Les Usages de la sphère et des globes céleste et terrestre... par Delamarche,... 8e édition, revue (par Félix [...]

cule 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 I.

DES DIFFÉRENTES POSITIONS DE LA SPHÈRE ET DU GLOBE CÉLESTE.

De la Sphère de Ptolémée.

On distingue trois positions différentes de la sphère : elle est *droite, parallèle, obli-*

que, suivant les différents rapports de l'équateur avec l'horizon.

Si vous faites rouler le méridien de manière que les pôles rasent 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° 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.

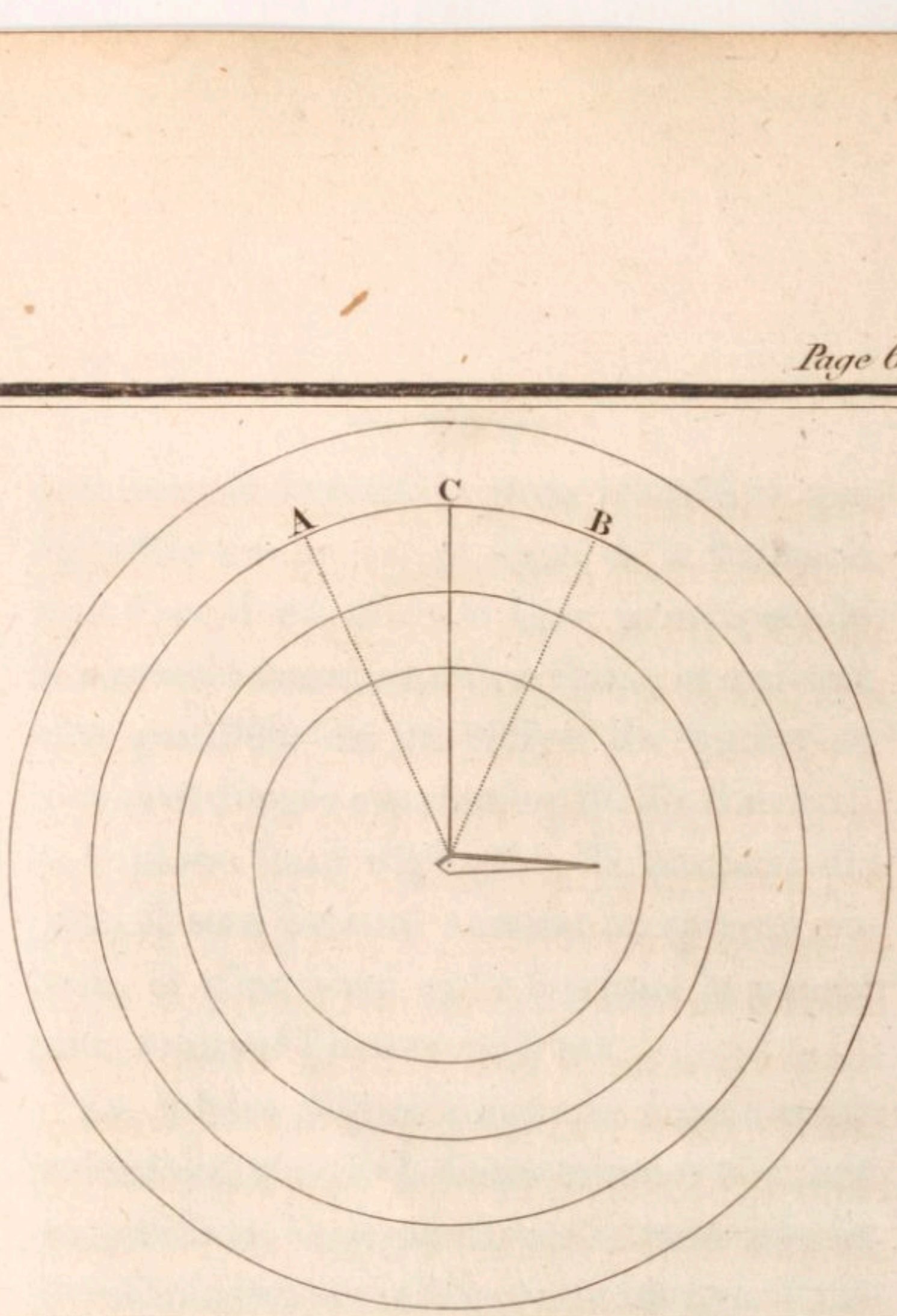
Cette déclinaison est pour Paris de 21° 40′. Connaissant donc la déclinaison de l'aiguille à l'occident de la méridienne, il

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.

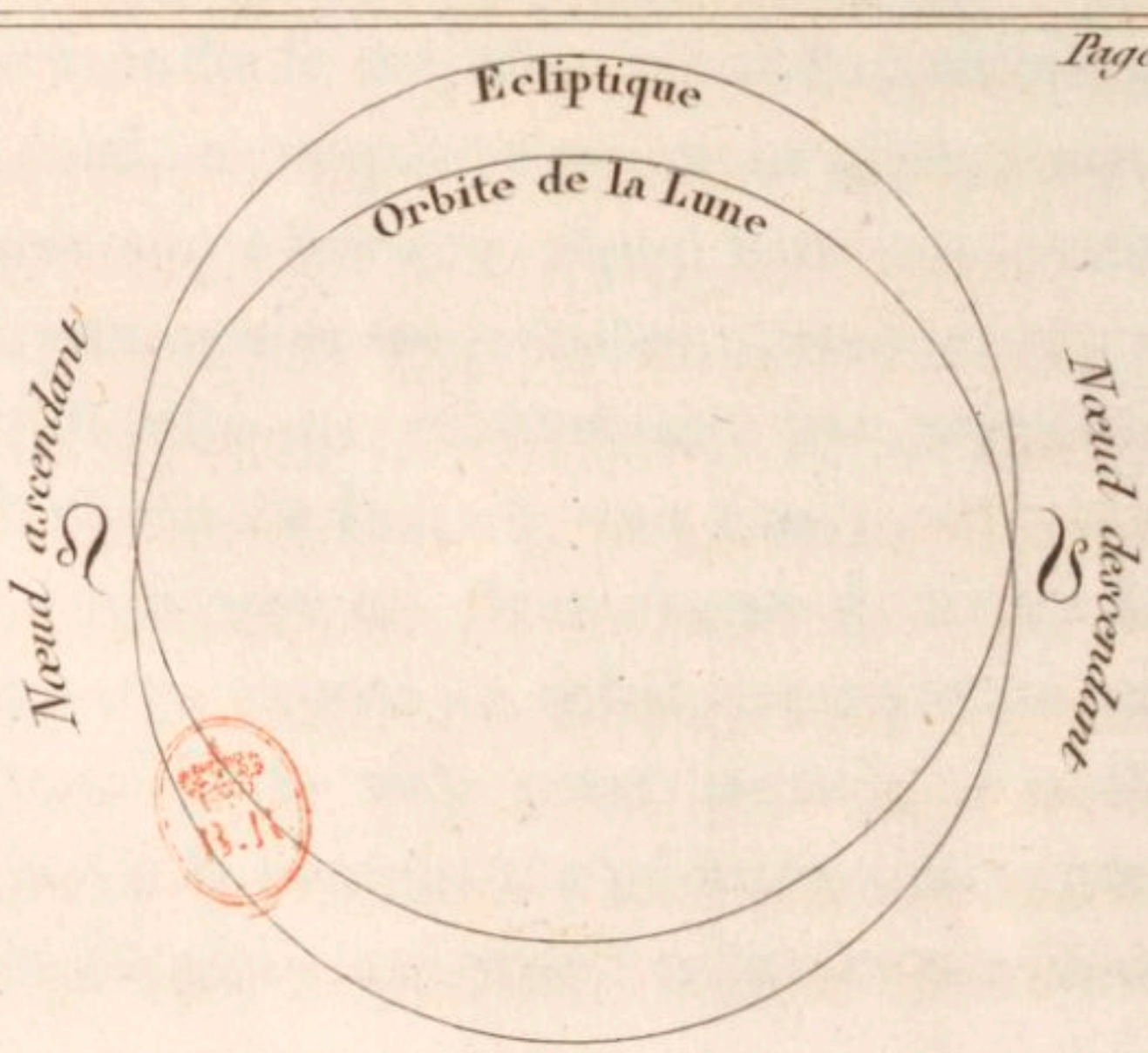
La sphère disposée comme dans l'usage précédent, si vous la faites tourner d'orient en occident, vous montrera le mouvement du ciel; l'axe de la sphère coïncide avec l'axe du monde, le méridien répond au méridien du ciel, et les quatre points cardinaux marqués sur l'horizon répondent aux quatre points 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 représen-

Page 63.



Page 48



teront 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 ε 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 1er mai.

1° Élevez 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 11e degré du Taureau, qui répond au 1er 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, 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 4^h 16^m, et se couche à 7^h 44^m.

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.

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'ho-

rizon, au cercle des signes, le degré qui répond à ce quantième du mois, vous trouverez que c'est le 19e 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 $4^h\ 48^m$ 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 20e 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 13e degré du Taureau, vous trouverez que la longueur de ce jour est de $14^h\ 30^m$, et par conséquent celle de la nuit de $9^h\ 30^m$.

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 à 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[1], vous verrez que son ascension droite est de 28° 51'.

[1] On appelle *longitude* la distance du soleil ou d'un astre au point équinoxial, comptée le long de l'écliptique. Quand

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'équa-

le Soleil a parcouru 30° de l'écliptique par son mouvement annuel, 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 de Bélier; les 30 qui suivent forment le Taureau, etc.

teur d'occident en orient; que la déclinaison est sa distance à l'équateur comptée sur le méridien.

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 11e 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 11e degré du Taureau, qui répond au 1er mai.

USAGE XII.

Étant 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'équateur, 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 26e 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 20e 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 à

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° 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° 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 2e degré du Taureau, l'autre le 28e 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 5e degré du Scorpion et le 25e 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 6^h 36^m 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° 11′ pour l'amplitude ortive, ou 70° 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 18e 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 18° 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 ♏ 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° 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 14^h 51^m avant le Soleil; donc ce signe se lève à 8^h 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 3^h 20^m, parce que le mouvement diurne se faisant uniformément sur l'équateur, la 24e 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 mé-

ridien; 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 10e 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° 30' de latitude australe.

Si l'étoile est au nord de l'écliptique, il faut mettre le vertical à son pôle septen-

trional. 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.

Élevez 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° 8′ de déclinaison et 149° 1′ d'ascension droite.

USAGE XXV.

Étant 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 1er octobre, à $18^h\ 2^m$, c'est-à-

dire le 2 octobre, et que sa hauteur méridienne pour Paris est de 24° 45′; placez le quart de cercle dans le plan du méridien à 6 heures 2 minutes du matin, et mettez-le à la hauteur de 24° 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 11e 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 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'à 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 10e degré du vertical, vous donnera le lieu du Soleil. Vous trouverez que c'est le 19e 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 dé-

clinaison est égale à la latitude géographique 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'équateur, 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 opa-

(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 en 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

que 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° 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° 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 arri-

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.

ver, 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, page 22.

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 (*fig.* 2).

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