

terrasse supérieure de l'Observatoire de Paris et qui a été construit par MM. Secretan et Eichens.

Cet équatorial est établi sur un massif en fonte évidé en son milieu. Le massif à la partie supérieure présente un plan incliné suivant la latitude du lieu; la ligne de plus grande pente de ce plan est parallèle à l'axe du monde. A Paris, la hauteur du pôle au-dessus de l'horizon étant de $41^{\circ} 9' 49''$, cet angle est précisément celui que fait le plan avec l'horizon. La lunette, longue de 5 mètres, se compose de deux cônes en cuivre reliés par leur grande base à un tube cylindrique en fonte, au milieu duquel s'ajuste l'axe de déclinaison. L'objectif a une ouverture de $0^m,32$ et une distance focale principale de 5 mètres. A l'extrémité de l'axe de déclinaison opposée à la lunette, se trouve le cercle de déclinaison, en bronze, de 70 centimètres de diamètre, divisé sur argent de 5 en 5 minutes.

Tout le système : lunette, axe et cercle de déclinaison, peut tourner autour de l'axe horaire fixé sur le plan incliné. Cet axe horaire, en acier fondu, a $1^m,50$ de longueur et $0^m,10$ de diamètre; à sa partie supérieure se trouve le cercle horaire, en bronze, d'un diamètre de 60 centimètres et divisé sur argent. Deux microscopes micrométriques, montés parallèlement à l'axe, permettent de lire, à une seconde d'arc près, la position de l'instrument en ascension droite.

Si donc, on veut suivre le mouvement d'une étoile, il suffit de faire tourner l'ensemble de la lunette et du cercle de déclinaison autour de l'axe horaire jusqu'à ce que l'ascension droite obtenue soit celle de l'étoile. A ce moment, l'axe de déclinaison étant fixé à l'axe horaire, on fera mouvoir la lunette autour de l'axe de déclinaison, jusqu'à ce que la déclinaison obtenue soit celle de l'étoile. Si l'on fixe alors la lunette, et que l'axe horaire soit entraîné par un mouvement d'horlogerie de manière à opérer, d'un mouvement uniforme, une révolution complète en un jour sidéral, la lunette, emportée dans ce mouvement, ne cessera pas de contenir l'étoile dans son champ.

§ 86. Une des pièces importantes de l'équatorial est le mouvement d'horlogerie qui donne à l'axe horaire un mouvement de rotation sur lui-même en 24 heures sidérales et que l'on aperçoit (fig. 132) à l'intérieur du pied en fonte. Pour assurer la parfaite uniformité du mouvement, l'horloge est munie d'un régulateur isochrone, capable de maintenir une vitesse constante, malgré l'existence de variations très-considérables dans le travail moteur ou dans le travail résistant.

Toutes nos machines sont munies de régulateurs à force centri-

fuge, dont le principe a été donné par Watt. Le régulateur ou parallélogramme articulé de Watt, seul appliqué pendant longtemps, présente cependant le grave inconvénient de ne plus fonctionner utilement lorsqu'il se produit de grandes variations dans le travail de la machine (embrayage ou débrayage d'un ou plusieurs métiers, etc.)

L. Foucault, préoccupé de la nécessité d'assurer la parfaite régularité du mouvement de rotation des lunettes équatoriales, construisit des régulateurs qui permettaient de faire varier directement le travail de la résistance de l'air au moyen d'ailettes adaptées à un système de leviers articulés du genre de celui de Watt. L'équatorial Secretan-Eichens (fig. 132) et le sidéostat (fig. 133) sont munis d'un régulateur Foucault.

Malheureusement, la méthode de Foucault ne permet d'arriver à la construction des régulateurs qu'à la suite de tâtonnements nombreux. M. Yvon Villarceau, après avoir étudié théoriquement les conditions rigoureuses de l'isochronisme des régulateurs, vient de faire construire par M. Bréguet un régulateur dont l'isochronisme est parfait. Le régulateur Villarceau (fig. 133) se distingue de l'appareil de Watt par la figure et la position des masses principales oscillantes; ces masses, au lieu d'être des sphères ayant leur centre sur le prolongement des tiges supérieures, sont des masses de figures non déterminées à priori,

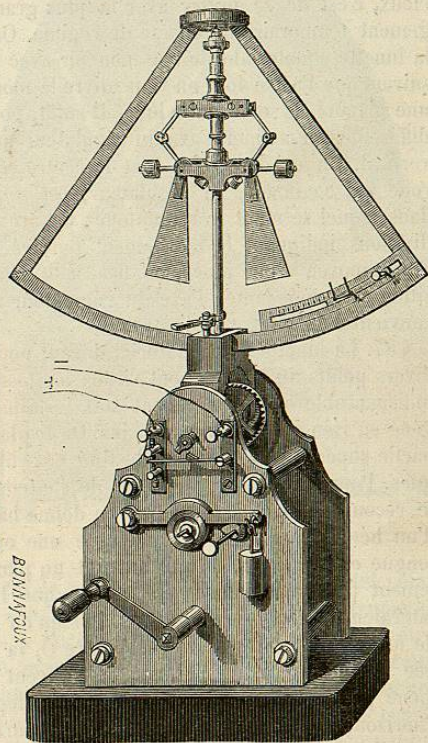


FIG. 133.

dont le centre de gravité est situé en un point lié géométriquement avec les tiges inférieures.

Malgré les précautions les plus délicates, il arrivera que la densité des métaux employés ne sera pas exactement égale à celle dont on aura fait usage dans les calculs, il arrivera encore que les dimensions réalisées par le constructeur ne seront pas tout à fait égales à celles qui lui auront été assignées; il faut donc se réserver des moyens de réglage. On y parvient en faisant varier la masse du manchon et en déplaçant deux masses mobiles le long de tiges filetées et faisant partie de la masse principale.

Le régulateur Villarceau possède encore un avantage très-précieux, c'est de se prêter avec la plus grande facilité à un changement temporaire de vitesse de régime. On conçoit en effet que la lunette équatoriale doit se mouvoir avec des vitesses différentes suivant que l'astre dont on veut suivre le mouvement est une étoile, une planète, le soleil ou la lune. Il suffit, pour obtenir ces vitesses différentes, d'incliner l'axe du régulateur au lieu de le maintenir vertical. Un arc de cercle, dont le centre est situé sur l'axe de la roue qui commande le régulateur, est solidaire avec le châssis dans lequel se meut le régulateur; cet arc de cercle est muni de divisions indiquant le mouvement horaire de l'astre à observer. Si, au moyen d'une pince, on fixe ledit arc de cercle dans la position correspondante, l'axe du régulateur reçoit l'inclinaison qui convient à la vitesse de l'astre.

§ 87. La lunette de l'équatorial devant pouvoir se diriger vers les divers points du ciel qui sont situés au-dessus de l'horizon, il est indispensable que l'instrument soit installé de manière à n'être gêné en rien par les objets voisins. On le place habituellement à la partie supérieure de l'édifice destiné aux observations astronomiques. Pour garantir l'instrument de l'intempérie des saisons, on le recouvre d'un toit N, auquel on donne habituellement la forme d'un hémisphère. Ce toit présente une ouverture O (fig. 134), longue et peu large, dirigée suivant un plan vertical et habituellement fermée au moyen de trappes que l'on peut faire glisser latéralement dans des coulisses. Lorsqu'on a retiré ces trappes, de manière à rendre libre l'ouverture O, la lunette peut être dirigée vers les points du ciel qui se trouvent dans le plan vertical mené par le milieu de cette ouverture, depuis le zénith jusqu'à l'horizon, et aussi vers les points situés de part et d'autre de ce plan, jusqu'à une certaine distance. En outre, on peut faire tourner le toit N tout entier autour de la verticale menée par son centre, et amener ainsi l'ouverture O à être dirigée vers les diverses régions

du ciel. Dans ce mouvement, le toit roule sur les galets P, P, qui le supportent; il est maintenu sur ces galets par d'autres galets horizontaux Q, Q, placés à son intérieur. Le mouvement se produit au moyen d'une manivelle R, qui fait tourner l'axe vertical S, par l'intermédiaire de deux roues d'angle; cet axe S porte un pignon denté T, qui engrène avec les dents adaptées à la base du toit N, intérieurement et sur tout son contour. Au moyen de ce toit

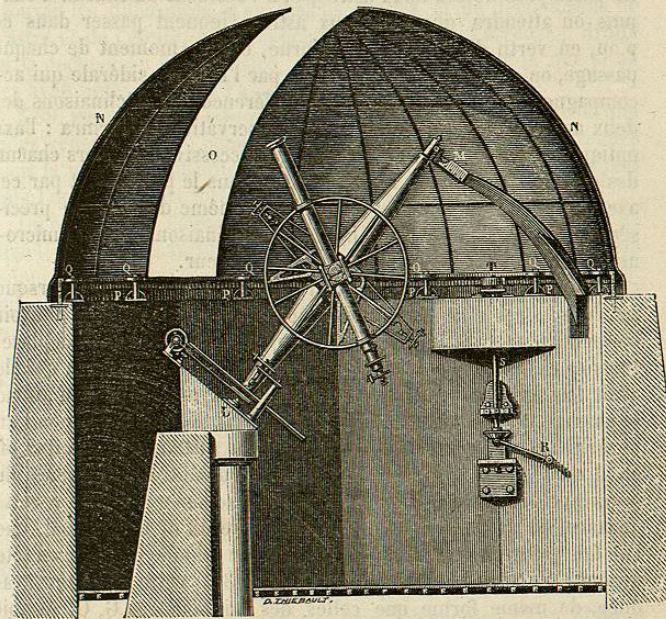


FIG. 134.

tournant, on peut diriger la lunette de l'équatorial vers tel point du ciel que l'on veut, sans découvrir complètement l'instrument.

§ 88. Les opérations à faire pour amener l'axe horaire à être dirigé suivant l'axe du monde, ou pour vérifier qu'il a bien cette direction, sont très-longues et beaucoup moins simples que celles que nous avons indiquées pour la lunette méridienne et le cercle mural; d'une autre part, les corrections qu'on devrait faire subir aux résultats de l'observation, en raison de la réfraction atmosphérique, sont bien plus compliquées que dans le cas des deux ins-

truments méridiens. Aussi n'emploie-t-on jamais l'équatorial à la mesure directe des ascensions droites et des déclinaisons; on s'en sert uniquement pour trouver les différences d'ascension droite et de déclinaison de deux astres voisins. Voici comment on opère.

Pour déterminer la différence des ascensions droites de deux astres voisins, on n'aura qu'à faire tourner l'équatorial autour de son essieu AA, (fig. 131), de manière que le plan du cercle BB passe près de ces deux astres, et à l'occident de chacun d'eux; puis on attendra que ces deux astres viennent passer dans ce plan, en vertu du mouvement diurne, et, au moment de chaque passage, on notera l'heure marquée par l'horloge sidérale qui accompagne l'équatorial. Quant à la différence des déclinaisons des deux astres, il est clair que la même observation la fournira: l'axe optique de la lunette, pour être dirigé successivement vers chacun des deux astres, lors de leurs passages dans le plan décrit par cet axe optique, a dû tourner dans ce plan même d'un angle précisément égal à la différence de leurs déclinaisons; et les micromètres G, G, permettent d'en trouver la valeur.

On n'opère cependant pas exactement de cette manière, lorsque les deux astres sont assez rapprochés l'un de l'autre, pour pouvoir traverser tous deux le champ de la lunette, sans qu'on la déplace. Dans ce cas on laisse la lunette immobile, dans la position qu'elle avait lors du passage du premier des deux astres, et l'on attend le passage du second derrière le fil du réticule qui correspond au fil méridien de la lunette méridienne: la distance des points où ce fil est traversé par les deux astres fait connaître la différence de leurs déclinaisons. Pour qu'on puisse facilement mesurer cette distance, on adapte au réticule de la lunette un fil transversal, que l'on fait mouvoir parallèlement à lui-même à l'aide d'une vis à tête graduée, comme dans les micromètres (§ 38); cette vis à tête graduée, de même forme que celles des micromètres G, G, se voit facilement sur la figure 131, tout près de l'oculaire de la lunette.

Lorsque deux astres sont très-voisins l'un de l'autre, on trouve très-exactement la différence de leurs ascensions droites et celle de leurs déclinaisons, conformément à ce que nous venons de dire, lors même que l'essieu AA n'aurait pas tout à fait la direction de l'axe du monde: les erreurs qui en résulteraient pour les ascensions droites et les déclinaisons de ces astres, mesurées isolément au moyen de l'équatorial, sont à très-peu près les mêmes pour les deux astres, à cause de leur grand rapprochement: en sorte que les différences de ces ascensions droites et de ces déclinaisons n'en sont pas affectées. Par la même raison, la réfraction atmosphérique

n'a qu'une influence insignifiante sur ces différences, et l'on peut ne pas en tenir compte.

On peut maintenant se rendre compte facilement de l'usage de l'équatorial. Lorsqu'on veut déterminer la place qu'un astre occupe dans le ciel, et qu'on ne peut pas observer cet astre lors de son passage au méridien, on l'observe à un autre moment, à l'équatorial, en le comparant à une étoile voisine, dont on connaît déjà l'ascension droite et la déclinaison. L'équatorial permettant de trouver les différences d'ascensions droites et de déclinaisons de l'astre et de l'étoile, on en conclut tout de suite l'ascension droite et la déclinaison de cet astre, avec autant d'exactitude que si on les avait déterminées à l'aide des instruments méridiens.

§ 89. **Pieds parallatiques.** — La disposition de l'équatorial que nous venons de faire connaître, va nous permettre de comprendre sans la moindre difficulté en quoi consistent les *pieds parallatiques* que l'on adapte aux fortes lunettes.

Qu'on imagine l'équatorial, tel que nous l'avons décrit, avec sa lunette, et le mécanisme d'horlogerie qui le fait mouvoir, et qu'on supprime les deux cercles gradués qui entrent dans sa composition, on aura l'idée de ce que c'est qu'une lunette montée sur un pied parallatique. Un pied de ce genre comprend donc: 1° un axe de rotation qu'on rend parallèle à l'axe du monde; 2° un second axe fixé perpendiculairement au premier, et autour duquel peut tourner la pièce qui porte la lunette; 3° un mouvement d'horlogerie disposé de manière à faire faire un tour entier à la lunette autour du premier axe dans l'espace d'un jour sidéral.

La figure 135 représente un immense télescope du système Cassegrain monté sur pied parallatique. Cet instrument dont nous avons déjà parlé (§ 28) vient d'être récemment installé à Melbourne.

§ 90. **Sidérostat.** — Les observations à l'équatorial s'effectuent généralement par le concours de deux astronomes: l'un observe et le second l'assiste; le travail n'en est pas moins pénible pour tous deux, pour celui surtout qui a l'œil fixé à la lunette, et qui est à chaque instant obligé de se déplacer pour suivre les mouvements de l'instrument. On a installé, dans les équatoriaux, des escaliers mobiles sur des rails circulaires, qui peuvent se déplacer latéralement ou d'avant en arrière, grâce à un mouvement mécanique que l'astronome peut aisément établir à la main. On évite bien en partie, par ce moyen, les nombreux déplacements de l'observateur et les pertes de temps qui en résultent; mais on ne rend pas plus commodes certaines positions que l'astronome est

obligé de prendre, lorsque par exemple, il observe un astre vers le zénith. Il est nécessaire d'ailleurs que l'attention de l'observa-

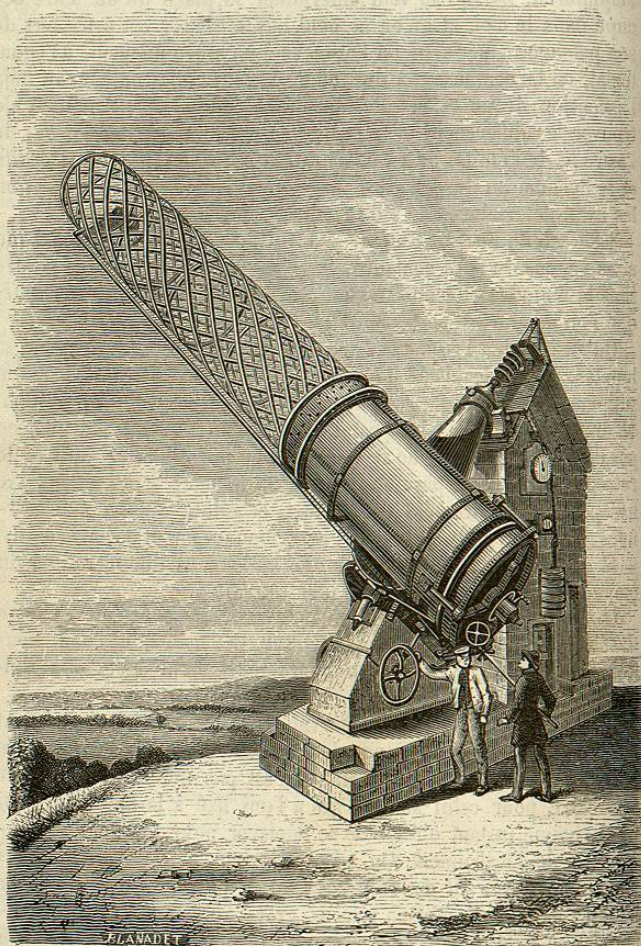


FIG. 135.

teur ne soit pas absorbée par des opérations indépendantes de l'observation elle-même.

Les astronomes ont eu l'idée d'utiliser un instrument de physique bien connu, l'héliostat, dont la pièce principale est un miroir mobile qui se déplace en même temps que le soleil et qui renvoie dans une direction constante les rayons lumineux tombés sur sa surface. Si l'on place une lunette fixe au-devant d'un héliostat, on pourra, sans dérangement aucun, observer le soleil pendant tout le temps qu'il sera au-dessus de l'horizon.

Déjà, au siècle dernier, Parault avait construit une machine établie d'après ces idées. « En 1799, dit Lalande, un habile opticien de Londres, Brown, a construit un télescope dont le tuyau est toujours horizontal et où un miroir plan renvoie l'image de l'objet sur l'oculaire. » En 1812, Amici établit sur le même principe un télescope analogue à celui de Brown. En 1845, L. Foucault et M. Fizeau obtinrent la première image photographique du soleil à l'aide d'un héliostat et d'un objectif à long foyer dont l'axe était horizontal et fixe. MM. Laussedat et Aimé Girard se servirent d'une lunette fixe et horizontale, au-devant de laquelle était placé un héliostat, pour observer photographiquement à Batna, en Algérie, l'éclipse totale de soleil du 13 juillet 1860.

Ce n'est toutefois que depuis la construction de miroirs parfaitement plans et de régulateurs à mouvement uniforme que ces héliostats perfectionnés ont pu rendre de grands services à l'astronomie.

Le sidérostatis de Léon Foucault (fig. 136) remplit toutes ces conditions. Le dessin qui le représente ne montre que la forme particulière de l'héliostat employé; il faut concevoir, placée en avant du miroir, une lunette horizontale et fixe dans la direction de laquelle sont constamment renvoyés les rayons lumineux émanés des astres.

L'instrument se compose essentiellement : du miroir A, du mécanisme qui transmet le mouvement B, du régulateur C. Le miroir travaillé optiquement et argenté suivant les procédés de L. Foucault, est mobile autour d'un axe horizontal. Au fond du barillet qui maintient le miroir est fixée une tige perpendiculaire à ce miroir et qui s'emboîte dans un anneau porté dans une fourchette articulée à l'extrémité inférieure de l'axe horaire. Le régulateur, enfermé dans une cage de verre et qu'on aperçoit à la gauche de la figure, commande l'axe horaire au moyen de tiges verticales et de pignons. L'axe de la fourchette D représente la direction du rayon incident et comme sa longueur ab est égale à la longueur ac (distance de l'axe d'articulation de la fourchette

à l'axe de rotation du miroir), cette direction *ac* est précisément celle du rayon réfléchi.

Le sidérostas représenté (fig. 136), et qui est installé à l'Observatoire de Paris, a été construit après la mort de Foucault par

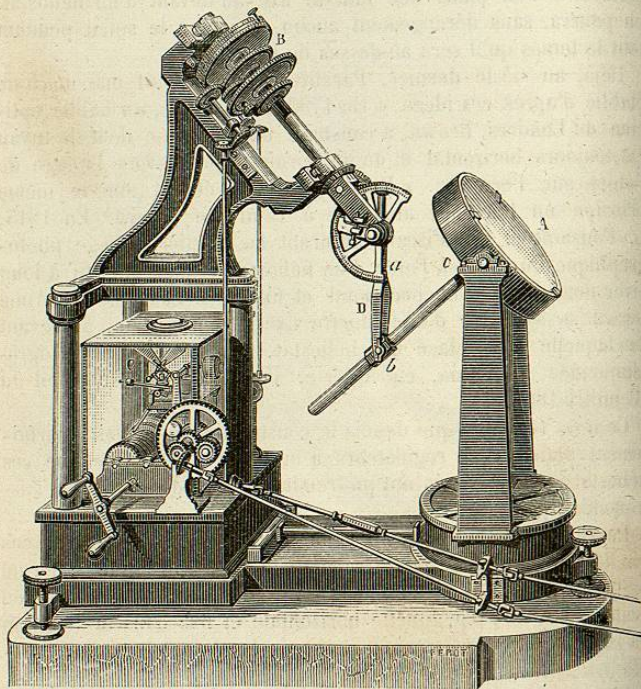


FIG. 136.

notre très-habile constructeur, M. Eichens, sous la direction de MM. Wolf et Adolphe Martin.

La perte de lumière subie par les rayons lumineux qui se réfléchissent sur la surface plane et argentée du miroir est assez faible; Foucault a montré que cette perte n'atteignait pas les $\frac{9}{100}$ de la lumière incidente. On remarquera d'ailleurs que le sidérostas présente sur les équatoriaux un triple avantage; il dispense de la construction : d'une lunette à tube parfaitement rigide,

d'un pied parallatique et d'un toit tournant dont l'établissement et l'entretien sont très-couteux.

§ 91. **Lunette brisée.** — Malheureusement le sidérostas ne permet pas d'observer dans toutes les parties du ciel; l'angle du miroir avec les rayons incidents étant variable, la quantité de lumière réfléchie sur l'objectif n'est pas la même dans toutes les directions.

M. Loewy a proposé la construction d'un *instrument équatorial brisé*, qui permettrait d'observer les astres dans toutes les parties du ciel sans que l'astronome ait à effectuer le moindre déplacement. Dans l'équatorial brisé de M. Loewy, l'axe polaire est supporté à ses deux extrémités par deux piliers et, comme dans l'instrument méridien, la lunette tourne entre les deux coussinets de l'axe. Cette lunette est brisée à angle droit et, à l'aide d'un prisme ou d'un miroir, elle renvoie la lumière dans un des tourillons percés de l'axe polaire, où le micromètre d'observation se trouve installé. Les choses étant en cet état, pendant que l'instrument tourne autour de son axe, l'astronome voit passer devant ses yeux les astres de l'équateur. Si l'on ajoute, en avant de l'objectif, un miroir plan incliné à 45 degrés et formant corps avec le cercle de déclinaison, ce miroir, en tournant autour de l'axe de la lunette, amène dans le plan focal les images des étoiles situées dans le cercle horaire perpendiculaire à cet axe.

§ 92. **Catalogues d'étoiles.** — Toutes les étoiles que l'on a observées sont inscrites dans des recueils auxquels on donne le nom de *Catalogues d'étoiles*. A côté de la désignation ordinaire de chaque étoile, soit par un nom particulier, soit par une lettre, soit par un numéro (§ 61), ces catalogues contiennent, dans des colonnes spéciales, l'ascension droite et la déclinaison de l'étoile. Ces catalogues servent dans beaucoup de circonstances : ils servent, par exemple, à faire connaître l'ascension droite et la déclinaison de l'étoile à laquelle on a comparé un astre voisin, dans l'observation de cet astre à l'aide de l'équatorial (§ 88).

Parmi les plus anciens catalogues, nous citerons ceux : d'Hipparque, complété par Ptolémée, qui renferme 1026 étoiles; d'Ulugh Beigh, qui contient 1019 positions d'étoiles; de Tycho Brahé, calculé et édité par Képler, qui comprend 1000 étoiles; de Guillaume IV, landgrave de Hesse, qui contient 400 étoiles, d'Hévélius, qui comprend 1464 positions d'étoiles pour l'an 1660. Tous ces catalogues ont été établis d'après l'observation des étoiles à l'œil nu.

Depuis l'invention des lunettes, un grand nombre de catalogues ont été dressés; ils peuvent se diviser en trois groupes bien diffé-

rents : 1° les catalogues contenant ces nombreuses étoiles qui ont été observées par zones; 2° les catalogues résultant des travaux d'un seul observatoire et fondés sur un ensemble d'observations méridiennes; 3° les catalogues donnant pour chaque étoile une position conclue de toutes les observations précises effectuées avant l'époque de la publication.

Parmi les catalogues du premier groupe nous citerons : le catalogue de Lalande, renfermant 47390 étoiles, établi en partant des observations faites de 1789 à 1800 par le Français de Lalande et Burckhardt; les zones de Bessel, comprenant 75011 étoiles situées entre -14° et $+45^{\circ}$ de déclinaison; le catalogue d'Argelander, contenant 26425 étoiles, de $+45^{\circ}$ à $+80^{\circ}$ de déclinaison; le catalogue d'étoiles australes, dressé par Argelander, comprenant 23250 étoiles situées entre -15° et -30° de déclinaison; le grand catalogue de Bonn, fait par Argelander, comprenant 324198 observations d'étoiles situées entre -2° de déclinaison et le pôle.

Parmi les catalogues du second groupe, nous citerons : ceux de Piazzi, de Rumker, de Carrington, etc..... M. Laugier a fait, à Paris, de 1841 à 1854, environ 3000 observations au cercle mural dont il a déduit un catalogue pour les déclinaisons de 140 étoiles.

Parmi les catalogues du troisième groupe, nous citerons : ceux de Maedler, de l'Association britannique, etc..... En Allemagne, M. Auwers a réuni quatorze des catalogues antérieurement publiés, pour constituer un catalogue moyen qu'il a appelé *catalogue normal*.

§ 93. **Globes célestes.** — Nous avons dit (§ 67) qu'on pouvait se représenter le mouvement diurne des étoiles, en se servant d'un globe sur lequel on aurait figuré les principales constellations. Un globe de ce genre est utile dans beaucoup d'autres circonstances, parce qu'il permet d'embrasser d'un coup d'œil l'ensemble de la sphère céleste, et d'y étudier facilement les déplacements qu'éprouvent certains astres parmi les étoiles.

Hipparque de Rhodes, qui vivait dans le deuxième siècle avant J.-C., est le premier qui ait construit un pareil globe. Voici le moyen qu'il employa pour cela. Après avoir mesuré la distance angulaire de deux étoiles, en se servant d'un cercle muni d'alidades à pinnules, il représenta ces deux étoiles par deux points A, B, pris à volonté sur le globe (fig. 137), avec cette seule condition que l'amplitude de l'arc AB fût égale à la distance angulaire des deux étoiles. Ayant ensuite mesuré la distance de la première étoile à une troisième, il traça du point A comme pôle, avec une ouverture de compas correspondant à cette distance, un arc de cercle *mn* sur lequel devait nécessairement se trouver le point re-

présentant la troisième étoile. La distance de la seconde étoile à la troisième, étant mesurée à son tour, lui permit de tracer un second arc de cercle *pq*, du point B comme pôle, sur lequel devait également se trouver ce point représentant la troisième étoile. C'est donc en C, point de rencontre des deux arcs de cercle *mn*, *pq*, que cette troisième étoile devait être placée. En continuant de même par la comparaison de chaque nouvelle étoile à deux des étoiles déjà figurées sur le globe, Hipparque parvint à représenter sur ce globe les principales étoiles des diverses constellations qu'il pouvait observer.

La construction d'un globe céleste se fait avec plus de facilité et

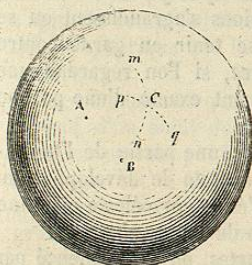


FIG. 137.

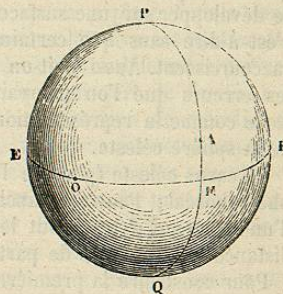


FIG. 138.

d'exactitude, en se servant des ascensions droites et des déclinaisons des étoiles. Après avoir tracé sur le globe un grand cercle EE (fig. 138), destiné à représenter l'équateur céleste, et avoir marqué les deux pôles P, Q, de ce cercle, on prend à volonté sur le cercle EE un point O destiné à servir d'origine aux ascensions droites. Pour placer un astre quelconque sur ce globe, il suffit de porter sur l'équateur un arc OM égal à son ascension droite; de tracer le grand cercle PMQ; puis de prendre sur ce cercle, à partir de l'équateur, et dans le sens convenable, un arc MA égal à sa déclinaison : le point A est la représentation de l'astre considéré.

Il n'est pas inutile de remarquer que les constellations, vues sur un globe, ne doivent pas se présenter de même que dans le ciel. L'observateur est toujours censé au centre de la sphère céleste; si cette sphère, qui n'est qu'idéale (§ 59), était réalisée dans l'espace, il verrait les constellations de son intérieur. Il n'en est pas de même des globes célestes, que l'observateur voit de l'extérieur; les constellations doivent paraître retournées : on peut dire qu'elles sont vues à l'envers.

§ 94. **Cartes célestes.** — Les globes célestes sont excellents pour étudier la figure des constellations, ainsi que les divers phénomènes qui se passent dans le ciel. Mais ils sont d'un usage peu commode, à cause de la place qu'ils occupent et de la difficulté qu'on éprouve à les déplacer lorsqu'ils ont des dimensions un peu grandes. C'est pour cela qu'on a imaginé les *cartes célestes* destinées à représenter des portions plus ou moins étendues de la sphère.

Quel que soit le procédé que l'on emploie pour construire les cartes, elles ne peuvent jamais donner, sous la forme des constellations, des idées aussi exactes que les globes. Cela tient à ce qu'aucune portion de la surface d'une sphère n'est susceptible de se développer sur une surface plane, sans qu'il y ait déformation, c'est-à-dire sans que certaines dimensions s'agrandissent ou se raccourcissent. Aussi doit-on toujours se tenir en garde contre les erreurs que l'on pourrait commettre, si l'on regardait une carte comme la représentation parfaitement exacte d'une portion de la sphère céleste.

La carte céleste (planche I) représente une partie de l'hémisphère boréal; l'autre (planche II) représente le développement d'une zone qui s'étend tout le long de l'équateur céleste et à une distance de 50 degrés de part et d'autre de ce grand cercle.

Pour construire la première de ces cartes, on a commencé par tracer la circonférence de cercle EE (fig. 139), qui en forme le

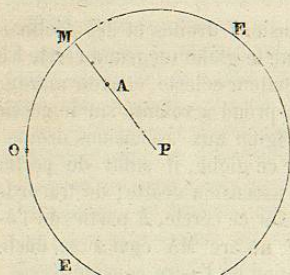


FIG. 139.

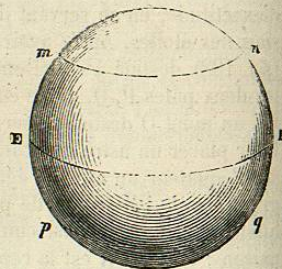


FIG. 140.

contour, et qui représente le parallèle du 30° degré de déclinaison boréale, et on l'a divisée en 360 parties égales destinées à représenter les degrés d'ascension droite. Le centre P de cette circonférence de cercle a été pris pour figurer le pôle boréal : et les rayons qui en partent dans toutes les directions représentent les cercles de déclinaison. Chacun de ces rayons est divisé en 60

parties égales, correspondant aux 60 degrés de déclinaison compris entre le pôle et le parallèle qui sert de limite à la carte. Pour placer sur la carte une quelconque des étoiles situées dans la partie de l'hémisphère boréal qu'elle représente, on a porté sur le parallèle EE, à partir d'un point O, pris à volonté, un arc OM contenant autant de degrés qu'il y en a dans l'ascension droite de l'étoile, puis, après avoir tracé le rayon PM qui passe par l'extrémité de cet arc, on a porté sur ce rayon une longueur MA égale à l'excès de la déclinaison de l'étoile sur 30 degrés, c'est-à-dire une longueur contenant autant de divisions du rayon PM (divisé en 60 parties égales), que cette déclinaison contenait de degrés au delà de 30 : c'est au point A, ainsi obtenu, qu'on a placé l'étoile dont il s'agit. On comprend facilement comment les diverses parties de la calotte sphérique que la carte représente sont déformées par cette construction : si le parallèle EE, qui lui sert de limite, a les mêmes dimensions que sur un globe, la portion de méridien qui s'étend d'un point de ce parallèle au point diamétralement opposé, en passant par le pôle, est nécessairement plus courte sur la carte que sur le globe; puisque cette portion de méridien, représentée sur la carte par un diamètre du cercle EE, est un arc de grand cercle qui a été remplacé par sa corde.

Pour construire la seconde carte, on a imaginé que la zone *mnpq* (fig. 140) fût détachée de la surface de la sphère, ouverte suivant un cercle de déclinaison, et développée de manière à s'étaler sur une surface plane. Mais ce développement n'a pu se faire ainsi sans qu'on agrandisse les dimensions de la zone dans le sens des parallèles extrêmes *mn*, *pq*; car ces parallèles, moins grands que l'équateur sur la sphère, sont représentés sur la carte

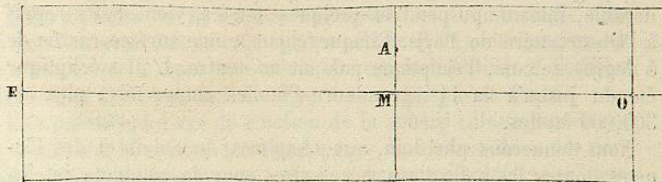


FIG. 141.

par des lignes droites de même longueur que celle qui correspond à ce dernier cercle. L'équateur est représenté sur cette carte par la ligne droite OE (fig. 141). Cette ligne, dont on a pris la longueur arbitrairement, a été divisée en 360 parties égales, correspondant

aux degrés d'ascension droite. Les diverses lignes droites qu'on peut imaginer menées perpendiculairement à la première correspondent aux cercles de déclinaison; les degrés de déclinaison occupent sur chacune d'elles des longueurs égales à celles des divisions de la ligne OE. Pour placer une étoile quelconque sur cette carte, on a pris sur la ligne OE, à partir du point O qui représente l'origine des ascensions droites, une longueur OM contenant autant de divisions de l'équateur OE que l'ascension droite de l'étoile contenait de degrés; puis, après avoir mené une perpendiculaire à la ligne OE par le point M, on a porté sur cette perpendiculaire une longueur MA formée d'autant de ces mêmes divisions qu'il y avait de degrés dans la déclinaison de l'étoile. Cette longueur MA a d'ailleurs été portée au-dessus ou au au-dessous de l'équateur OE, suivant que l'étoile était dans l'hémisphère boréal ou dans l'hémisphère austral; et l'on a placé l'étoile au point A ainsi trouvé.

Les astronomes ont à leur disposition : les cartes dressées en 1603 par Bayer; l'atlas de Bode (1789-1801), qui renferme 17,240 étoiles; l'atlas de Flamsteed; l'atlas de Harding composé de 27 cartes, donnant la position de plus de 50,000 étoiles. Nous parlerons plus loin de ces petites planètes situées entre Mars et Jupiter, et dont la découverte ne remonte qu'au commencement de ce siècle; ces astres, d'une faiblesse extrême, ne peuvent être aperçus que vers leur périhélie, c'est-à-dire lorsque leur distance au soleil est la plus faible. Dans le but d'observer les petites planètes connues et d'arriver à en découvrir de nouvelles, M. Chacornac entreprit, en 1852, la construction de cartes écliptiques devant comprendre exclusivement les étoiles situées de part et d'autre de l'écliptique sur une largeur de plusieurs degrés. Ce travail considérable, interrompu pendant quelques années, vient d'être repris à l'Observatoire de Paris. Chaque carte a une surface carrée de 5 degrés de côté, l'écliptique passant au centre. L'atlas écliptique étendu jusqu'à la 14^e grandeur d'étoiles comprendra plus de 300,000 étoiles.

Nous donnerons plus loin, aux chapitres du Soleil et des Planètes, toutes les indications nécessaires pour la complète intelligence de ces cartes.

FIGURE DE LA TERRE.

§ 95. Nous avons déjà vu (§§ 50 et 51) par quelles considérations on est conduit à admettre que la terre présente à peu près

la forme d'une sphère. La connaissance du mouvement diurne va nous permettre d'aller plus loin : l'observation des astres, qui nous servent comme de points de repère, jointe à la mesure de diverses longueurs sur la surface de la terre, nous fournira les moyens de nous faire une idée nette de la forme qu'affecte réellement cette surface dans son ensemble.

Nous ne devons pas perdre de vue, dans ce qui suit, que ce que nous appelons la surface de la terre, c'est la surface des mers prolongée partout à travers les continents, conformément à la définition que nous en avons donnée dans le § 51. C'est en effet cette surface des mers prolongée qui doit nous donner l'idée d'ensemble la plus convenable sur la forme qu'affecte la surface de la terre. L'élevation des continents au-dessus de cette surface des mers est généralement très-faible, eu égard aux dimensions de la terre; elle ne donne lieu qu'à des aspérités réellement insignifiantes, dont on ne doit pas tenir compte lorsqu'on s'occupe uniquement de rechercher la forme générale de la terre.

D'après le résultat fourni par les observations simples dont nous avons parlé précédemment (§§ 50 et 51), il était naturel d'admettre tout d'abord que la terre était sphérique. C'est ce qu'on fit en effet dès la plus haute antiquité; et cette opinion se conserva jusqu'à l'époque de Huyghens et de Newton (xvii^e siècle). Ce n'est que d'après les indications de ces deux hommes de génie qu'on a examiné la question de plus près, et qu'on a reconnu que la terre n'est pas exactement sphérique. Avant d'expliquer les moyens qui ont été employés pour cela, il est indispensable de faire connaître les cercles que l'on avait imaginés sur la terre, ainsi que ce qu'on entendait par *longitudes* et *latitudes géographiques*, dans l'hypothèse si longtemps adoptée de la sphéricité de la terre.

§ 96. **Cercles de la sphère terrestre.** — Par analogie avec ce que l'on avait fait pour la sphère céleste (§ 71), on imagina sur la surface de la terre une série de cercles destinés à faciliter l'indication de la position des divers lieux qui y sont situés.

Une parallèle à l'axe de rotation de la sphère céleste menée par le centre de la sphère terrestre, perce la surface de cette dernière sphère en deux points, que l'on nomme ses *pôles*. Ces deux points, tournés respectivement vers les deux pôles de la sphère céleste, prennent les mêmes dénominations spéciales que ces derniers : le *pôle boréal* de la terre est celui qui correspond au pôle boréal du ciel; et de même le *pôle austral* de la terre correspond au pôle austral du ciel.

Un plan mené par le centre de la terre, perpendiculairement à