

conde. Le soleil reste donc environ 97 jours sans se coucher, et 103 jours sans se lever, à la latitude australe de 75 degrés. Nous verrons bientôt à quoi tient cette différence que présentent les régions voisines des deux pôles de la terre.

§ 136. **Division de la surface de la terre en cinq zones.** — Nous venons de voir que les circonstances que présente le mouvement diurne du soleil sont loin d'être les mêmes pour les divers points de la surface de la terre : c'est ce qui a conduit à diviser cette surface en plusieurs parties distinctes ou *zones*, comme nous allons l'indiquer.

Pout tout point dont la latitude, boréale ou australe, ne dépasse pas $66^{\circ} 32'$, le soleil se lève et se couche tous les jours de l'année.

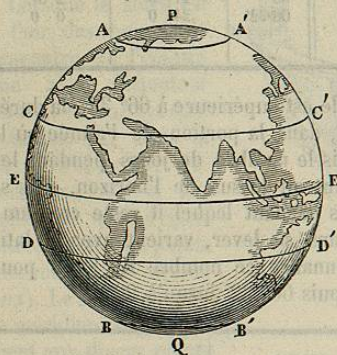


FIG. 185.

Pour tout point, au contraire, dont la latitude est plus grande que $66^{\circ} 32'$, il y a certaines époques de l'année où le soleil est plusieurs jours sans se lever ou sans se coucher. Les deux parallèles AA', BB' (fig. 185), qui correspondent aux latitudes de $66^{\circ} 32'$, divisent donc la surface de la terre en trois parties bien distinctes. Les deux calottes sphériques, ou zones à une base, APA', BQB', se nomment les *zones glaciales*. Les cercles AA', BB', qui leur servent de limites, sont les *cercles polaires*; on donne spécialement le nom de *cercle polaire arctique* à celui qui avoisine le pôle nord, tandis que l'autre porte le nom de *cercle polaire antarctique*.

La partie comprise entre les deux cercles polaires se divise à son tour en trois autres. Pour tous les points qu'elle comprend, le soleil se lève et se couche chaque jour de l'année; mais la plus grande hauteur à laquelle il s'élève au-dessus de l'horizon n'est pas la même pour un point que pour un autre. Si nous nous reportons à la figure 181, nous verrons que cette plus grande hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, à midi, dépend de la position que l'arc *bc* occupe par rapport au zénith Z. Cet arc comprenant tous les points où le soleil traverse le méridien, aux diverses époques de l'année, il est clair que, s'il se trouve placé

comme sur la figure, c'est au moment où le soleil passera en *b* qu'il sera à sa plus grande hauteur au-dessus de l'horizon. En général, toutes les fois que l'arc *bc* sera tout entier d'un même côté du zénith Z, le soleil atteindra sa plus grande hauteur lorsqu'il passera à l'une des extrémités de cet arc, c'est-à-dire à l'époque du solstice d'été ou du solstice d'hiver, suivant que l'on sera en un point de l'hémisphère boréal ou de l'hémisphère austral; cette plus grande hauteur, toujours inférieure à 90° , variera d'ailleurs de grandeur avec la latitude du lieu.

Mais si l'arc *bc* s'étend de part et d'autre du zénith (fig. 186), il n'en sera plus de même; le soleil traversant le méridien successivement dans les divers points de cet arc, il arrivera deux fois, chaque année, qu'il passera au zénith même du lieu; sa plus grande hauteur au-dessus de l'horizon sera donc de 90° , et elle n'arrivera plus à l'époque de l'un des deux solstices. Pour qu'il en soit ainsi, il faut que la distance du milieu *a* de l'arc *bc* au zénith du lieu soit plus petite que la distance *ab* qui est de $23^{\circ} 28'$; et, comme la distance

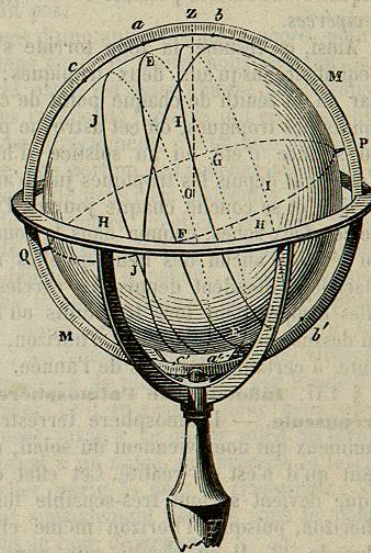


FIG. 186.

du point *a* au zénith est égale à la latitude du lieu, il en résulte que cette latitude doit être plus petite que $23^{\circ} 28'$. Si donc on trace sur le globe terrestre les parallèles CC', DD' (fig. 185), correspondant aux latitudes de $23^{\circ} 28'$, ils comprendront entre eux tous les lieux de la terre où l'on voit le soleil passer au zénith à certaines époques de l'année. Ces deux parallèles CC', DD', se nomment les *tropiques*; celui qui se trouve dans l'hémisphère boréal est le *tropique du Cancer*, et l'autre est le *tropique du Capricorne*, dénominations particulières qui viennent de ce que le soleil passe au zénith d'un point quelconque de l'un ou de l'autre de ces deux

tropiques, lorsqu'il entre dans le signe du Cancer ou dans le signe du Capricorne, c'est-à-dire au solstice d'été ou au solstice d'hiver. Le mot *tropique* (du verbe grec *τροπέω*, tourner) signifie que le soleil, après s'être avancé vers le nord ou vers le sud jusqu'à atteindre le zénith d'un quelconque des points des deux cercles auxquels il s'applique, retourne sur ses pas pour se rapprocher de l'équateur. La zone que comprennent les deux tropiques se nomme la *zone torride*; les deux zones comprises entre les tropiques et les cercles polaires sont désignées sous le nom de *zones tempérées*.

Ainsi, en résumé, la zone torride s'étend de part et d'autre de l'équateur, jusqu'aux deux tropiques; le soleil passe deux fois par an au zénith de chaque point de cette zone, excepté pour les points des tropiques, où cet astre ne passe qu'une fois au zénith, au solstice d'été ou au solstice d'hiver. Les zones tempérées s'étendent depuis les tropiques jusqu'aux cercles polaires; le soleil se lève et se couche chaque jour de l'année dans toute l'étendue de ces deux zones, comme dans la zone torride : mais il ne passe au zénith d'aucun des lieux qu'elles renferment. Enfin, les zones glaciales s'étendent depuis les cercles polaires jusqu'aux pôles; elles comprennent tous les points où le soleil reste constamment au-dessus ou au-dessous de l'horizon, pendant plusieurs jours de suite, à certaines époques de l'année.

§ 137. **Influence de l'atmosphère sur la durée du jour; crépuscule.** — L'atmosphère terrestre, en réfractant les rayons lumineux qui nous viennent du soleil, nous fait voir cet astre plus haut qu'il n'est en réalité. Cet effet de la réfraction atmosphérique devient surtout très-sensible lorsque le soleil est près de l'horizon, puisqu'à l'horizon même elle le relève d'un angle de plus de 33'. Il en résulte que nous voyons le soleil se lever quelque temps avant qu'il se soit réellement élevé jusqu'au plan de notre horizon, et que de même nous le voyons se coucher quelque temps après qu'il s'est abaissé au-dessous de ce plan. La durée du jour se trouve donc augmentée par là, et celle de la nuit se trouve diminuée en conséquence. C'est ainsi qu'à Paris le plus long jour de l'année est de 16^h 7^m, et le jour le plus court de 8^h 11^m, au lieu de 15^h 58^m et 8^h 2^m, nombres que nous avons indiqués précédemment en ne tenant pas compte de l'influence de l'atmosphère. On voit que les jours à Paris sont augmentés de 9 minutes par cette influence, à l'époque des solstices; ils le sont seulement de 7 minutes aux équinoxes. Au pôle boréal, le soleil paraît dans le plan de l'horizon, non pas lorsqu'il arrive à l'équi-

noxe du printemps, mais lorsque sa déclinaison australe n'est plus que d'environ 33'; il reste alors visible jusqu'à l'époque où, ayant passé à l'équinoxe d'automne, il a repris une déclinaison australe supérieure à 33'. On a soin de tenir compte de cette action de l'atmosphère, dans le calcul des heures du lever et du coucher du soleil que l'on insère dans les almanachs. Les nombres contenus dans les tableaux de la page 245 ont été obtenus en négligeant la réfraction atmosphérique; ils se rapportent aux apparences que présenterait le mouvement du soleil en divers lieux, si l'atmosphère n'existait pas.

§ 138. Mais l'atmosphère agit d'une autre manière encore, pour augmenter chaque jour le temps pendant lequel nous recevons la lumière du soleil. Lorsque cet astre est assez abaissé au-dessous de notre horizon, pour que les rayons de lumière qui en émanent ne puissent plus nous arriver directement, c'est-à-dire lorsqu'il s'est couché, il éclaire encore une portion des couches atmosphériques qui se trouvent au-dessus de nous; les molécules d'air, en nous renvoyant une partie de la lumière qu'elles reçoivent ainsi du soleil, répandent autour de nous une clarté qui est très-grande lorsque le soleil est couché depuis peu d'instant, et qui diminue progressivement à mesure que le soleil s'abaisse de plus en plus au-dessous de l'horizon. Le matin, avant le lever du soleil, le même phénomène se produit : les couches atmosphériques situées au-dessus de l'horizon sont éclairées de plus en plus par le soleil, quand il approche de son lever, et il en résulte pour nous une clarté qui croît progressivement jusqu'à ce que le soleil se lève. Cette clarté, variable d'un instant à un autre, qui précède le lever du soleil et qui suit son coucher, porte le nom de *crépuscule* : le crépuscule du matin est plus spécialement désigné sous le nom d'*aurora*, et celui du soir sous le nom de *brune*.

La leur crépusculaire ne présente pas une intensité uniforme dans toute l'étendue du ciel que l'on peut apercevoir; on voit au contraire que cette intensité est plus grande vers un des points de l'horizon que partout ailleurs, et qu'elle va en diminuant progressivement, à partir de ce point, dans toutes les directions. Ce point, où la leur crépusculaire a sa plus grande intensité, est de tous les points de l'horizon celui dont le soleil se trouve le plus rapproché; il est situé dans le plan vertical qui passe par le centre de l'astre. En même temps que le soleil s'abaisse au-dessous de l'horizon, après son coucher, le plan vertical qui lui correspond change de direction, puisque le soleil, dans son mouvement diurne, nous semble décrire un cercle oblique à l'horizon; le point de plus

rande intensité de la lueur crépusculaire doit donc se déplacer en même temps que le soleil : ce point s'éloigne de plus en plus de la position qu'il occupait au moment du coucher du soleil, en marchant vers le nord ou vers le sud, suivant que le lieu d'observation appartient à l'hémisphère boréal ou à l'hémisphère austral de la terre. Des circonstances analogues se présentent avant le lever du soleil.

On comprend que l'intensité de la lueur crépusculaire ne dépend pas seulement de la distance à laquelle le soleil se trouve au-dessous du plan de l'horizon. L'état de l'atmosphère, la quantité de vapeur qu'elle contient, la transparence plus ou moins grande qui en résulte pour les couches atmosphériques, doivent avoir une influence très-notable sur cette intensité. Aussi doit-il arriver que la fin du crépuscule du soir, et le commencement de celui du matin, ne correspondent pas toujours à un même abaissement du soleil au-dessous de l'horizon. Ce n'est donc qu'approximativement qu'on peut établir une règle qui permette d'évaluer la durée du crépuscule. On a reconnu que, généralement, lorsque l'air est suffisamment pur, la lueur crépusculaire peut s'apercevoir tant que le soleil se trouve abaissé de moins de 18 degrés au-dessous de l'horizon.

Il est aisé, d'après cela, de se faire une idée de la durée du crépuscule, soit après le coucher du soleil, soit avant son lever. Si l'on est, par exemple, en un point de l'équateur terrestre, et que le soleil se trouve à l'un des équinoxes, il se meut, en vertu du mouvement diurne, suivant un cercle qui coïncide avec l'équateur céleste; cet astre, parcourant 360 degrés en 24 heures, décrit un arc de 15 degrés en une heure; son mouvement, dans les circonstances particulières où nous nous plaçons, s'effectuant dans un plan vertical, on voit que, pour qu'il se soit abaissé de 18 degrés au-dessous de l'horizon, à partir de son coucher, il faut qu'il ait décrit un arc de 18 degrés sur son cercle diurne; le crépuscule dure donc tout le temps que le soleil emploie à décrire cet arc de 18 degrés, c'est-à-dire 1^h 12^m.

Le temps employé par le soleil à s'abaisser de 18 degrés au-dessous de l'horizon varie avec la position du lieu où l'on est placé, et avec la déclinaison du soleil; mais ce temps est généralement plus grand que celui que nous venons de trouver pour un point de l'équateur de la terre, et pour l'époque de l'un des équinoxes. Il y a même un grand nombre de lieux où, à certaines époques, le crépuscule dure toute la nuit, c'est-à-dire où le soleil, en s'abaissant au-dessous de l'horizon, entre son coucher et son lever, ne va

pas jusqu'à la distance de 18 degrés au delà de laquelle le crépuscule cesse d'exister. C'est ce qui arrive, par exemple à Paris, à l'époque du solstice d'été. En effet, à cette époque la déclinaison du soleil étant de 23° 28', sa distance au pôle boréal est égale à 66° 32'; à minuit, lorsque le soleil se trouve le plus bas possible au-dessous de l'horizon, c'est-à-dire en *b'* (*fig.* 181), on obtiendra la distance du soleil à ce plan, en retranchant de *Pb'*, qui est égal à 66° 32', la hauteur du pôle au-dessus de l'horizon, hauteur qui, pour Paris, est de 48° 50' : donc la plus grande distance du soleil à l'horizon, pendant la nuit, à Paris, et au solstice d'été, est de 17° 42'.

§ 139. **Variations de température occasionnées par le mouvement du soleil.** — En même temps que le soleil éclaire les diverses parties de la surface de la terre, il leur envoie une quantité considérable de chaleur; c'est cette chaleur qui, en se combinant avec la chaleur propre de la terre, détermine ces températures diverses que l'on observe en chaque lieu. Pour nous rendre compte de la manière dont se produisent ces variations de température, examinons d'abord ce qui se passe dans l'espace d'un jour en un lieu déterminé.

La surface de la terre, dans le lieu dont nous nous occupons, émet constamment de la chaleur vers les espaces célestes, et tend ainsi à se refroidir; mais, d'un autre côté, elle reçoit de la chaleur du soleil, chaleur qui tend à élever sa température. Ces deux causes de variation de température agissant en sens contraire l'une de l'autre, la température s'abaissera ou s'élèvera, suivant que la première l'emportera sur la seconde, ou inversement. Or, tandis que le rayonnement vers les espaces célestes se produit sans interruption, la chaleur du soleil n'arrive sur la surface dont il s'agit que par intermittence, si toutefois on suppose que le soleil se lève et se couche dans l'espace d'une même journée; on comprend donc que tantôt la quantité de chaleur perdue par le rayonnement est plus grande que celle qui est reçue du soleil, tantôt au contraire cette dernière quantité de chaleur est plus grande que la première : en sorte qu'il en résulte nécessairement qu'à certains moments la température s'abaisse, et qu'à d'autres moments elle s'élève. Suivons le soleil dans son mouvement diurne, et nous reconnaitrons sans peine de quelle manière la température doit varier dans l'espace de 24 heures. Peu de temps après le lever du soleil, la chaleur reçue de cet astre par la surface de la terre, au lieu que l'on considère, devient plus grande que celle qu'elle perd par le rayonnement; en sorte que la température s'accroît. Le soleil s'élevant

de plus en plus au-dessus de l'horizon, jusqu'à midi, la chaleur que la surface de la terre en reçoit va en augmentant; car, d'une part, les rayons solaires tombent sur la surface avec une obliquité de moins en moins grande, et, d'une autre part, l'atmosphère absorbe une portion de plus en plus petite de ces rayons, puisque, par suite de la diminution de leur obliquité, ils ont à traverser une épaisseur d'air de plus en plus faible. La température doit donc s'accroître constamment jusqu'à midi. Après midi, le soleil se rapproche de l'horizon; la chaleur que la surface de la terre en reçoit va donc en diminuant: mais, tant que cette chaleur se trouve encore plus grande que celle qui est perdue par le rayonnement, la température ne cesse pas de s'accroître. C'est moyennement vers deux heures de l'après-midi que la chaleur reçue du soleil devient égale à la chaleur perdue; et, comme la chaleur reçue diminue toujours, il arrive bientôt que la chaleur perdue est plus grande que la chaleur gagnée: dès lors, la température s'abaisse. Ainsi, c'est vers deux heures de l'après-midi que la température est la plus élevée. Depuis cette époque jusqu'au coucher du soleil, la température baisse de plus en plus; pendant la nuit, le soleil n'envoyant pas de chaleur à la surface de la terre, la température continue à baisser jusqu'au lever de cet astre; à ce lever même, et pendant quelque temps au delà, elle baisse encore, tant que la chaleur reçue n'est pas assez grande pour compenser la perte qui se produit en même temps par le rayonnement; enfin, au bout de peu de temps après le lever du soleil, la température recommence à s'accroître. Ainsi, dans l'espace d'une journée, la température varie continuellement; elle atteint un maximum vers deux heures de l'après-midi, et un minimum quelque temps après le lever du soleil.

§ 140. Si le mouvement diurne du soleil présentait exactement les mêmes circonstances, dans le lieu dont nous nous occupons, aux diverses époques de l'année; si cet astre restait toujours le même nombre d'heures au-dessus de l'horizon; s'il atteignait chaque jour la même hauteur au-dessus de ce plan, il est clair que la température devrait repasser tous les jours par les mêmes phases: la température la plus élevée pour un jour devrait être la même que celle des autres jours, et il devrait également en être ainsi pour la température la plus basse. Mais nous savons que les choses ne se passent pas de cette manière: l'inégalité qui existe entre les durées du jour et de la nuit, aux diverses époques de l'année, et en un même lieu, doit amener une inégalité correspondante dans les températures. Si nous considérons, par exemple, un lieu tel

que Paris, qui se trouve dans la zone tempérée de l'hémisphère boréal de la terre, nous verrons que, depuis le solstice d'hiver jusqu'au solstice d'été, le temps pendant lequel le soleil reste au-dessus de l'horizon, chaque jour, est de plus en plus long, et qu'en outre la hauteur méridienne du soleil est de plus en plus grande: la quantité totale de chaleur que la surface du sol reçoit du soleil, dans l'espace de 24 heures, va donc constamment en augmentant, et, par suite, la température moyenne de chaque jour tend à s'élever de plus en plus. Le contraire a lieu depuis le solstice d'été jusqu'au solstice d'hiver; la quantité totale de chaleur reçue du soleil, en 24 heures, diminue de plus en plus, et, en conséquence, la température moyenne de chaque jour tend constamment à s'abaisser. Cependant, par des considérations analogues à celles qui nous ont fait voir que, chaque jour, le maximum de température a lieu, non pas à midi, mais environ deux heures plus tard, on reconnaît que ce n'est pas au solstice d'été même que la température moyenne du jour est la plus élevée; cette température moyenne du jour augmente encore au delà du solstice, pendant environ une quinzaine de jours, après lesquels elle commence à décroître. De même, c'est environ quinze jours après le solstice d'hiver que la température moyenne du jour est la plus basse.

Dans toute l'étendue des zones tempérées, les variations de température, dans l'espace d'une année, doivent se produire conformément à ce que nous venons de dire. Dans les zones glaciales, il n'en est plus tout à fait de même; les effets calorifiques sont modifiés par cette circonstance que le soleil reste au-dessus de l'horizon pendant plusieurs jours de suite, à une certaine époque, et aussi pendant plusieurs jours au-dessous de ce plan, à une autre époque. Dans la zone torride, il doit aussi y avoir des variations de température analogues à celles des zones tempérées; mais les changements qu'éprouve la température moyenne du jour, aux diverses époques de l'année, sont beaucoup moins sensibles, parce que, d'une part, il y a moins de différence entre les jours les plus longs et les jours les plus courts, et que, d'une autre part, le soleil à midi n'est jamais très-éloigné du zénith.

Quant à la température moyenne de l'année, on comprend qu'elle doit varier avec la latitude du lieu que l'on considère. Plus cette latitude du lieu est grande, plus, en moyenne, les rayons venus du soleil sont obliques. On s'explique comment il se fait que la température moyenne, dans la zone torride, est très-élevée; que cette température moyenne est plus faible dans les zones tempérées, et d'autant plus faible qu'on s'éloigne des tropiques, pour se rappo-

cher des cercles polaires; et qu'enfin, dans les zones glaciales, la température est très-basse.

Les variations de température en un lieu donné, aux diverses heures d'une même journée, et surtout dans les divers jours d'une même année, sont très-loin de présenter la régularité qui semblerait résulter des considérations précédentes. Les courants qui se produisent dans l'atmosphère, et que nous nommons *vents*, font que des masses d'air considérables, ayant pris la température qui règne dans certaines régions de la terre, vont se mettre en contact avec d'autres régions où la température est différente : il s'ensuit des modifications plus ou moins grandes dans la température de ces dernières régions. L'irrégularité avec laquelle le vent souffle, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, fait que les températures en un lieu donné présentent des irrégularités correspondantes. Aussi n'est-ce qu'en prenant les moyennes des températures observées pendant un grand nombre d'années, qu'on peut arriver à des résultats qui concordent avec les considérations théoriques qui viennent d'être développées; les variations accidentelles qui troublent chaque température en particulier, disparaissent en grande partie quand on calcule ces moyennes, et cela permet de mettre en évidence les variations régulières dont nous avons signalé les causes.

§ 141. Les variations de température occasionnées par la présence plus ou moins prolongée du soleil au-dessus de l'horizon, et par l'obliquité plus ou moins grande de ses rayons, doivent être rangées parmi les principales causes des vents. Dans la zone torride, où l'action calorifique du soleil sur la surface de la terre est à son maximum d'intensité, l'échauffement continu de l'atmosphère donne lieu à des vents réguliers connus sous le nom de *vents alizés*. Il est aisé de se rendre compte de la production de ces vents ainsi que des circonstances qu'ils présentent.

L'air qui se trouve près de la surface de la terre, dans le voisinage de l'équateur, acquiert une température assez élevée; il se dilate, et tend à monter dans les régions supérieures de l'atmosphère, en raison de la diminution de sa densité. L'air échauffé ne peut pas s'élever ainsi, sans qu'il soit remplacé constamment par de l'air plus frais, venant des contrées placées à une certaine distance de l'équateur, de part et d'autre de cette ligne; d'ailleurs l'air qui s'est élevé à l'équateur même se refroidit dans les régions supérieures de l'atmosphère, et se déverse de là sur les zones tempérées, pour y combler le vide provenant de ce que l'air qui s'y trouvait s'est porté vers l'équateur. Il en résulte qu'il se

produit dans l'atmosphère, et tout autour de la terre, un double mouvement de circulation qui est constamment entretenu par la chaleur solaire (*fig. 187*).

Jusque-là, il semble que l'action calorifique du soleil doive déterminer près de la surface de la terre un vent venant du nord pour les contrées situées à une certaine distance de l'équateur, dans l'hémisphère boréal, et un vent du sud pour les contrées situées de l'autre côté de l'équateur. Mais il faut observer que le mouvement de rotation de la terre doit avoir une certaine influence sur le phénomène. L'atmosphère tourne en même

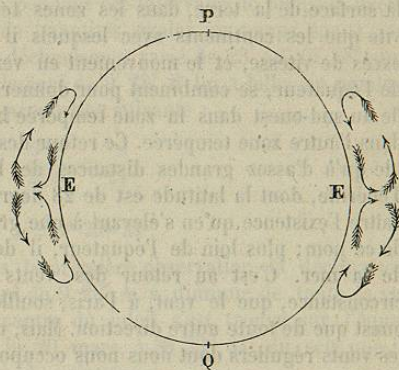


FIG. 187.

temps que la terre; et, dans ce mouvement, ses diverses parties sont animées de vitesses plus ou moins grandes, suivant qu'elles correspondent à telle ou telle portion de la surface de la terre; puisque les rayons des cercles décrits par les différents points de cette surface, dans l'espace de 24 heures sidérales, varient avec les latitudes de ces points. L'air qui se trouvait dans le voisinage d'un parallèle quelconque, dans l'hémisphère boréal ou dans l'hémisphère austral, et qui se rend à l'équateur, possède une vitesse de rotation plus petite que celle des points de la terre dont il se rapproche; arrivé près de l'équateur, il marche moins vite qu'il ne devrait le faire pour suivre la terre dans son mouvement : il est en retard par rapport à elle, et, pour un observateur qui est emporté par la terre dans sa rotation, il doit paraître se mouvoir en sens contraire de ce mouvement, c'est-à-dire de l'est vers l'ouest.

C'est ce qui arrive en effet. Les vents alizés, dans le voisinage de l'équateur, soufflent de l'est. Au nord de l'équateur, l'excès de la vitesse de la terre sur la vitesse de l'air se combine avec le mouvement en vertu duquel l'air se transporte vers l'équateur; et il en résulte un vent soufflant du nord-est. De même, au sud de l'équateur, les causes que nous venons de signaler occasionnent un vent du sud-est.

Arrivé à l'équateur, l'air s'élève dans les hautes régions de l'atmosphère pour retourner ensuite vers les zones tempérées. Mais le séjour plus ou moins long qu'il a fait dans le voisinage de l'équateur lui a fait prendre peu à peu un mouvement de rotation plus rapide que celui qu'il possédait d'abord; lorsqu'il retombe sur la surface de la terre, dans les zones tempérées, il marche plus vite que les continents avec lesquels il se met en contact: cet excès de vitesse, et le mouvement en vertu duquel l'air s'éloigne de l'équateur, se combinent pour donner lieu à un vent qui souffle du sud-ouest dans la zone tempérée boréale, et du nord-ouest dans l'autre zone tempérée. Ce retour des vents alizés n'est sensible qu'à d'assez grandes distances de l'équateur. Dans l'île de Ténériffe, dont la latitude est de 28 degrés, on ne peut en reconnaître l'existence qu'en s'élevant à une grande hauteur, sur le pic de ce nom; plus loin de l'équateur, il devient sensible au niveau de la mer. C'est au retour des vents alizés qu'est due cette circonstance, que le vent, à Paris, souffle plus souvent du sud-ouest que de toute autre direction. Mais, dans les zones tempérées, les vents réguliers dont nous nous occupons sont beaucoup moins sensibles que près de l'équateur; ils sont en grande partie masqués par les vents irréguliers qui existent dans ces contrées.

§ 142. **Origine des ascensions droites.** — Lorsque nous avons donné la définition de ce qu'on entend par l'ascension droite d'un astre (§ 72), nous avons dit que nous ne pouvions pas faire connaître immédiatement l'origine à partir de laquelle on compte les ascensions droites. Nous sommes en mesure maintenant de combler cette lacune. Les astronomes s'accordent à prendre, pour cette origine, l'un des deux points où l'équateur est coupé par l'écliptique: celui que nous avons désigné sous le nom d'*équinoxe du printemps* (§ 131). Si ce point équinoxial était visible dans le ciel, comme une étoile, il suffirait d'observer l'instant de son passage au méridien, pour régler l'horloge sidérale qui accompagne la lunette méridienne, conformément à ce que nous avons dit précédemment (§ 75). Mais il n'en est pas ainsi, et l'on est obligé d'avoir recours à d'autres moyens, pour suppléer à cette observation directe du point qui sert d'origine aux ascensions droites. Voici comment on s'y prend.

Considérons d'abord spécialement le jour où le soleil dans son mouvement sur l'écliptique, vient à passer par l'équinoxe du printemps, et prenons pour exemple les résultats des observations faites à Paris, en 1825, à cette époque particulière. D'après les indications fournies par le cercle mural, le 20 mars, à midi, la

déclinaison du centre du soleil était de $9^{\circ} 28' A$; le lendemain 21, également à midi, sa déclinaison était de $14^{\circ} 18' B$. Le soleil a donc passé de l'hémisphère austral dans l'hémisphère boréal, dans l'intervalle de ces deux observations. Or, on peut admettre, sans erreur sensible, que pendant cet intervalle de temps la déclinaison du soleil a varié de quantités égales en temps égaux; en 24 heures solaires, cette déclinaison a varié de $23^{\circ} 46'$ ($9^{\circ} 28'$ plus $14^{\circ} 18'$); pour varier seulement de $9^{\circ} 28'$, il lui a fallu un nombre d'heures x fourni par la proportion suivante :

$$\frac{9^{\circ} 28'}{23^{\circ} 46'} = \frac{x}{24^h}$$

On tire de là :

$$x = 9^h 33^m 34^s.$$

Ainsi, $9^h 33^m 34^s$ après la première observation, la déclinaison du soleil, qui était d'abord de $9^{\circ} 28' A$, a diminué de toute sa valeur, c'est-à-dire que le centre du soleil s'est trouvé sur l'équateur même: c'est donc le 20 mars, à $9^h 33^m 34^s$ du soir que le soleil a passé à l'équinoxe du printemps.

Le même jour 20 mars 1825, l'horloge sidérale installée à côté de la lunette méridienne marquait $23^h 59^m 1^s, 29$, au moment du passage du centre du soleil au méridien; et, le lendemain 21 mars, elle marquait $0^h 2^m 39^s, 60$ au moment du même passage. Soient S, S' (fig. 188), les deux positions correspondantes du soleil sur la sphère céleste, et $Sm, S'm'$, les déclinaisons de son centre. Si le point S , où se trouvait le soleil lors de l'observation du 20 mars, était resté vi-

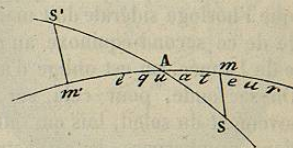


FIG. 188.

sible dans le ciel, après que le soleil s'en est éloigné pour marcher vers S' , on aurait vu ce point S passer au méridien le 21 mars, à la même heure sidérale que la veille, c'est-à-dire à $23^h 59^m 1^s, 29$; le soleil, alors en S' , a traversé ce plan à $0^h 2^m 39^s, 60$, c'est-à-dire $3^m 38^s, 31$ après le point S : l'équinoxe A , compris entre S et S' , a donc dû passer au méridien ce même jour 21 mars, entre $23^h 59^m 1^s, 29$, et $0^h 2^m 39^s, 60$. Or, il est clair qu'on peut admettre que le temps compris entre les passages des points S et A , au méridien, est une fraction du temps total $3^m 38^s, 31$ compris entre les passages des points S et S' , marquée par le rapport de l'arc Am à l'arc mm' ; ou bien encore, en raison

de la similitude des triangles SmA , $S'm'A$, par le rapport de Sm à $Sm+S'm'$, c'est-à-dire de $9' 28''$ à $23' 46''$; on pourra donc déterminer ce temps x , qui s'est écoulé entre le passage du point S et celui du point A au méridien, en posant la proportion suivante :

$$\frac{9' 28''}{23' 46''} = \frac{x}{3^m 38^s, 31}$$

D'où l'on déduit :

$$x = 1^m 26^s, 95.$$

Ainsi, le 21 mars, l'équinoxe A a traversé le méridien, $1^m 26^s, 95$ après le point S , c'est-à-dire à $0^h 0^m 28^s, 24$. On voit par là que l'horloge sidérale avançait de $28^s, 24$ sur l'heure qu'elle aurait dû marquer, si elle eût été réglée, conformément à ce que nous avons dit, de manière à marquer $0^h 0^m 0^s$ au moment du passage de l'origine des ascensions droites au méridien; en sorte qu'il n'y avait qu'à la retarder de $28^s, 24$ pour qu'elle fût convenablement réglée.

Ce mode de détermination de l'avance ou du retard de l'horloge sur le temps sidéral, compté chaque jour à partir de l'instant du passage de l'équinoxe du printemps au méridien, ne peut être employé qu'à l'époque où le soleil passe à l'équinoxe du printemps. On peut bien opérer d'une manière analogue à l'époque où cet astre passe à l'équinoxe d'automne, en se fondant sur ce que l'horloge sidérale doit marquer $12^h 0^m 0^s$ à l'instant du passage de ce second équinoxe au méridien. Mais, à toute autre époque de l'année, on est obligé d'avoir recours à un autre moyen.

On se fonde, pour cela, sur ce que l'on connaît les lois du mouvement du soleil, lois qui ont été trouvées par suite des observations nombreuses de cet astre qu'on a faites depuis un grand nombre d'années; en sorte qu'on sait très-exactement de combien augmente l'ascension droite du soleil, dans un intervalle de temps quelconque compté à partir de son passage à l'équinoxe du printemps. Si donc on veut trouver l'avance ou le retard de l'horloge sidérale, à une époque quelconque de l'année, on calcule le nombre de jours, heures, minutes et secondes dont se compose le temps écoulé depuis le dernier passage du soleil à l'équinoxe du printemps jusqu'au midi du jour où l'on se trouve; on en conclut, d'après ce que nous venons de dire, la valeur que doit avoir l'ascension droite du soleil, comptée à partir de l'équinoxe du printemps, au moment de ce midi, et par conséquent l'heure que devrait marquer l'horloge sidérale à l'instant du passage du centre du soleil au méridien, si elle était parfaitement réglée sur le temps

sidéral. Il suffit dès lors d'observer l'heure que marque réellement l'horloge sidérale, au moment de ce passage, pour voir si elle est bien réglée; et, dans le cas où elle ne le serait pas, pour savoir au juste de combien elle avance ou elle retarde.

§ 143. **Longitudes et latitudes célestes.** — L'ascension droite et la déclinaison d'un astre sont deux quantités qui servent à définir, d'une manière précise, la place qu'occupe l'astre sur la sphère céleste; elles se comptent, l'une sur l'équateur céleste, l'autre sur un grand cercle perpendiculaire à l'équateur, que l'on nomme *cercle de déclinaison*. Mais ce moyen de fixer la position d'un astre sur la sphère n'est pas le seul que les astronomes emploient: souvent ils définissent la position des astres à l'aide de deux autres quantités, analogues à l'ascension droite et à la déclinaison, et n'en différant qu'en ce qu'elles se rapportent à l'écliptique au lieu de se rapporter à l'équateur. Voici quelles sont ces quantités.

Soient e (fig. 189), un astre quelconque, $ABCD$ l'écliptique, et EE l'équateur; Aa est l'ascension droite, et ae la déclinaison de l'astre. Si l'on mène, par le point e , l'arc eb perpendiculaire à l'écliptique, l'arc d'écliptique Ab , compris entre l'équinoxe du printemps A et le pied b de l'arc eb , est ce qu'on nomme la *longitude céleste* de l'astre e ; l'arc eb se nomme *latitude céleste* du même astre.

La connaissance des longitudes et latitudes célestes d'un astre permet évidemment de trouver la position où il se trouve sur la sphère, tout aussi bien que la connaissance de son ascension droite et de sa déclinaison.

Les longitudes célestes se comptent, à partir de l'équinoxe A , de 0° à 360° et dans le sens $ABCD$ dans lequel le soleil parcourt l'écliptique. Les latitudes célestes se comptent, comme les déclinaisons, de 0° à 90° , d'un côté ou de l'autre de l'écliptique; elles sont boréales ou australes, suivant qu'elles se rapportent à des astres situés du côté de l'écliptique où se trouve le pôle boréal P de la sphère céleste, ou bien à des astres situés de l'autre côté de ce grand cercle. Pour indiquer si la latitude céleste d'un astre est

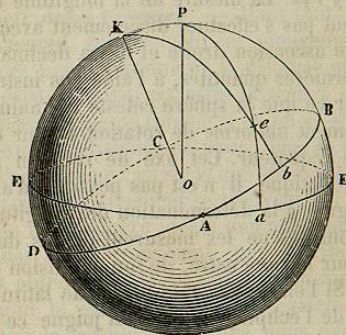


Fig. 189.

boréale ou australe, on fait suivre sa valeur numérique de la lettre B, ou de la lettre A, comme nous l'avons déjà indiqué pour les déclinaisons.

Les longitudes et latitudes célestes sont souvent désignées sous les noms simples de *longitudes* et *latitudes*; mais on ne doit le faire que lorsqu'il est impossible de confondre ces quantités avec les longitudes et latitudes géographiques, que nous avons définies précédemment (§ 97).

Les grands cercles tels que *eb*, perpendiculaires à l'écliptique, suivant lesquels se mesurent les latitudes des astres, se nomment *cercles de latitude*. Tous les cercles de latitude se coupent suivant un diamètre perpendiculaire au plan de l'écliptique; ce diamètre se nomme l'*axe de l'écliptique*; ses deux extrémités sont les *pôles de l'écliptique*. On voit sur la planche I la position qu'occupe, parmi les constellations, celui de ces deux pôles qui se trouve dans l'hémisphère boréal, et que, pour cette raison, on nomme *pôle boréal de l'écliptique*.

§ 144. La mesure de la longitude et de la latitude d'un astre ne peut pas s'effectuer directement avec la même facilité que celle de son ascension droite et de sa déclinaison. La détermination de ces dernières quantités, à l'aide des instruments méridiens, est fondée sur ce que la sphère céleste est animée, en apparence, d'un mouvement uniforme de rotation autour d'une perpendiculaire au plan de l'équateur. Cet axe de rotation étant oblique par rapport à l'écliptique, il n'est pas possible d'arriver, par une marche analogue, à la détermination des longitudes et latitudes. Aussi les astronomes ne les mesurent-ils pas directement : il les déduisent, pour chaque astre, de son ascension droite et de sa déclinaison.

Si l'on prolonge le cercle de latitude *eb* (fig. 189) jusqu'au pôle K de l'écliptique, et qu'on joigne ce pôle K au pôle P de l'équateur, par un arc de grand cercle qui, étant prolongé, passe évidemment par les solstices B, D, on forme un triangle sphérique PKe. C'est ce triangle qui permet de trouver la longitude et la latitude de l'astre *e*, lorsqu'on connaît son ascension droite et sa déclinaison. On voit en effet que : 1° le côté KP, qui sert de mesure à l'angle KOP formé par l'axe de l'écliptique et l'axe de l'équateur, ou, ce qui est la même chose, à l'angle formé par les plans de ces deux grands cercles, a pour valeur l'obliquité de l'écliptique qui est connue; 2° le côté Pe est le complément de la déclinaison *ea*, c'est-à-dire qu'il est égal à ce qu'il faut ajouter à la déclinaison pour faire 90°; 3° enfin l'angle KPe, qui a pour mesure l'arc de l'équateur compris entre ses côtés, c'est-à-dire

un quart de circonférence augmenté de l'arc Aa, est égal à 90° plus l'ascension droite de l'astre *e*. Les deux côtés KP, Pe, et l'angle KPe étant connus, dans le triangle KPe, ce triangle est complètement déterminé; et l'on peut en conclure les valeurs du côté Ke et des deux angles K, *e*, soit par une construction géométrique effectuée sur un globe, soit plutôt par un calcul trigonométrique. La connaissance du côté Ke entraînera immédiatement celle de la latitude de l'astre *e*; car cette latitude *eb* est évidemment le complément de l'arc Ke. D'un autre côté, l'angle PKe a pour mesure l'arc d'écliptique Bb compris entre ses côtés; et comme l'arc AB est un quart de circonférence, il s'ensuit que la longitude Ab est le complément de l'angle PKe.

On voit par là que la connaissance de l'ascension droite et de la déclinaison d'un astre entraîne nécessairement la connaissance de sa longitude et de sa latitude; et inversement, lorsqu'on connaît la longitude et la latitude, on peut en déduire l'ascension droite et la déclinaison, en se servant toujours du même triangle sphérique KPe.

§ 145. **Mouvement du soleil dans l'espace.** — Dans tout ce que nous avons dit précédemment, relativement au mouvement du soleil, nous ne nous sommes pas préoccupé de la distance plus ou moins grande qui peut exister entre cet astre et nous à diverses époques. Nous avons même raisonné comme si le soleil était à chaque instant ramené à une même distance de nous, dans la direction suivant laquelle nous l'apercevons; en sorte que les diverses positions par lesquelles il passe successivement se trouvent par là toutes situées sur la surface de cette sphère idéale que nous nommons la sphère céleste. Aussi ne devons-nous pas attribuer aux résultats que nous avons obtenus toute la signification qu'ils auraient, si cette hypothèse que le soleil est toujours également éloigné de nous était conforme à la réalité. De ce que nous avons dit que le centre du soleil décrit le grand cercle de l'écliptique sur la sphère céleste, il ne faut pas en conclure que le soleil se meut réellement, dans l'espace, suivant une circonférence de cercle ayant son centre au lieu où nous sommes placés. On doit conclure de là seulement que les lignes droites qui joignent notre lieu d'observation aux positions successives du centre du soleil percent la sphère idéale nommée sphère céleste aux divers points d'une circonférence de grand cercle; ou, en d'autres termes, que ces lignes droites sont toutes situées dans un même plan mené par le lieu d'observation, ou bien encore que le centre du soleil décrit dans l'espace une ligne courbe qui est située tout entière dans ce