique jusqu'à ce qu'il touche le point de l'écliptique où vous savez que la planète doit être par sa longitude ; marquez le long de ce cercle de latitude un point qui soit éloigné de l'écliptique autant que la planète a de latitude : ce point est le vrai lieu de la planète sur le globe.

USAGE XXIV. *Trouver l'ascension droite et la déclinaison d'une étoile.*

Elevez le pôle à la hauteur du lieu ; tournez le globe jusqu'à ce que l'étoile proposée soit sous le méridien, le nombre des degrés du méridien depuis l'équateur jusqu'à cette étoile sera sa déclinaison, et le degré de l'équateur qui sera sous le méridien marquera son ascension droite. Vous trouverez que Régulus a $13^{\circ} 8'$ de déclinaison et $149^{\circ} 1'$ d'ascension droite.

USAGE XXV. *Etant bien connue l'ascension droite d'une étoile, ou sa distance à l'équateur, trouver celles de toutes les autres.*

Observez combien les autres étoiles passent au méridien plus tard que la première ; les intervalles de temps, convertis en degrés à raison de 15° par heure, vous donneront les différences d'ascension droite, qui, étant ajoutées à celle de la première étoile que vous connaissez, donneront les ascensions droites de toutes les autres.

USAGE XXVI. *Trouver l'heure de la culmination ou du passage d'une étoile au méridien.*

Marquez le lieu du Soleil dans l'écliptique et celui de l'étoile ; placez le soleil dans le méridien, mettez le style horaire sur 12 heures, amenez le lieu de l'étoile sous le méridien, et le style vous indiquera l'heure qu'il est au moment où l'étoile passe par le méridien.

Si, au lieu d'une étoile, vous amenez sous le méridien le point équinoxial, vous aurez ce que les astronomes appellent l'heure du passage de l'équinoxe par le méridien, dont on trouve des tables.

Sans recourir au style horaire, un globe même de 9 pouces de diamètre peut vous donner une grande précision, puisque, à quatre minutes près, vous avez l'heure du passage au méridien, ainsi que le lever d'une étoile. Pour le trouver, remarquez le point de l'équateur où répond le soleil placé dans le méridien, et ensuite le point de l'équateur où répond l'étoile placée à son tour dans le méridien ; comptez l'intervalle de ces deux points de l'équateur, c'est-à-dire la différence d'ascension droite entre le soleil et l'étoile, vous aurez un nombre de degrés qui, convertis en temps, à raison de 4 m de temps pour chaque degré, ou d'une heure pour 15° , vous donnera l'heure qu'il est si c'est après midi, ou bien vous aurez ce qu'il s'en faut pour aller jusqu'à midi si l'étoile passe le matin, c'est-à-dire si vous voyez que le soleil passe au méridien après l'étoile en faisant tourner le globe toujours d'orient en occident.

USAGE XXVII. *Connaissant le passage d'une étoile au méridien, trouver son lieu dans le ciel ou sur le globe.*

Prenons pour exemple Sirius, ou le grand Chien, étoile de première grandeur. La table indique que cette étoile passe au méridien le 1^{er} octobre, à 18h 2m, c'est-à-dire le 2 octobre, et que sa hauteur méridienne pour Paris est de $24^{\circ} 45'$; placez le quart de cercle dans le plan du méridien 6 heures 2 minutes du matin, et mettez-le à la hauteur de $24^{\circ} 45'$; vous apercevez à l'instant que le quart de cercle est dirigé vers une belle étoile, et vous reconnaissez Sirius.

Remarquez que la table marque 18 heures 2 minutes, parce que le jour astronomique commence à midi et finit le lendemain à midi ; le jour civil, au contraire, commence à minuit.

USAGE XXVIII. *Trouver quel jour une étoile se lève à une certaine heure.*

Le pôle étant placé à la hauteur du lieu et l'étoile dans l'horizon oriental, mettez le style horaire sur l'heure donnée vers l'orient, si c'est une des heures du matin ; faisant ensuite tourner le globe jusqu'à ce que le style arrive sur 12 heures ou midi au haut du cercle, vous verrez quel est le lieu de l'écliptique situé dans le méridien ; vous saurez que le Soleil est dans ce point de l'écliptique ; ce jour est celui où l'étoile doit se lever à l'heure donnée. Supposez que Sirius se lève à 7 heures du soir à Paris, vous trouverez le Soleil au

11 ème degré du Capricorne, qui répond au 1er janvier : c'est le jour où Sirius se lève à 7 heures du soir à Paris.

USAGE XXIX. *Connaissant le lieu du Soleil pour un jour donné, trouver quelle heure il est quand cet astre se lève.*

Après avoir placé le style sur midi, quand le lieu du Soleil était au méridien, conduisez le soleil à l'horizon vers l'orient ; le style vous marquera l'heure qu'il est.

USAGE XXX. *Trouver à quelle heure les étoiles circompolaires, dans leur révolution diurne, se trouvent l'une au-dessous de l'autre.*

Comme ces étoiles, dans leur révolution diurne, se rencontrent souvent dans le même plan vertical, en observant leur passage, vous avez une manière de trouver l'heure qu'il est.

Pour trouver l'heure de ce passage, placez le globe à la hauteur du pôle, le style horaire sur 12 heures ou midi, et le lieu du Soleil dans le méridien ; faites tourner le globe jusqu' ce que les deux étoiles proposées soient dans le vertical mobile : le style horaire vous indiquera l'heure cherchée.

Vous aurez une opération plus exacte si, en plaçant le lieu du Soleil dans le méridien, vous examinez sur l'équateur quelle est son ascension droite ; amenez les deux étoiles dans le même vertical, et remarquez l'ascension droite du milieu du ciel, ou du point de l'équateur qui se trouvera dans le méridien ; la différence de ces deux ascensions droites, convertie en temps, vous donnera l'heure cherchée.

USAGE XXXI. *Trouver quel jour une étoile cessera de paraître le soir, après le coucher du Soleil ; c'est le jour de son coucher héliaque.*

Il résulte des observations que Sirius ou le grand Chien peut être aperçu du côté du couchant, pourvu que le Soleil soit à 10° au-dessous de l'horizon. Élevez donc le pôle à la hauteur du lieu, conduisez cette étoile à l'horizon du côté de l'occident, avancez le quart de ce cercle mobile jusqu'à ce qu'il coupe l'écliptique à 10° au-dessous de l'horizon ; le point de l'écliptique abaissé de 10°, ou celui qui touche le 10 ème degré du vertical, vous donnera le lieu du Soleil. Vous trouverez que c'est le 19 ème degré du Taureau, qui répond au neuvième jour de mai. Vous saurez donc que, ce jour-là, arrive le coucher héliaque de Sirius ou sa disparition ; le lendemain, le Soleil étant plus près de cette étoile, il sera enveloppé dans la lumière du crépuscule et dans les rayons du soleil : vous cesserez de l'apercevoir.

Vous trouverez de même le jour où cette étoile doit reparaître le matin avant le lever du Soleil, ou son lever héliaque, en plaçant cette étoile dans l'horizon du côté de l'orient et en observant quel est le point de l'écliptique qui est situé à 10° au-dessous de l'horizon le long du vertical ; le jour où le Soleil se rencontrera dans ce point de l'écliptique sera le jour du lever héliaque de l'étoile.

USAGE XXXII. *Connaître la disposition du ciel à quelque heure donnée.*

Le pôle étant à la hauteur du lieu, placez sous le méridien le degré de l'écliptique où est le Soleil et le style horaire sur 12 heures ; tournez le globe jusqu'à ce que le style soit sur l'heure donnée ; alors le globe sera selon l'état du ciel ; vous verrez quelles étoiles sont dans l'horizon, quelles sont celles qui sont au méridien dans les parties orientales et occidentales ; vous verrez par le moyen du vertical la hauteur des plus considérables ; vous verrez aussi lesquelles sont au-dessus ou au-dessous de notre hémisphère.

USAGE XXXIII. *Disposer le globe comme est le ciel en un jour et une heure donnés.*

Le globe étant disposé comme pour l'usage précédent, si vous l'exposez à l'air sur un plan bien horizontal, de manière que son orient réponde parfaitement à l'orient, son midi au midi, etc., vous verrez les constellations du globe répondre aussi aux constellations du ciel, ce qui facilite beaucoup la connaissance des étoiles. En faisant tourner le globe, vous verrez quelles sont les étoiles qui passent par le

zénith du lieu donné ; vous reconnaîtrez que ce sont celles dont la déclinaison est égale à la latitude géographique que du Pays où l'on est. En effet, si une étoile à 49° de déclinaison, le zénith de Paris étant aussi à 49° de l'Equateur, l'étoile doit se trouver au zénith dans le moment où elle passe au méridien.

Vous verrez quelles sont les étoiles qui ne se couchent point à Paris : ce sont celles qui sont moins éloignées du pôle que le pôle ne l'est de l'horizon, c'est-à-dire, à Paris, celles qui ne sont pas à 49° du pôle, ou qui ont plus de 41° de déclinaison, telles que les deux Ourses, le Dragon, Céphée, Andromède, Persée, la Chèvre, et autres.

Le globe vous montrera les étoiles qui sont vers le midi à plus de 41° de déclinaison australe, ou à moins de 49° du pôle antarctique ou méridional ; vous verrez qu'elles ne se lèvent jamais pour nous.

USAGE XXXIV. *Trouver par le moyen du globe l'heure qu'il est au soleil.*

Vous le pouvez,

1 si, ayant dirigé un quart de cercle vers cet astre, vous en avez mesuré la hauteur. Cette hauteur étant connue, le pôle à la hauteur requise et le style horaire sur midi, élevez sur le globe, à pareille hauteur au-dessus de l'horizon, le point de l'écliptique où est le Soleil ce jour-là : le style vous donnera l'heure.

2 Le globe étant orienté de manière que son méridien soit aligné sur une méridienne, et en plein soleil, une moitié du globe sera éclairée, et l'autre moitié sera dans l'ombre. Si les points de l'équateur où se joignent l'hémisphère obscur et l'hémisphère éclairé tombent dans l'horizon même, c'est une preuve qu'il est midi ; s'ils en sont à 15° le long de l'équateur, c'est une preuve qu'il est une heure ; à 30° , il est deux heures, et ainsi de suite ; mais c'est lorsque le Soleil est à l'occident, c'est-à-dire que la partie éclairée s'éloigne du point de l'équateur qui est à l'orient, car si le Soleil est à l'orient, alors c'est onze heures du matin, dix heures, etc.

USAGE XXXV. *Trouver le temps du lever de la Lune, pour tous les jours de l'année.*

Cherchez d'abord dans les éphémérides, ou dans le livre de la Connaissance des Temps, le lieu de la Lune pour le jour proposé ; opérez pour la Lune comme vous avez fait pour le Soleil ; le style horaire vous indiquera son lever.

USAGE XXXVI. *Trouver de combien la Lune se lève ou se couche avant ou après le Soleil.*

Cherchez le lieu de la Lune, ensuite faites venir la Lune et le Soleil successivement à l'horizon, vers l'orient et vers l'occident ; la différence indiquée par le style ou l'aiguille sera ce que vous cherchez.

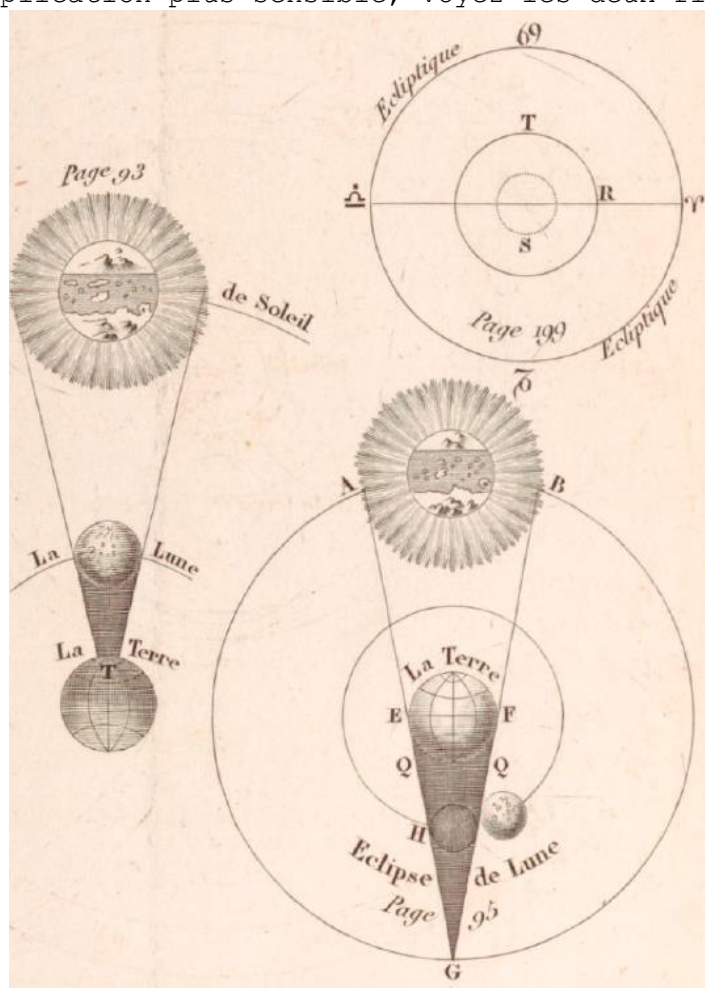
USAGE XXXVII. *Démontrer pourquoi la Lune ne peut jamais être vue au pôle Nord, pendant environ cinq mois de l'été, comme pleine lune, ni comme nouvelle lune pendant environ cinq mois de l'hiver.*

Placez le pôle du globe ou de la sphère au zénith, et tournez jusqu'à ce que la Lune soit en opposition pendant que le Soleil est au-dessus de l'horizon, ce qui est pour l'été ; vous verrez que la pleine lune ne peut point paraître sur l'horizon pendant tout le temps que la déclinaison du Soleil est plus grande que 5° et quelques minutes, c'est-à-dire depuis le 1er avril jusqu'au 8 ou 9 septembre, la latitude de la Lune n'excédant pas cette quantité. Continuant de faire tourner la sphère jusqu'à ce que le Soleil arrive au-dessous de l'horizon, aussitôt que les deux astres viennent en conjonction, vous verrez que la Lune ne peut point être vue sur cet horizon, quand elle est nouvelle, pendant tout le temps que la déclinaison méridionale du Soleil est plus grande que 5° , c'est-à-dire depuis le 5 octobre jusqu'au 5 ou 6 mars.

USAGE XXXVIII. Démontrer la cause d'une éclipse de Soleil (1) et de Lune (2).

Vous savez que la Lune, regardée comme satellite de notre planète, est un corps opaque qui ne reçoit sa lumière que du Soleil : son orbite étant inclinée sur celle de la Terre de 50° , son axe doit former, avec celui de la Terre, un angle de $28^\circ 28'$; sa révolution, par son mouvement propre, se fait en 27 jours et environ 8 heures, selon l'ordre des signes du zodiaque, en parcourant $13^\circ 10'$ à $11'$ par jour d'occident en orient. Comme la Lune fait douze fois le tour du zodiaque pendant que la Terre le parcourt une fois en un an, il faut qu'elle se trouve une fois par mois du côté du Soleil dans le même signe, et que la Terre se trouve aussi une fois entre elle et le Soleil dans un signe opposé. Dans le premier cas, on la dit en conjonction avec le Soleil, et capable de cacher le Soleil, ou de porter ombre sur la Terre, ce qui s'appelle *éclipse de Soleil*. Il peut arriver dans le second cas, qui s'appelle opposition, que la Terre prive la Lune de la lumière du Soleil, c'est alors une *éclipse de Lune*.

Pour rendre cette explication plus sensible, voyez les deux figures :



Le Soleil étant beaucoup plus grand que la Terre, ses rayons extrêmes A E G, B F G, qui touchent la Terre aux points E F, se terminent en un point G, qui est celui où l'ombre de la Terre finit, de sorte que l'ombre de la Terre Q est de la forme d'un cône ou pain de sucre, qu'on nomme, par cette raison, le cône de l'ombre terrestre.

Il en est de même à l'égard de la Lune, dont l'ombre se termine aussi en pointe environ au point T, vers la superficie de la Terre. Ainsi, au temps de la nouvelle lune, lorsque le centre de la Lune et celui du Soleil sont dans une même ligne droite, ou à peu près, avec l'œil du spectateur T, le corps du Soleil est caché par celui de la Lune ; alors il y a éclipse de Soleil, ou pour mieux dire, éclipse de Terre, puisque le Soleil ne perd point sa lumière, et que c'est la Terre qui est obscurcie. Mais au temps de la pleine lune, si son corps se trouve dans la partie H de son orbite, qui traverse le cône de l'ombre terrestre EGF, alors la Lune étant

plongée dans l'ombre de la Terre et ne pouvant recevoir la lumière du Soleil, souffre une éclipse.

(1) *Les éclipses de Soleil sont produites par l'interposition de la Lune, qui, dans ses conjonctions, passe quelquefois directement entre nous et le Soleil ; elle nous le cache alors tout ou en partie. Les éclipses totales sont celles où le Soleil paraît entièrement couvert par la Lune, le diamètre apparent de la Lune étant plus grand que celui du Soleil. Les éclipses annulaires sont celles où la Lune paraît tout entière sur le Soleil ; alors le diamètre du Soleil paraissant le plus grand, excède de tous côtés celui de la Lune, et forme autour d'elle un anneau ou une couronne lumineuse.*

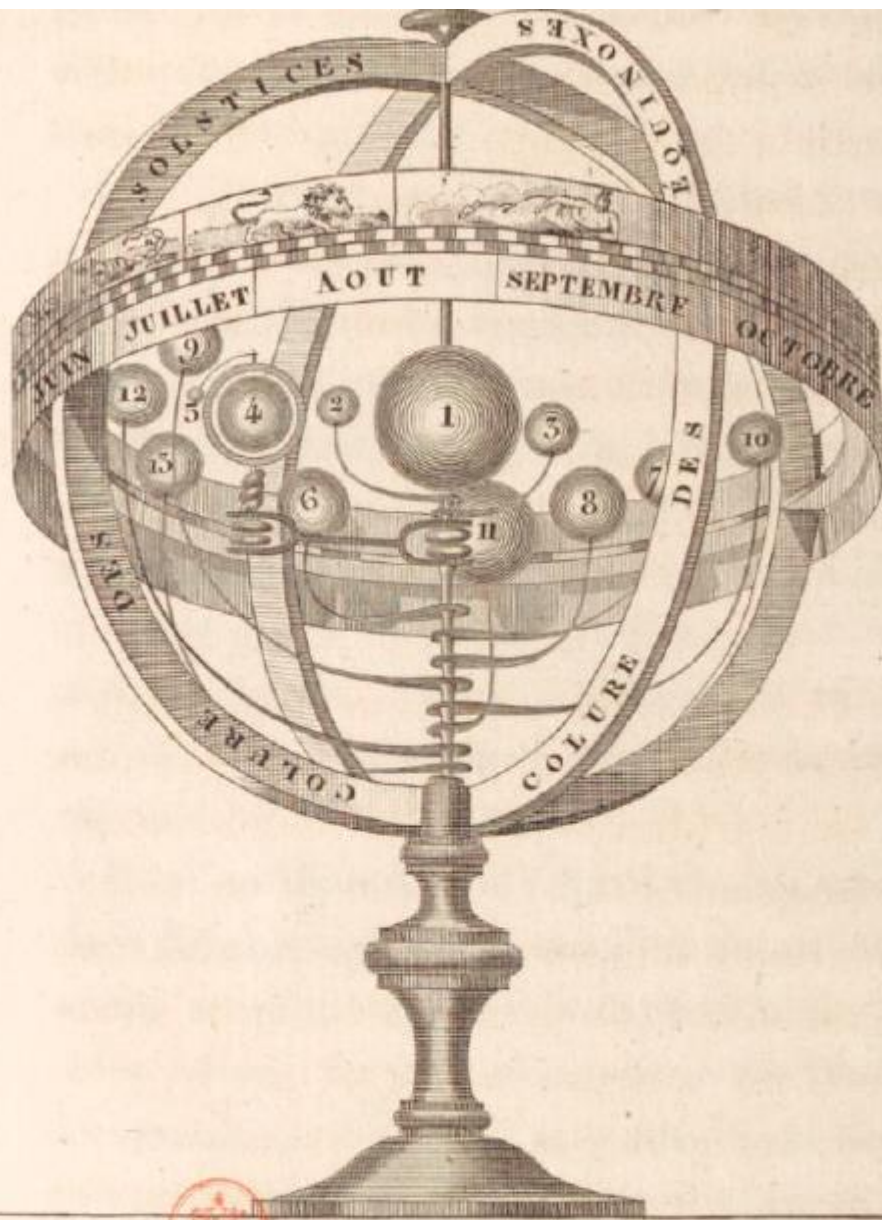
Telle fut l'éclipse du 1er avril 1764, que l'on vit annulaire à Cadix, à Rennes, à Calais et à Pello en Laponie. Les éclipses centrales sont celles où la Lune n'a aucune latitude au moment de la conjonction apparente ; son centre paraît alors sur le centre même du Soleil, et l'éclipse est totale ou annulaire, en même temps qu'elle est centrale.

(2) *L'éclipse de Lune est l'obscurité produite sur le disque de la Lune par l'ombre de la Terre. L'éclipse totale est celle où la Lune entière est obscurcie ; l'éclipse partielle est celle où une partie du disque de la Lune conserve sa lumière ; l'éclipse centrale est celle qui a lieu quand l'opposition arrive dans le point même du nœud ; la Lune traverse alors par le centre même le cône d'ombre. Il y a des années où il n'arrive aucune éclipse de Lune, comme en 1767, mais communément il en arrive plusieurs chaque année.*

LA SPHÈRE DE COPERNIC

Le Soleil semble, il est vrai, faire sa révolution journalière autour de la Terre ; mais c'est une illusion causée par le mouvement journalier de la Terre sur ses pôles d'occident en orient, et semblable à celle d'un homme qui, né sur mer, et n'étant jamais sorti du vaisseau, assurerait que les rivages, les arbres et les vaisseaux arrêtés à l'ancre, sont mobiles, et circulent autour de lui, parce que son vaisseau ferait une révolution sur lui-même.

Il a donc fallu chercher à détromper nos sens, et construire des instruments propres à nous faire apercevoir la vérité ce sombre est la sphère suivant le système Copernic. Elle est composée de deux grands cercles immobiles, qui indiquent le lieu des étoiles fixes, et s'entrecoupent à angles droits au zénith et au nadir. L'un des cercles, nommé colure des équinoxes, coupe l'écliptique aux premiers degrés du Bélier et de la Balance ; l'autre, appelé colure des solstices, le coupe aux premiers degrés du Cancer et du Capricorne ; ils partagent les quatre saisons de l'année. Les points de leur intersection sont les pôles de l'écliptique, le supérieur ou boréal, l'inférieur ou austral éloignés des pôles arctique et antarctique, qui sont ceux de l'équateur, chacun de $23^{\circ} 28'$. L'écliptique occupe le milieu du zodiaque, qui renferme les douze signes, divisés de 30 en 30° . Les mois y sont indiqués avec des degrés qui correspondent aux degrés de chaque signe. L'axe de l'écliptique se prolonge d'un pôle à l'autre pour recevoir les orbites des planètes. Une boule dorée, placée au centre, représente le Soleil ; les orbites des planètes tournent autour de cet astre, qui les éclaire, selon leurs périodes, marquées à des distances du Soleil qui sont entre elles comme les nombres 4, 7, 10, 15, 23, 26, 27, 27, 52, 95 et 192. Ces nombres, les plus simples et les plus faciles à retenir, sont tels, que chaque unité vaut un peu plus que trois millions de lieues, de 25 au degré, ou de 2 263 toises chacune.



SPHERE DE COPERNIC

Montée à quarts de cercles en cuivre avec les N^les Planètes

1. LE SOLEIL

2 Mercure, <i>distance au Soleil</i>	13000000	8 Vesta, <i>Distance au Soleil</i>	92000000
3 Vénus	25000000	9 Cérès	96000000
4 la Terre	35000000	10 Pallas	96500000
5 la Lune	<i>de la Terre à 86000</i>	11 Jupiter	182000000
6 Mars	53000000	12 Saturne	329000000
7 Junon	81000000	15 Herschel	662000000

Montée à quarts de cercles en cuivre avec les Nouvelles Planètes

La Terre, représentée par un petit globe, est inclinée de manière que son axe est toujours parallèle à lui-même, et que ses pôles sont toujours tournés vers les pôles du monde. Ce parallélisme est maintenu par la position fixe de l'axe sur une poulie qui, par un fil sans fin, correspond à une autre poulie placée au centre du soleil. Par ce moyen la terre tourne autour du soleil sans que son axe cesse d'être incliné et dirigé vers la même région du ciel. Cet axe tient à un cercle qui

représente le méridien, au zénith duquel est attachée une petite lame de cuivre pour indiquer l'orbe de la lune qui environne la terre, et que celle-ci entraîne avec elle, ainsi que Jupiter et Saturne sont entourés, l'une par les quatre, l'autre par les cinq orbes de leurs satellites. Mais ces orbes ne pouvant entrer dans cet assemblage, vous pouvez les voir dans la figure qui représente ce système.

Telle est la construction ordinaire de la sphère de Copernic. Dans une pareille machine, quelque grande qu'elle soit, il est impossible d'observer aucune proportion, tant pour les grosseurs des planètes que pour leurs distances entre elles. On sait que le diamètre du Soleil est à celui de la Terre comme 111 et 1/2 est à 1, et que cet astre est 1 million et 1/3 de fois plus gros qu'elle. Le Soleil n'étant pas au centre du mouvement de la Terre, si, entre sa plus grande et sa plus petite distance, nous en prenons une moyenne, nous la trouverons à peu près de 12000 diamètres de la Terre ; or, supposons une terre d'un pouce de diamètre, il faudra un soleil de 111 pouces 1/2 ou de 9 pieds 3 pouces 1/2 de diamètre : la moyenne distance indiquée étant de 12 000 pouces, exigera une étendue de plus de 133 toises.

Concluons donc que l'utilité de cette machine, construite en petit, consiste à nous donner l'idée des situations respectives des planètes, de la durée de leurs révolutions ; mais il faut que l'imagination, aidée du secours astronomique, supplée, corrige, en quelque sorte, une imperfection irrémédiable.

Dans ce système, le Soleil est au centre du monde, d'où il répand sa lumière et sa chaleur sur toutes les planètes, qui, comme la Terre, devenue planète, tournent autour de lui par des mouvements particuliers. Il en résulte, pour les usages des globes, une différence qui tient à la différence des deux systèmes. Le mouvement de rotation de la Terre sur ses deux pôles, d'occident en orient, en 24 heures, nous fait croire que le Soleil va d'orient en occident ; par cette raison, remarquez :

1° que, pour l'usage du globe céleste selon Copernic, les heures marquées sur le cercle horaire se comptent d'orient vers l'occident

2° que, pour l'usage du globe terrestre, elles se comptent d'occident vers l'orient, parce que, dans ce système, c'est à la Terre que le mouvement est attribué.

C'est vous en dire assez, pour ne pas vous fatiguer par des redites qui seraient inutiles. Comme le globe terrestre placé dans la Sphère de Copernic est trop petit pour servir à résoudre des problèmes d'astronomie et de géographie, je me propose à l'aide de la machine géocyclique de vous rendre sensible, par le mouvement diurne de la Terre le mouvement apparent des corps célestes ; et, par son mouvement annuel le changement des saisons et l'apparence du mouvement annuel du Soleil.

Mon but n'est point de vous donner une connaissance approfondie de l'astronomie ; cet avantage est réservé aux excellents ouvrages de feu Lalande, à l'Uranographie de M. Francoeur, etc.

Il doit me suffire de vous avoir indiqué les problèmes essentiels ; dont la solution vous facilitera celle de beaucoup d'autres. Vous pourrez apprécier une science, qui, par l'application que vous ferez de ses principes sur votre Sphère, vous procurera un amusement utile, et qui seule est capable, en vous mettant sous les yeux la grandeur et l'harmonie de cet univers, de vous pénétrer d'admiration pour la Suprême intelligence et la sagesse infinie de son auteur.

Les problèmes que l'on peut résoudre par le moyen d'une sphère ou d'un globe, a dit ce même astronome, ne sont pas de simples exercices d'amusement : il faudrait à la Vérité, pour y trouver quelque exactitude, avoir un globe très grand, tourné avec soin ; mais en étudiant pour la première fois les principes de l'astronomie, il est très utile de s'exercer sur le globe où sur la sphère armillaire, en bien comprendre les mouvements et pouvoir les rapporter sans peine aux objets célestes. (Lalande, Abrégé Astronomie, art. 170.)