

au même, le mouvement de la sphère céleste à laquelle nous pouvons concevoir que les étoiles sont attachées. Les résultats auxquels nous venons de parvenir nous montrent de la manière la plus évidente que la sphère céleste tourne autour de la ligne des pôles comme autour d'un axe. Ce mouvement est le seul, en effet, en vertu duquel toutes les étoiles peuvent se maintenir à une distance invariable du pôle boréal. On comprend maintenant pourquoi la ligne des pôles est souvent désignée sous le nom d'axe du monde.

Le méridien d'un lieu a été défini précédemment (§ 63) comme étant le plan vertical qui divise les courbes décrites par les étoiles en deux parties symétriques l'une de l'autre. Nous pouvons maintenant en donner une autre définition plus simple, et dire que le méridien d'un lieu est le plan qui passe par la verticale de ce lieu et par l'axe du monde.

§ 66. Cette rotation de la sphère céleste dont nous venons de reconnaître l'existence, s'effectue-t-elle avec une vitesse constante ou variable? Telle est la question qui se présente naturellement ici, et dont la solution doit achever de compléter la connaissance du mouvement des étoiles. L'observation nous conduira sans peine à la réponse qui doit y être faite. Lorsque nous avons indiqué, il n'y a qu'un instant, la marche à suivre pour trouver la distance d'une étoile au pôle, nous avons dit que, outre cette distance PE (fig. 115), nous pouvions trouver également les angles P, E, du triangle ZPE; supposons que nous déterminions l'angle P, ou ZPE, soit par un procédé graphique, soit par un calcul trigonométrique.

Si nous déterminons de même l'angle ZPE', lorsque l'étoile est en E', puis l'angle ZPE'' lorsqu'elle est en E'', et ainsi de suite, nous en déduirons facilement les angles EPE', E'PE''..., par de simples soustractions. Or, il suffit de comparer ces angles aux temps qui se sont écoulés pendant que l'étoile est allée de E en E', de E' en E'',... temps que l'on aura trouvés en notant l'heure marquée par un chronomètre au moment de chaque observation, pour reconnaître que l'étoile tourne uniformément autour du pôle: les angles EPE', E'PE'',... sont proportionnels aux temps qui leur correspondent. Donc la sphère céleste tourne autour de la ligne des pôles avec une vitesse qui reste constamment la même.

Le temps que la sphère céleste emploie à faire un tour entier autour de la ligne des pôles est d'à peu près un jour (il s'agit ici d'un jour de 24 heures, comprenant le jour et la nuit). C'est ce qui fait que ce mouvement des étoiles se nomme *mouvement diurne* (du mot latin *dies* qui signifie *jour*).

§ 67. Si nous prenons un globe A (fig. 116) traversé par un axe PQ, dont les extrémités pénètrent dans l'épaisseur d'un cercle MM; que ce globe soit mobile autour de l'axe, et qu'il puisse, avec le cercle MM, s'adapter sur un pied N, ainsi que l'indique la figure, nous pourrons, au moyen de ce globe, nous représenter en petit le mouvement diurne.

Nous en acquerrons ainsi une idée nette, parce que nous saisissons d'un seul coup d'œil l'ensemble des circonstances que présente ce mouvement; et comme nous pouvons faire tourner ce globe à volonté, et répéter le mouvement autant de fois que nous le voudrions, cela nous permettra de voir en quelques instants ce que l'observation directe des astres ne nous aurait pu montrer qu'après un temps bien plus long.

Pour cela, imaginons qu'on ait disposé le globe sur son pied, de manière que l'axe PQ ait précisément la direction de la ligne idéale autour de laquelle s'effectue la rotation diurne de la sphère céleste. Supposons, en outre, qu'on ait figuré sur la surface du globe un certain nombre de points représentant les principales étoiles, en les disposant, les unes par rapport aux autres et par rapport à l'axe de rotation PQ, de la même manière que ces étoiles le sont dans le ciel. Si l'on fait tourner le globe dans un sens convenable, on verra chaque étoile décrire un cercle en s'élevant et s'abaissant successivement. Les unes, suffisamment rapprochées du pôle boréal P, ne s'abaissent jamais au-dessous du cercle HH porté par le pied N, et figurant l'horizon de l'observateur qui est censé occuper le centre de la sphère. Les autres, au contraire, sont tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de ce cercle: elles se lèvent d'un côté, montent de plus en plus, s'abaissent, et finissent par se coucher de l'autre côté. D'autres enfin, voisines du pôle austral Q, restent toujours au-dessous de l'horizon HH, et ne deviennent jamais visibles. Le cercle fixe MM figure le méridien,

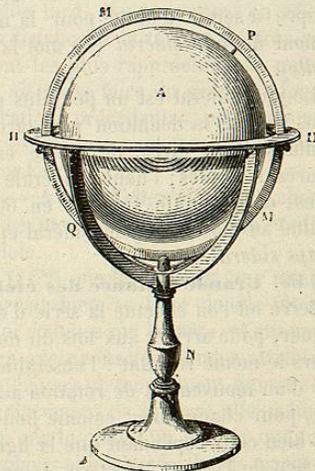


Fig. 116.

dans lequel chaque étoile vient passer deux fois, pendant qu'elle décrit son cercle diurne.

§ 68. **Jour sidéral.** — On n'a jamais reconnu la moindre différence entre les durées des rotations successives de la sphère céleste. La durée d'une rotation, c'est-à-dire le temps que la sphère céleste met à faire un tour entier, est donc éminemment propre à servir d'unité pour la mesure du temps; on lui donne le nom de *jour sidéral* (du mot latin *sidus*, *sideris*, qui veut dire étoile).

Le jour sidéral est un peu plus petit que le jour ordinaire dont nous verrons la définition plus tard; il en diffère d'environ quatre minutes. Il se divise de même en 24 heures, que l'on nomme heures sidérales; l'heure sidérale se divise en 60 minutes sidérales; et la minute sidérale en 60 secondes sidérales: le temps évalué au moyen du jour sidéral et de ses subdivisions, se nomme *temps sidéral*.

§ 69. **Grande distance des étoiles.** — Quel que soit le lieu de la terre où l'on effectue la série d'opérations que nous venons d'indiquer, pour arriver aux lois du mouvement diurne, on trouve toujours le même résultat: l'ensemble des étoiles paraît toujours animé d'un mouvement de rotation autour de la ligne des pôles, définie, pour chaque lieu, comme nous l'avons dit précédemment. Il est bien clair cependant que la ligne des pôles, que l'on trouve en un lieu de la terre, n'est pas la même que celle que l'on trouve en un autre lieu, et que, d'un autre côté, la rotation diurne des étoiles ne peut pas s'effectuer à la fois autour de plusieurs axes différents. L'identité des résultats que l'on obtient relativement au mouvement diurne, dans les divers lieux où l'on s'installe pour faire des observations astronomiques, ne peut s'expliquer qu'autant qu'on admet que les dimensions de la terre sont excessivement petites en comparaison des distances qui existent entre elles et les étoiles. On voit en effet que, s'il en est ainsi, il suffit que l'axe autour duquel la sphère céleste tourne, ou semble tourner, passe par un lieu déterminé de la terre, pour que son mouvement présente exactement les mêmes apparences pour tout autre lieu d'observation également situé sur la terre; la distance à laquelle l'observateur se trouve de l'axe de rotation est tellement faible, eu égard au grand éloignement des étoiles, que les choses se passent de la même manière que s'il était situé précisément sur l'axe lui-même; et les diverses lignes autour desquelles les différents observateurs voient tourner la sphère céleste ne sont autre chose que des parallèles à cet axe de rotation, menées par les lieux où ils sont placés.

Autrement, si les dimensions de la terre n'étaient pas comme nulles à côté de la distance des étoiles, les apparences que présente le mouvement diurne seraient nécessairement différentes, suivant qu'on l'observerait d'un lieu ou d'un autre.

Nous arrivons ainsi à une première notion sur la grandeur de la distance qui nous sépare des étoiles. Cette notion, nécessairement très-imparfaite, sera complétée plus tard. Nous verrons, en effet, qu'on a pu parvenir à mesurer la distance de la terre à un très-petit nombre d'étoiles, celles qui sont les plus rapprochées de nous; et quelle que soit l'idée que l'on ait pu se faire du grand éloignement des étoiles, par les considérations précédentes, on reconnaîtra qu'en réalité cet éloignement est encore beaucoup plus considérable qu'on ne l'avait cru d'abord.

§ 70. **Rotation de la terre.** — Avant d'aller plus loin, cherchons à nous rendre compte de ce mouvement diurne des étoiles dont nous venons d'indiquer les lois.

Nous avons dit précédemment (§ 52) que la terre est une masse isolée dans l'espace, et qu'il pourrait bien se faire qu'elle fût en mouvement; si cela était, nous qui sommes sur la terre, et qui participons à son mouvement sans en avoir conscience, nous attribuerions naturellement aux objets extérieurs un mouvement qui ne serait qu'une apparence due au déplacement de la terre elle-même. C'est ainsi qu'un voyageur, placé sur le pont d'un bateau qui suit le courant d'une rivière, voit les objets situés sur les bords marcher en sens contraire du sens dans lequel le bateau se déplace; et s'il oubliait qu'il est lui-même en mouvement, il regarderait ce déplacement des objets extérieurs comme étant un mouvement réel. Cherchons donc à reconnaître si le mouvement diurne des étoiles ne rentrerait pas dans ce cas; si ce ne serait pas une simple apparence due à un mouvement dont la terre serait animée.

Il n'est pas difficile de trouver le mouvement que devrait avoir la terre pour donner lieu aux apparences que présente le mouvement diurne. Si elle était animée d'un mouvement de rotation uniforme autour d'un de ses diamètres, l'observateur qui participerait à ce mouvement, et qui se croirait immobile, attribuerait nécessairement à tous les objets extérieurs, tels que les étoiles, un mouvement pareil autour du même axe, mais en sens contraire. Il suffirait donc d'admettre que les étoiles sont immobiles, et que la terre tourne uniformément, autour d'un axe mené par son centre parallèlement à la ligne des pôles telle qu'on la trouve en un lieu quelconque d'observation, et d'occident en orient, pour rendre compte d'une manière complète des circonstances que présente le

mouvement diurne. L'observateur, en mouvement avec la terre et se croyant en repos, verrait l'ensemble des étoiles tourner uniformément, d'orient en occident, autour de l'axe de rotation de la terre, ou, ce qui est la même chose, à cause de la grande distance des étoiles, autour d'une parallèle à cet axe de rotation menée par le lieu où cet observateur est placé.

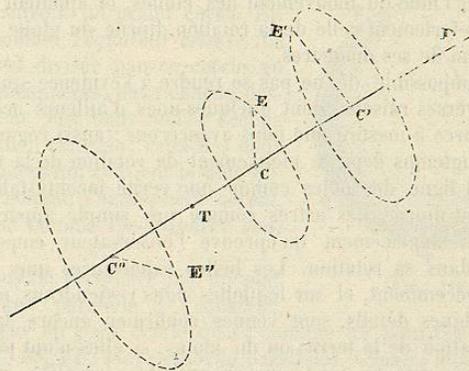
Ainsi l'on voit que le mouvement diurne peut être expliqué de deux manières différentes : ou bien la terre est immobile, et les étoiles se meuvent d'un mouvement commun de rotation, d'orient en occident, autour d'un axe qui passe à son intérieur ; ou bien, au contraire, les étoiles ne se déplacent pas, et la terre tourne d'occident en orient autour du même axe. Dans l'un et l'autre cas les apparences sont exactement les mêmes pour un observateur placé sur la terre. Examinons maintenant quels sont les motifs qui peuvent faire adopter une de ces hypothèses de préférence à l'autre.

Si les étoiles, conformément aux idées des anciens, étaient toutes attachées à la surface d'une immense sphère de cristal, il serait tout aussi facile d'admettre l'immobilité de la terre et le mouvement des étoiles, que l'immobilité des étoiles et le mouvement de la terre. Mais il n'en est rien : l'observation prouve d'une manière incontestable, ainsi que nous le verrons plus tard, que les étoiles sont des corps isolés, indépendants les uns des autres. De plus, la terre est un corps extrêmement petit relativement aux distances qui la séparent des étoiles ; elle n'est, pour ainsi dire, qu'un grain de poussière dans l'immensité de l'espace qu'occupent les astres. On voit tout de suite combien il est peu vraisemblable : 1° que toutes les étoiles, sans aucune exception, soient animées de mouvements qui concordent tellement entre eux qu'il semble qu'elles soient liées les unes aux autres de manière à former un tout solide ; 2° que le mouvement de rotation de cet ensemble de corps s'effectue autour d'un axe passant précisément par ce corps si petit que nous habitons, et que nous nommons la terre. Il est infiniment plus simple et plus naturel d'admettre que ce mouvement diurne des étoiles n'est qu'une apparence due à la rotation dont la terre est animée autour d'un de ses diamètres.

La grande probabilité qui résulte de ces considérations, en faveur de la rotation de la terre, est encore augmentée par la comparaison de la terre aux planètes. Ainsi que nous le verrons plus tard, la terre doit être rangée parmi les planètes ; or, l'observation fait voir que les planètes sont toutes animées de mouve-

ments de rotation sur elles-mêmes : il est donc tout naturel d'admettre que la terre possède aussi un pareil mouvement, et que c'est à ce mouvement que sont dues les apparences du mouvement diurne.

En examinant la question au point de vue mécanique, on reconnaît encore que c'est la terre, et non l'ensemble des étoiles, qui possède un mouvement de rotation autour de la ligne des pôles. Si le mouvement diurne était attribué aux étoiles, chacune d'elles, E, E', E'' (fig. 117), décrirait uniformément un



[FIG. 117.]

cercle situé dans un plan perpendiculaire à la ligne des pôles TP ; et les centres de ces cercles seraient situés aux pieds C, C', C'', des perpendiculaires abaissées des diverses étoiles sur cette ligne, c'est-à-dire en des points généralement très-éloignés de la terre T. Mais on sait que, pour qu'un corps décrive un cercle d'un mouvement uniforme, il faut qu'il soit attiré vers le centre du cercle par une force constante, dont la grandeur dépend à la fois de la vitesse du corps et du rayon du cercle qu'il décrit : les étoiles E, E', E'', ne pourraient donc se mouvoir sur les cercles dont nous venons de parler qu'autant qu'elles seraient attirées vers les points C, C', C'', situés sur la ligne des pôles. Or, on n'a pas d'exemple dans la nature qu'une force appliquée à un corps, suivant une certaine direction, n'émane pas d'un autre corps situé sur cette direction même : une étoile E ne saurait donc être constamment attirée vers le centre C qu'autant que ce centre serait occupé par un corps immobile dont la présence déterminerait cette attraction. Ainsi, pour qu'on pût admettre

que les étoiles tournent réellement autour de la ligne des pôles, il faudrait que des corps fixes fussent distribués tout le long de cette ligne, aux points C, C', C'', en aussi grand nombre qu'il y a d'étoiles. L'observation n'indiquant rien de pareil dans le ciel, on est obligé de renoncer à regarder les étoiles comme étant réellement en mouvement autour de la ligne des pôles. D'un autre côté, l'applatissage du globe terrestre, dont nous parlerons bientôt, trouve son explication toute naturelle dans la rotation de la terre. On voit donc que les lois de la mécanique repoussent l'idée du mouvement des étoiles, et appuient au contraire très-fortement celle de la rotation diurne du globe terrestre autour d'un de ses diamètres.

Il est impossible de ne pas se rendre à l'évidence qui résulte de ces diverses raisons, dont quelques-unes d'ailleurs acquerront plus de force à mesure que nous avancerons : aussi regarde-t-on, depuis longtemps déjà, le mouvement de rotation de la terre autour de la ligne des pôles comme une vérité incontestable, et le mouvement diurne des astres comme une simple apparence résultant du déplacement qu'éprouve l'observateur emporté par la terre dans sa rotation. Les belles expériences que Foucault a faites récemment, et sur lesquelles nous reviendrons plus tard avec quelques détails, sont venues confirmer encore la réalité de la rotation de la terre; ou du moins, si elles n'ont pas fourni aux savants, sur ce sujet, une preuve plus complète que celles que nous venons d'indiquer, elles ont permis de rendre le mouvement de la terre sensible, palpable, pour ainsi dire, à tout le monde. Malgré cela, il nous arrivera habituellement de parler du mouvement diurne des étoiles comme d'une réalité; de dire, par exemple, d'une étoile, qu'elle se lève, qu'elle se couche, qu'elle traverse le méridien; mais on devra bien se rappeler que ce langage, généralement adopté par les astronomes, ne se rapporte qu'aux apparences, et qu'en toute rigueur ces expressions devraient être remplacées par celles qui leur correspondent, dans l'idée du mouvement de rotation de la terre. Si nous conservons cette manière de parler du mouvement diurne, c'est parce qu'elle est d'accord avec le témoignage direct de nos sens, et que d'ailleurs il ne peut pas en résulter d'inconvénient, dès le moment que nous sommes prévenus, une fois pour toutes, qu'elle se rapporte aux apparences, et non à la réalité.

§ 71. **Cercles de la sphère céleste.** — Pour faciliter l'indication de la position des étoiles sur la sphère céleste, on a imaginé des cercles tracés sur sa surface, à l'aide desquels la place de chaque

étoile peut être définie très-simplement. Si la sphère céleste eût été immobile, on aurait choisi ces cercles arbitrairement; mais la sphère ayant, au moins en apparence, un mouvement uniforme de rotation autour d'un axe de direction invariable, il était naturel de prendre les cercles dont nous parlons de manière qu'ils aient une liaison intime avec ce mouvement.

Menons par le centre C de la sphère céleste (fig. 148), un plan perpendiculaire à l'axe du monde PQ; ce plan coupe la surface de la sphère suivant un grand cercle EE qu'on nomme l'*équateur céleste*. La sphère est divisée par ce cercle en deux hémisphères, dans chacun desquels l'un des deux pôles occupe une position centrale; celui des deux hémisphères qui contient le pôle boréal se nomme l'*hémisphère boréal*, l'autre se nomme l'*hémisphère austral*.

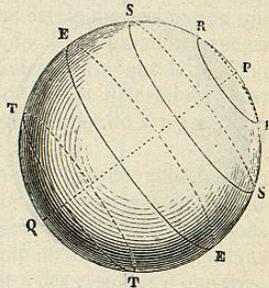


FIG. 148.

En coupant la sphère par un plan quelconque parallèle à l'équateur, on obtient un petit cercle qu'on nomme un *parallèle*. Les cercles RR, SS, TT, sont autant de parallèles. Chaque étoile, en vertu du mouvement diurne, décrit un parallèle de la sphère. L'équateur est le plus grand des parallèles; c'est le cercle que décrit une étoile située à 90 degrés de distance angulaire du pôle boréal.

Un plan quelconque, mené par l'axe du monde PQ, coupe la sphère suivant un grand cercle tel que PEQ, qu'on nomme un *cercle de déclinaison*; le plan lui-même qui contient ce cercle est souvent désigné sous le nom de *plan horaire*. Les cercles de déclinaison de la sphère tournent avec elle autour de l'axe du monde PQ, et viennent chacun à son tour se placer dans le plan méridien du lieu où l'on se trouve.

Souvent on considère le méridien comme étant le grand cercle suivant lequel la sphère est coupée par le plan méridien; mais on ne doit pas confondre ce grand cercle avec le cercle de la sphère céleste. Le méridien a une position parfaitement déterminée dans chaque lieu d'observation; il ne participe pas au mouvement diurne, et, tandis qu'il reste immobile, tous les cercles de déclinaison de la sphère viennent successivement coïncider avec lui pour l'abandonner aussitôt en continuant leur mouvement.

§ 72. **Ascensions droites et déclinaisons.** — Nous venons de dire que, pour faciliter l'indication de la position des astres sur la sphère céleste, on a imaginé sur cette sphère une série de cercles, tels que l'équateur, les parallèles, les cercles de déclinaison. Voyons comment on se sert de ces cercles pour atteindre le but qu'on s'est proposé.

Faisons passer par un astre quelconque A (fig. 119) le cercle de déclinaison PAQ qui lui correspond, ce cercle coupera l'équateur EE en un point M. Il est clair que, si l'on donne la distance angulaire MO du point M à un point O pris arbitrairement sur l'équateur, et la distance angulaire AM de l'astre A au plan de l'équateur, la position de l'astre sera complètement déterminée. La première de ces deux quantités, la distance MO du pied du cercle de déclinaison qui passe par l'astre au point fixe O, est ce que l'on nomme l'*ascension droite*

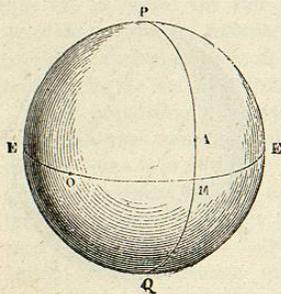


Fig. 119.

de l'astre; la distance angulaire AM de l'astre à l'équateur, comptée sur le cercle de déclinaison PAQ, est sa *déclinaison*.

Le point O, qui sert d'origine aux ascensions droites, peut être pris, comme on veut, sur l'équateur céleste; on peut choisir, par exemple, pour cette origine, le point de rencontre de l'équateur avec le cercle de déclinaison d'une étoile remarquable, telle que Sirius. Mais ce n'est pas ce qu'ont fait les astronomes; ils se sont tous accordés à prendre pour origine des ascensions droites un point qui dépend du mouvement du soleil, et que nous ne pourrions faire connaître que lorsque nous nous occuperons de ce mouvement. Quoiqu'il en soit, l'ascension droite d'un astre se compte sur l'équateur, à partir de l'origine adoptée, en marchant toujours de l'occident à l'orient; sa valeur est toujours comprise entre 0 et 360 degrés. La déclinaison d'un astre ne peut pas dépasser 90 degrés; elle est boréale ou australe suivant que l'astre auquel elle se rapporte est situé dans l'hémisphère boréal ou dans l'hémisphère austral. On voit, d'après cela, que pour faire connaître la déclinaison d'un astre, il ne suffit pas de dire de combien de degrés, minutes et secondes elle se compose, mais qu'il est indispensable d'ajouter si cette déclinaison est boréale ou australe. C'est ce qui fait que, lorsqu'on écrit la valeur d'une déclinaison, on fait suivre

cette valeur d'une des lettres B, A, initiales des mots *boréale, australe*.

Tous les points situés sur un même parallèle de la sphère céleste ont une même déclinaison. Tous les points situés sur un même cercle de déclinaison, ou plutôt sur un demi-cercle de déclinaison terminé aux deux pôles, ont une même ascension droite. On voit donc que la connaissance de la déclinaison d'un astre entraîne celle du parallèle sur lequel il est situé, et que la connaissance de son ascension droite entraîne celle du demi-cercle de déclinaison qui le contient: le point de rencontre unique de ce parallèle avec ce demi-cercle de déclinaison n'est donc autre chose que la position de l'astre, qui est, comme on voit, entièrement déterminée, sans aucune ambiguïté, par la connaissance simultanée de son ascension droite et de sa déclinaison.

On comprend dès lors que les astronomes ont dû chercher les moyens les plus simples, et en même temps les plus exacts, pour mesurer les ascensions droites et les déclinaisons des astres. Nous allons faire connaître ceux qui sont actuellement employés dans tous les observatoires, et qui conduisent à des résultats d'une très-grande précision.

§ 73. **Lunette méridienne.** La *lunette méridienne* est l'instrument spécialement destiné à la mesure des ascensions droites. Cet instrument consiste essentiellement en une lunette susceptible de se mouvoir de telle manière, que son axe optique puisse prendre toutes les directions possibles dans le plan méridien du lieu où elle est installée, sans jamais sortir de ce plan. A cet effet, la lunette AA (fig. 120) est montée sur un axe, ou essieu solide BB, terminé à ses deux extrémités par deux petits tourillons cylindriques. Ces tourillons reposent dans des coussinets portés par de forts piliers C, C, et peuvent se mouvoir sans difficulté à l'intérieur de ces coussinets; en sorte que la lunette peut tourner librement avec son essieu, et prendre ainsi une infinité de directions différentes. La ligne idéale autour de laquelle s'effectue le mouvement de rotation, et qui coïncide avec les axes de figure des deux tourillons, est dirigée perpendiculairement au méridien du lieu; de plus, l'axe optique de la lunette est exactement perpendiculaire à l'axe de rotation: cet axe optique reste donc constamment dans le méridien, quelle que soit la position que l'on donne à la lunette, en la faisant tourner dans les coussinets qui la supportent.

En vertu du mouvement diurne, tous les astres viennent successivement passer dans le plan méridien. La lunette méridienne sert à déterminer l'instant précis auquel s'effectue ce passage pour

chacun d'eux; et c'est ce qui fait qu'on lui donne souvent le nom d'*instrument des passages*. Elle est munie d'un réticule complexe

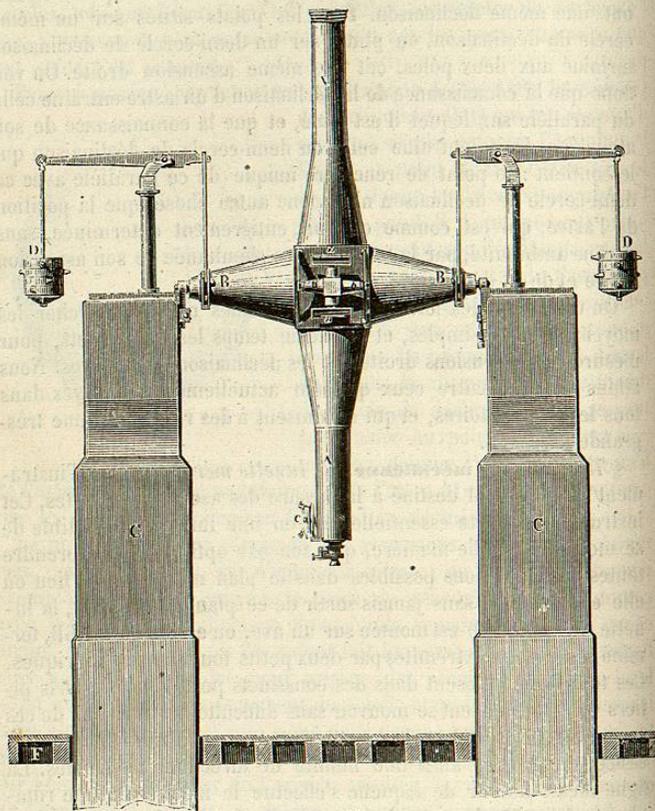


FIG. 120.

dont la figure 121 indique la disposition. Lorsqu'on fait tourner la lunette autour de son axe, de manière à la diriger vers un astre qui se trouve à peu près dans le méridien, on voit l'image de l'astre se mouvoir à travers le réticule, en rencontrant successivement les divers fils dont il est composé. Le fil  $mm$ , et le fil idéal  $uu$ , perpendiculaire au premier, déterminent par leur intersection  $o$  la position de l'axe optique de la lunette (§ 32). D'après ce qui a été

dit précédemment, sur la manière dont la lunette est installée, il est bien clair qu'au moment où l'on verra l'image de l'astre coïncider avec le point  $o$ , cet astre sera dans le plan méridien. Mais si l'on remarque que le fil  $mm$  est tout entier dans le méridien, et qu'il y reste constamment contenu, quelle que soit la position que prenne la lunette dans son mouvement de rotation, on verra qu'il n'est pas indispensable d'amener l'image d'un astre à coïncider avec le point  $o$ , pour s'assurer que cet astre est dans le méridien; il suffit évidemment pour cela que l'image de l'astre se cache derrière un point quelconque du fil  $mm$ . C'est pour cela que le fil horizontal  $uu$  a été supprimé. On l'a remplacé par deux autres fils horizontaux  $rr$ ,  $ss$ , également éloignés du fil idéal  $uu$ ; c'est entre ces deux fils que l'on amène toujours l'image de l'astre observé, en faisant mouvoir convenablement la lunette, afin que la coïncidence de cette image avec un des points du fil  $mm$  s'effectue dans la portion de ce dernier fil qu'ils comprennent entre eux.

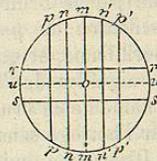


FIG. 121.

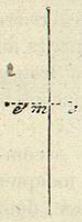
Malgré toute la perfection que l'on est parvenu à donner aux instruments et toute l'attention que mettent les observateurs les plus exercés, la détermination de l'instant du passage d'un astre au méridien, par la coïncidence de son image avec un des points du fil  $mm$ , comporte encore une erreur qui n'est pas négligeable. C'est pour diminuer cette erreur que le réticule de la lunette méridienne contient quatre autres fils  $nn$ ,  $pp$ ,  $n'n'$ ,  $p'p'$ , tous parallèles à  $mm$ , et placés symétriquement de part et d'autre. Au lieu de se contenter d'observer l'instant du passage de l'image d'un astre derrière le fil méridien  $mm$ , on observe les instants de ses passages derrière les cinq fils parallèles, et l'on prend la moyenne des valeurs du temps correspondant à chacun de ces cinq passages; on trouve ainsi un résultat plus exact que si l'on s'en était tenu à une seule observation.

§ 74. La lunette méridienne doit naturellement être accompagnée d'une horloge d'une grande précision, destinée à indiquer le temps correspondant à chaque observation. Cette horloge, dont le moteur est un poids et le régulateur un pendule (§ 41), est disposée de manière à marquer le temps sidéral (§ 68). Un cadran, divisé en 24 parties égales, est parcouru par une aiguille dans l'espace d'un jour sidéral; l'aiguille met donc une heure sidérale à parcourir une des divisions. Une seconde aiguille fait un tour entier en une heure, et son extrémité se meut sur un cercle divisé

en 60 parties égales; chacune de ces parties est parcourue par cette aiguille en une minute sidérale. De même une troisième aiguille fait un tour entier en une minute, et emploie une seconde sidérale à parcourir la 60<sup>e</sup> partie du cadran sur lequel elle se meut. Chaque oscillation du pendule s'effectue en une seconde, en sorte que le commencement des secondes successives est marqué par le bruit que fait l'échappement de l'horloge à chaque oscillation du pendule. L'observateur, qui a l'œil à la lunette méridienne, et qui a regardé d'avance la position qu'occupaient les aiguilles de l'horloge, peut compter les secondes successives à l'aide de ce bruit et connaître à chaque instant l'heure marquée par l'horloge sans se déranger de son observation.

D'après ce qui vient d'être dit, on comprend comment on peut déterminer, à une seconde près, l'heure à laquelle un astre passe au méridien; mais ce degré d'approximation serait loin d'être suffisant, ainsi que nous le verrons bientôt. Aussi les astronomes emploient-ils des moyens particuliers pour fractionner le temps plus que ne le font les horloges à secondes; et ils parviennent, avec un peu d'habitude à évaluer le temps à un dixième de seconde près. Deux moyens différents leur servent pour atteindre ce but. Le premier consiste à régler sa respiration sur les battements du pendule; la proportion plus ou moins grande d'une période de mouvement respiratoire qui s'est produite, à l'instant même où s'effectue le passage de l'astre observé derrière un des fils de la lunette, permet d'évaluer le nombre de dixièmes de seconde qui se sont écoulés depuis le dernier battement du pendule jusqu'à cet instant. Le second moyen consiste à suivre l'image de l'astre dans le déplacement qu'elle éprouve dans le plan du réticule, et à conserver autant que possible la trace des positions qu'elle occupe successivement au moment de chaque mouvement du pendule: si, par exemple, cette image se trouve en *e* (fig. 122), au moment du battement qui précède son passage derrière un des fils, et en *e'* au moment du battement suivant, l'observateur qui voit encore le point *e*, lorsque l'image arrive en *e'*, peut aisément reconnaître combien la distance *em* contient de dixièmes de la distance totale *ee'*: ce nombre de dixièmes est en même temps le nombre des dixièmes de seconde qui se sont écoulés depuis le battement du pendule correspondant à la position *e* de l'image, jusqu'à son passage derrière le fil.

FIG. 122.



§ 75. Voyons maintenant comment l'observation des passages

des astres au méridien, effectuée à l'aide de la lunette méridienne et de l'horloge qui l'accompagne, peut conduire à la connaissance de leurs ascensions droites. Supposons que le point de l'équateur céleste, qui sert d'origine aux ascensions droites, soit un point visible, une étoile, par exemple, et que, par conséquent, on puisse observer l'heure de son passage au méridien. Si l'on observe ensuite l'heure du passage d'un astre quelconque au méridien, on en conclura sans peine le temps qui se sera écoulé entre les deux observations. Or, il est clair que, depuis le moment où l'origine des ascensions droites a traversé le méridien, jusqu'au moment où l'astre qu'on considère est venu se placer dans le même plan, la sphère céleste a dû tourner autour de l'axe du monde d'un angle précisément égal à l'ascension droite de cet astre. Il suffit donc de trouver la valeur de cet angle dont la sphère céleste a tourné dans l'intervalle des deux observations; ce qu'on fera sans la moindre difficulté, puisqu'on connaît le temps qui s'est écoulé entre elles. En 24 heures sidérales, la sphère céleste tourne de 360 degrés; en une heure sidérale, elle tourne de 15 degrés; en une minute sidérale elle tourne d'un angle 60 fois plus petit, c'est-à-dire de 15 minutes; en une seconde sidérale, elle tourne d'un angle de 15 secondes. Ainsi, lorsqu'on a trouvé le nombre d'heures, minutes et secondes sidérales qui se sont écoulées depuis le passage de l'origine des ascensions droites au méridien jusqu'au passage d'un astre quelconque, il suffit de multiplier ce nombre par 15 pour avoir l'ascension droite de l'astre. Si, par exemple, le temps compris entre les deux passages est de 2<sup>h</sup> 43<sup>m</sup> 26<sup>s</sup>, 7, on trouve, en faisant cette multiplication, que l'ascension droite de l'astre est de 40° 51' 40",5.

Nous venons de voir que, dans la détermination des ascensions droites par l'observation des passages, chaque seconde sidérale correspond à un angle de 15 secondes. On comprend par là pourquoi les astronomes ne peuvent pas se contenter d'avoir le temps du passage d'un astre au méridien à une seconde près; l'ascension droite qu'on en déduirait serait loin d'être connue avec le degré d'approximation avec lequel on obtient généralement les angles, en les mesurant à l'aide de cercles gradués. En évaluant le temps du passage d'un astre au méridien à un dixième de seconde près, on en conclut son ascension droite avec une approximation d'une seconde et demie.

§ 76. On comprend qu'il est d'une très-grande importance que la lunette méridienne satisfasse exactement aux conditions d'installation que nous avons supposé remplies, pour que son axe

optique ne sorte pas du plan méridien, quelle que soit la position qu'elle prenne en tournant autour de son axe. Et comme il pourrait arriver accidentellement des dérangements capables de fausser les résultats des observations, il est également très-important que les astronomes puissent vérifier, aussi souvent qu'ils le jugent convenable, si ces conditions d'installation sont bien toujours remplies. Nous allons faire connaître les opérations très-simples, à l'aide desquelles cette vérification s'effectue réellement, et qui permettent de rectifier la position de la lunette, dans le cas où la vérification ferait connaître quelque défaut d'installation. Ces opérations sont au nombre de trois : la première a pour objet de vérifier l'horizontalité de l'axe de rotation de l'instrument ; la seconde, de vérifier si l'axe optique de la lunette est bien perpendiculaire à l'axe de rotation ; le troisième, enfin, de vérifier si le plan vertical que décrit alors l'axe optique de la lunette, lorsqu'elle tourne dans ses coussinets, coïncide bien avec le plan méridien.

Pour vérifier l'horizontalité de l'axe de rotation, on se sert d'un grand niveau à bulle d'air AA (fig. 123), dont la monture se termine, à ses deux extrémités, par deux tiges à crochet B, B. La distance de ces deux tiges a été déterminée de telle manière que les crochets dont elles sont munies puissent se placer sur les tourillons de la lunette, dans la petite portion de ces tourillons qui se

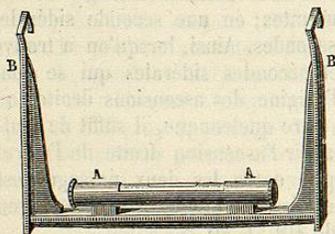


FIG. 123.

trouve entre chaque coussinet et la partie conique de l'essieu de la lunette (fig. 120). Le niveau étant ainsi suspendu au-dessous de l'axe, on observe les points du tube de verre où s'arrêtent les deux extrémités de la bulle d'air ; puis on retourne le niveau, en mettant à gauche le crochet qui était à droite, et inversement, et l'on observe de nouveau les points du tube entre lesquels la bulle est comprise : ces deux points doivent être les mêmes que précédemment, si l'axe de rotation est bien horizontal. Il est indispensable que les deux crochets, qui servent à suspendre le niveau aux deux tourillons, soient disposés de manière à prendre une position parfaitement déterminée, lorsqu'on les pose sur les surfaces de ces tourillons : à cet effet, on leur donne une forme

anguleuse (fig. 124) pour s'opposer au ballonnement qui pourrait se produire, s'ils étaient arrondis intérieurement.

Pour s'assurer que l'axe optique de la lunette est bien perpendiculaire à son axe de rotation, on place sur le sol, et à une grande distance, une mire que l'on puisse apercevoir avec la lunette. Après avoir bien remarqué le point de cette mire vers lequel se dirige l'axe optique de la lunette, c'est-à-dire le point dont l'image se cache derrière le milieu du fil méridien *mm* (fig. 121), on enlève la lunette de ses coussinets ; et on la retourne pour mettre dans le coussinet de gauche le tourillon qui était dans

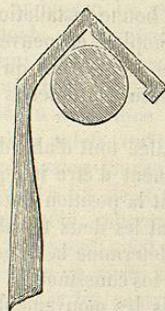


FIG. 121.

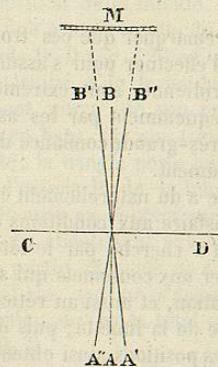


FIG. 125.

le coussinet de droite, et inversement : après ce retournement, on vise de nouveau la mire, et l'on doit voir l'image du même point se cacher derrière le milieu du fil méridien *mm*. On voit, en effet, que, si l'axe optique AB (fig. 125), est bien perpendiculaire à l'axe de rotation CD, cet axe optique doit prendre exactement la même direction après le retournement de la lunette, et par conséquent aboutir à un même point de la mire M ; tandis que, s'il avait la direction oblique A'B', il prendrait après ce retournement la direction A''B'', et viendrait nécessairement rencontrer la mire M en deux points différents.

L'axe optique de la lunette étant perpendiculaire à son axe de rotation, cet axe optique décrit un plan lorsque la lunette tourne ; autrement il décrirait un cône plus ou moins aigu, suivant qu'il serait plus ou moins oblique sur l'axe de rotation. D'un autre côté l'axe de rotation étant horizontal, le plan que décrit l'axe optique