

est nécessairement vertical. Il ne reste plus qu'à s'assurer si ce plan vertical coïncide bien avec le plan méridien. Pour cela on observe à la lunette méridienne les heures des passages successifs, supérieur et inférieur, d'une des étoiles circumpolaires qui restent constamment au-dessus de l'horizon. Si le plan vertical que décrit l'axe optique de la lunette et dans lequel on a observé ces passages, est bien le plan méridien, on doit trouver que l'intervalle de temps compris entre un passage supérieur et le passage inférieur suivant, est le même que l'intervalle de temps compris entre ce passage inférieur et le passage supérieur qui le suit immédiatement : chacun de ces intervalles de temps doit être de 12 heures sidérales.

On doit remarquer que ces trois opérations, les seules que l'on ait besoin d'effectuer pour s'assurer de la bonne installation d'une lunette méridienne, sont extrêmement simples, et peuvent être répétées fréquemment par les astronomes, ce qui fait qu'on peut avoir une très-grande confiance dans les résultats obtenus à l'aide de cet instrument.

La lunette a dû naturellement être installée tout d'abord de manière à satisfaire aux conditions qui viennent d'être indiquées. A cet effet, on a cherché par le tâtonnement la position exacte qu'il fallait donner aux coussinets qui supportent les deux tourillons de l'axe de rotation, et aussi au réticule qui détermine la direction de l'axe optique de la lunette; puis on a fixé les coussinets et le réticule dans les positions ainsi obtenues. Mais les mouvements moléculaires qui se produisent toujours, même dans les corps les plus rigides, surtout par suite des variations de température, amènent dans l'installation de la lunette méridienne des dérangements continuels dont il faut tenir compte; aussi la soumet-on souvent aux vérifications dont il a été question ci-dessus, et l'on constate ainsi la grandeur des dérangements qui se sont produits, afin de pouvoir en tenir compte et de corriger les résultats fournis par l'emploi de la lunette méridienne des petites erreurs occasionnées par ces dérangements.

§ 77. Il nous reste encore à faire connaître, relativement à la lunette méridienne, quelques détails que nous avons omis à dessein, dans la description succincte que nous en avons faite précédemment, afin de ne montrer d'abord que ce qui est essentiel et caractéristique dans cet instrument.

Les piliers C, C (*fig. 120*), sur lesquels la lunette repose, sont de forts massifs de maçonnerie, qui ont leurs fondations propres, et qui sont entièrement indépendants du bâtiment dans lequel la

lunette est placée. Cette disposition a pour objet de mettre l'instrument à l'abri de mouvements qui se produisent souvent dans les murs des édifices, mouvements que l'on doit craindre beaucoup moins dans des massifs isolés, formés de grosses pierres taillées et jointes entre elles avec le plus grand soin.

Les ouvertures des coussinets, dans lesquelles doivent tourner les tourillons de la lunette, sont formées de deux faces planes inclinées, afin que chaque tourillon y prenne une position parfaitement déterminée, sans qu'aucun ballottement soit possible.

Le frottement du tourillon sur ces faces inclinées des coussinets pourrait déterminer avec le temps une usure notable, d'où résulterait un dérangement dans la position de la lunette. Pour éviter cette usure, on fait équilibre à une grande partie du poids de la lunette, au moyen des contre-poids D, D (*fig. 120*). Chacun de ces contre-poids est suspendu à l'extrémité d'un levier horizontal. Ce levier, qui peut tourner librement autour de son point d'appui exerce une forte traction, de bas en haut, sur une tringle verticale accrochée à son autre extrémité; la tringle porte inférieurement un collier à galets, qui entoure l'essieu B de la lunette et dans lequel cet essieu tourne sans difficulté en roulant sur les galets. Par ce moyen les deux tringles qui aboutissent aux leviers situés de chaque côté, supportent une partie du poids de l'instrument; et elles soulagent ainsi les tourillons, qui ne s'appuient sur les coussinets qu'en vertu de la portion du poids total qui n'est pas équilibrée par les contre-poids D, D.

Pour les observations de nuit, qui sont de beaucoup les plus nombreuses, parmi toutes celles que l'on fait à la lunette méridienne, on a besoin d'éclairer les fils du réticule, ainsi que nous l'avons déjà dit (§ 33). Pour cela, l'essieu de la lunette est creux dans une moitié de sa longueur, et il en est de même du tourillon qui le termine. Une lampe, ou un bec de gaz, placé en regard de cette ouverture du tourillon, envoie de la lumière à l'intérieur de l'essieu, et dans la direction de son axe; cette lumière, arrivée jusque dans le tuyau de la lunette, y rencontre un miroir incliné qui la réfléchit, et la renvoie sur le réticule.

Un grand nombre d'étoiles peuvent être vues en plein jour, à l'aide des lunettes, et, peuvent par conséquent, être observées à la lunette méridienne. Mais cette observation n'est pas aussi facile que la nuit, parce que, ne voyant pas à l'œil nu l'étoile que l'on veut observer, on ne peut pas se servir de cette vision directe pour diriger la lunette. Aussi, lorsqu'on veut observer le passage d'une étoile au méridien, emploie-t-on un moyen particulier pour

amener la lunette dans la direction convenable. On sait d'avance, à très-peu près, à quelle hauteur au-dessus de l'horizon l'étoile doit se trouver, au moment de son passage. Il suffit donc de donner à la lunette méridienne une inclinaison égale à cette hauteur angulaire, pour que l'étoile vienne traverser le champ de la lunette. A cet effet un petit cercle divisé *c* (fig. 120) est adapté au tuyau de la lunette, tout près de l'oculaire; une alidade, mobile autour du centre du cercle, porte un petit niveau à bulle d'air, à l'aide duquel on peut rendre cette alidade horizontale. Si, pour chaque position de la lunette, on fait tourner cette alidade jusqu'à ce qu'elle soit horizontale, l'index qu'elle porte correspond à une division du cercle qui peut servir à faire connaître l'inclinaison de la lunette. Si donc on veut donner à la lunette une inclinaison particulière, il suffit de faire tourner l'alidade sur le cercle *c*, jusqu'à ce que son index coïncide avec la division du cercle qui correspond à cette inclinaison, puis de faire mouvoir la lunette autour de son axe, jusqu'à ce que le petit niveau indique l'horizontalité de cette alidade.

Comme on doit observer successivement le passage d'un astre derrière chacun des cinq fils parallèles du réticule, on a rendu l'oculaire mobile transversalement, dans une rainure adaptée à l'extrémité du tuyau de la lunette. On fait mouvoir l'oculaire dans cette rainure, soit à la main, soit au moyen d'une vis de rappel, de manière à l'amener en face de la portion du réticule où doit se faire l'observation. Cette mobilité de l'oculaire, dans une lunette dont l'axe optique doit conserver une position invariable, repose sur ce que nous avons dit précédemment (§ 32), que la direction de l'axe optique d'une lunette ne dépend aucunement de la position de son oculaire.

Le bâtiment qui contient la lunette méridienne doit présenter une ouverture longue et peu large, pratiquée dans le toit et dans les murs du sud et du nord, absolument comme si l'on avait fait passer un large trait de scie, à travers le bâtiment, dans la direction du plan méridien. Cette ouverture, qui permet à la lunette de se diriger sans obstacle vers tous les points du ciel situés dans le méridien du lieu où elle se trouve, n'a pas besoin d'ailleurs de rester constamment béante; des trappes, indépendantes les unes des autres, servent à en fermer les diverses parties, et peuvent être ouvertes chacune séparément par des moyens mécaniques mis à la portée de l'observateur.

§ 78. **Cercle mural.** — Le *cercle mural* est l'instrument destiné à la mesure des déclinaisons des astres. Il consiste essentiellement

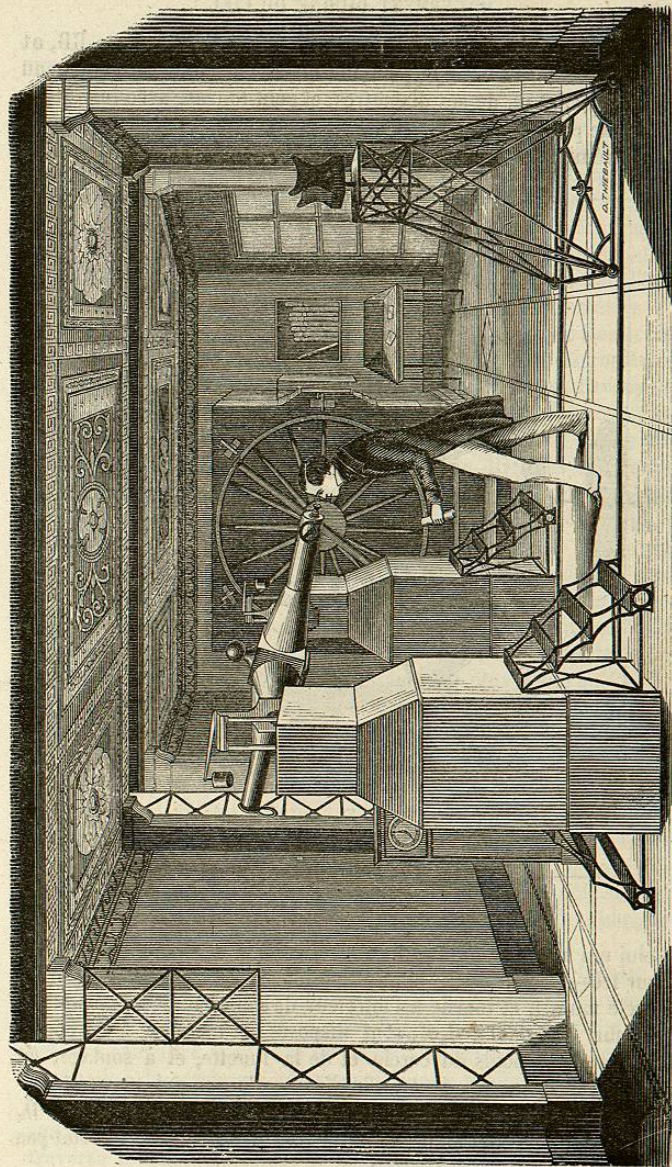


Fig. 126.

en un grand cercle divisé AA (fig. 127), muni d'une lunette BB, et dirigé exactement dans le plan méridien. La lunette est fixée au cercle suivant un de ses diamètres, et peut tourner avec lui autour d'un axe perpendiculaire à son plan. Pour cela le cercle est monté à l'extrémité d'une sorte d'essieu analogue à l'une des moitiés de

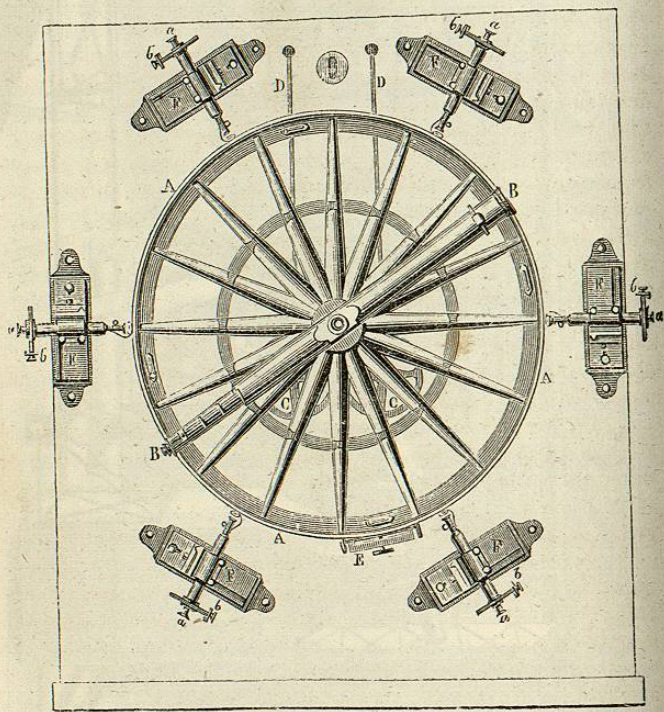


FIG. 127.

celui qui supporte la lunette méridienne. Cet essieu traverse un mur très-solide, contre lequel s'applique le cercle (d'où le nom de cercle mural), et tourne à l'intérieur de coussinets solidement fixés au mur. Des galets C, C, sont disposés de manière à supporter une partie du poids du cercle et de la lunette, et à soulager en conséquence les coussinets, afin d'éviter l'usure qui pourrait déranger l'instrument; ces galets sont suspendus à des tringles D, D, tirées de bas en haut par des contre-poids qu'on ne voit pas

sur la figure, absolument comme nous l'avons déjà vu pour la lunette méridienne (§ 77).

Une pince E, avec vis de pression et vis de rappel, est destinée à fixer le cercle dans une position quelconque, pour le faire mouvoir ensuite avec lenteur. Cette pince est analogue à celle que nous avons décrite dans le théodolite (§ 41); on s'en sert pour amener l'axe optique de la lunette à être exactement dirigé vers l'astre que l'on observe, après qu'on lui a donné approximativement la direction voulue, par un mouvement rapide imprimé à tout l'instrument. Le cercle est gradué sur sa tranche. Six micromètres F, F, sont répartis régulièrement sur tout son contour, pour faciliter la lecture des angles dont on fait tourner le cercle. Ces micromètres sont disposés et fonctionnent exactement, comme nous l'avons indiqué dans le § 38; a, a, sont les oculaires, et b, b, les têtes graduées des vis qui font mouvoir leurs réticules. Un seul de ces micromètres doit indiquer le nombre entier de divisions du cercle dont l'instrument a tourné; on peut, pour cette raison, le désigner sous le nom de *micromètre principal*. Quant à la fraction d'une division qui doit être ajoutée à ce nombre entier, elle est fournie par la moyenne des indications que donnent les six micromètres.

§ 79. La déclinaison d'un astre est la distance angulaire de cet astre au plan de l'équateur céleste (§ 72). On l'obtient sans difficulté, dès le moment qu'on a trouvé la distance angulaire de l'astre au pôle boréal. Si cette dernière distance est plus petite que 90 degrés l'astre est situé dans l'hémisphère boréal, et sa déclinaison est égale à l'excès de 90 degrés sur sa distance au pôle. Si, au contraire, la distance de l'astre au pôle boréal est supérieure à 90 degrés, il se trouve dans l'hémisphère austral, et sa déclinaison est le reste qu'on obtient en diminuant cette distance au pôle de 90 degrés. Ainsi la recherche de la déclinaison d'un astre est ramenée à celle de la distance de cet astre au pôle boréal. Ce que nous disons ici du pôle boréal devrait évidemment se dire du pôle austral, si c'était ce dernier pôle qui se trouvât au-dessus de l'horizon, dans le lieu où l'on est installé pour observer les astres.

Supposons, pour un instant, que l'axe optique de la lunette du cercle mural puisse être dirigé exactement suivant l'axe du monde, l'objectif étant tourné vers le pôle boréal: le micromètre principal fera connaître le nombre de degrés, minutes et seconds de la graduation du cercle qui correspond à cette position de la lunette. Si l'on fait ensuite tourner le cercle avec la lunette, jusqu'à ce que son axe optique passe par un astre, à l'instant même où cet astre traverse le plan méridien, le micromètre principal indiquera un

autre nombre de degrés, minutes et secondes correspondant à cette nouvelle position de la lunette. La différence de ces deux nombres représentera évidemment la distance de l'astre au pôle boréal.

Pour arriver à ce résultat, nous avons admis qu'on ait dirigé d'abord l'axe optique de la lunette suivant l'axe du monde. Il n'est pas possible de le faire par une observation directe; le pôle n'est pas un point brillant que l'on puisse viser avec la lunette, comme on vise une étoile. Mais on y supplée aisément de la manière suivante. Si l'on observe au cercle mural une étoile qui ne se couche jamais, cette observation pourra se faire, soit au passage supérieur, soit au passage inférieur de l'étoile dans le plan méridien; dans ces deux positions, l'étoile se trouve de part et d'autre du pôle, et à égale distance de ce point: la moyenne des deux nombres de degrés, minutes et secondes de la graduation du cercle que fournit le micromètre principal, lors de ces observations de l'étoile à son passage supérieur et à son passage inférieur, est donc précisément le nombre qu'indiquerait le micromètre principal si l'on visait directement le pôle.

§ 80. La réfraction atmosphérique n'a pas d'influence sur la mesure des ascensions droites, puisqu'elle ne fait que relever chaque astre dans le plan vertical qui le contient; au moment où l'on aperçoit un astre dans le plan méridien, il y est réellement. Mais il n'en est pas de même pour la mesure des déclinaisons; l'axe optique de la lunette du cercle mural n'est pas réellement dirigé vers un astre au moment où l'on voit l'image de cet astre coïncider avec la croisée des fils du réticule: cet axe optique est toujours dirigé un peu plus haut qu'il ne doit l'être, en raison de la déviation que l'atmosphère fait éprouver aux rayons lumineux. Aussi est-on obligé d'avoir recours aux tables de réfraction, pour corriger les résultats fournis par l'observation directe, afin d'obtenir ceux que l'on aurait trouvés si l'atmosphère n'eût pas dévié les rayons lumineux.

Lorsqu'on veut viser une étoile E (fig. 128), l'axe optique de la lunette se dirige, non pas suivant OE , mais suivant Oe ; il faut donc tenir compte de l'angle eOE compris entre la direction réelle et la direction apparente de l'étoile; cet angle doit être ajouté au nombre de degrés, minutes et secondes, fourni par le micromètre principal, ou bien en être retranché, suivant que la graduation du cercle marche dans un sens ou dans l'autre, par rapport à celui dans lequel s'effectue la réfraction atmosphérique. Supposons, par exemple, que la graduation soit disposée comme l'indique la figure

128 et marche dans le sens de la flèche; il est clair que la lunette étant dirigée suivant Oe , au lieu de l'être suivant OE , le micromètre m indiquera un nombre de degrés, minutes et secondes trop faible de la quantité qui correspond à l'angle eOE ; donc le résultat de l'observation directe doit, dans ce cas, être augmenté de la valeur de l'angle eOE . Si, la graduation du cercle étant dis-

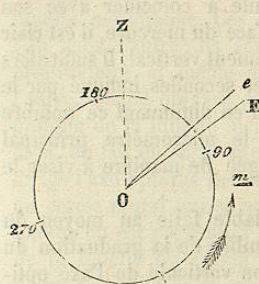


FIG. 128.

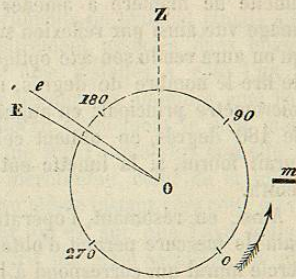


FIG. 129.

posée dans le même sens, on observe une étoile placée de l'autre côté du zénith (fig. 129), la correction devra se faire autrement; le nombre fourni par le micromètre sera trop grand de l'angle eOE , et l'on devra le diminuer de la valeur de cet angle.

L'angle eOE , dont le rayon venu d'une étoile est dévié par l'atmosphère de la terre, est plus ou moins grand, suivant que l'étoile est plus ou moins éloignée du zénith (§ 55). On en trouve la valeur dans les tables de réfraction dont nous avons précédemment donné un extrait. Mais, pour cela, il faut connaître la distance zénithale apparente eOZ de l'étoile, ainsi que la température et la pression de l'air atmosphérique. Un thermomètre et un baromètre, installés dans le voisinage du cercle mural, servent à donner la température et la pression. Quant à la distance zénithale apparente eOZ de l'astre observé, on la conclut sans peine de la différence des nombres de degrés, minutes et secondes, fournis par le micromètre principal, lorsque la lunette est dirigée suivant Oe , et lorsqu'elle l'est suivant OZ .

Pour connaître ce dernier nombre, qui correspond à la direction verticale de l'axe optique de la lunette, et qui, une fois déterminé, sert à faire toutes les corrections de réfraction dont on a besoin, on fait une opération préalable, à l'aide d'un horizon artificiel

formé d'un bain de mercure. Cette opération consiste à diriger la lunette verticalement, en plaçant l'oculaire en haut et l'objectif en bas, et à viser ainsi sur le bain de mercure que l'on a placé immédiatement au-dessous. Les fils du réticule de la lunette, étant éclairés comme nous l'avons dit précédemment (§ 33), se réfléchissent sur la surface du mercure, et l'on peut en observer l'image à l'aide de la lunette elle-même. Si l'on fait mouvoir la lunette de manière à amener la réticule à coïncider avec son image vue ainsi par réflexion sur la surface du mercure, il est clair qu'on aura rendu son axe optique exactement vertical. Il suffit alors de lire le nombre de degrés, minutes et secondes indiqué par le micromètre principal; en augmentant ou en diminuant ce nombre de 180 degrés, on obtient celui que le micromètre principal aurait fourni, si la lunette eût été dirigée de manière à viser le zénith.

Ainsi, en résumant, l'opération préalable faite au moyen du bain de mercure permet d'obtenir le nombre de la graduation du cercle mural qui correspond à la direction verticale de l'axe optique de la lunette; ce nombre, combiné avec celui que l'on obtient lorsque la lunette est dirigée vers un astre, permet de trouver la valeur de la réfraction dans les tables, et par suite de ramener le résultat de l'observation de cet astre à ce qu'il serait si l'atmosphère n'existait pas; l'observation d'une même étoile, à ses deux passages, supérieur et inférieur, corrigée comme il vient d'être dit, fait connaître le nombre de la graduation du cercle qui correspond au cas où l'axe optique de la lunette coïnciderait avec l'axe du monde; en combinant ce nombre avec celui que fournit l'observation d'un astre quelconque, à son passage au méridien, et que l'on corrige également de l'effet de la réfraction, on obtient la distance de l'astre au pôle: enfin la déclinaison de l'astre se déduit immédiatement de sa distance au pôle, ainsi que nous l'avons expliqué.

§ 81. Le cercle mural a besoin, comme la lunette méridienne, d'être parfaitement installé et de pouvoir être soumis à de fréquentes vérifications, qui constatent qu'il ne s'est pas dérangé. Mais cette installation et ces vérifications se font d'une tout autre manière.

La face plane antérieure du cercle est nécessairement perpendiculaire à l'axe de rotation de l'instrument, sans quoi le mouvement de rotation ne s'effectuerait pas avec régularité; la moindre déviation du plan du cercle occasionnerait des frottements irréguliers qui manifesteraient le défaut de l'instrument. On rend l'axe optique de la lunette parallèle au plan du cercle, et par conséquent

perpendiculaire à son axe de rotation, en se servant d'une lunette d'épreuve, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment (§ 34). Dès lors, dans le mouvement de rotation de l'instrument tout entier, l'axe optique de sa lunette décrit un plan perpendiculaire à son axe de rotation. Il n'y a donc plus qu'à disposer les coussinets qui supportent l'essieu sur lequel le cercle est monté, de telle manière que ce plan coïncide avec le plan méridien.

Pour cela on se contente de comparer le cercle mural à la lunette méridienne. Ces deux instruments ne peuvent jamais aller l'un sans l'autre; ils sont nécessairement associés dans chaque observatoire, et même ils doivent être installés à côté l'un de l'autre. Quand on s'est assuré, par les moyens indiqués, que l'axe optique de la lunette méridienne décrit exactement le plan méridien, on fait en sorte que, quelle que soit l'étoile vers laquelle on dirige l'axe optique de la lunette méridienne, celui de la lunette du cercle mural puisse se diriger au même instant vers cette étoile. Lorsqu'on est parvenu à ce résultat, on est sûr que l'axe optique de la lunette du cercle mural décrit un plan parallèle au plan décrit par celui de la lunette méridienne; et que, par conséquent, en raison de la faible distance qui existe entre les deux instruments, ce plan décrit par l'axe optique de la lunette du cercle mural est bien le plan du méridien du lieu où ce cercle est installé.

Le bâtiment qui contient le cercle mural doit présenter une ouverture longue et peu large, dirigée dans le plan méridien, absolument comme pour la lunette méridienne. C'est ce qu'on voit sur la figure 126 qui représente la salle des instruments méridiens de l'Observatoire de Paris: au premier plan se trouve la lunette méridienne, et plus loin le cercle mural que nous venons de décrire.

§ 82. **Cercle méridien.** — Un troisième instrument, nommé *cercle méridien*, est installé dans la même salle de l'Observatoire de Paris, mais il est placé de manière à ne pouvoir être aperçu sur la figure 126; nous le représentons séparément (fig. 130).

Le cercle méridien n'est autre chose que la réunion de la lunette méridienne et du cercle mural en un seul et même instrument: c'est une lunette méridienne dont l'axe porte un cercle gradué de manière à pouvoir fournir l'ascension droite et la déclinaison d'un astre par une seule observation.

§ 83. L'instrument méridien installé à l'Observatoire de Paris (fig. 130), sort des ateliers Secretan et Eichens. Le corps de la lunette est entièrement en fonte de fer; on n'a travaillé les surfaces

ni à l'intérieur ni à l'extérieur, afin de laisser aux diverses pièces toute leur rigidité. L'axe se compose d'un cube central de $0^m,54$ de côté, terminé sur deux de ses faces opposées par des cônes

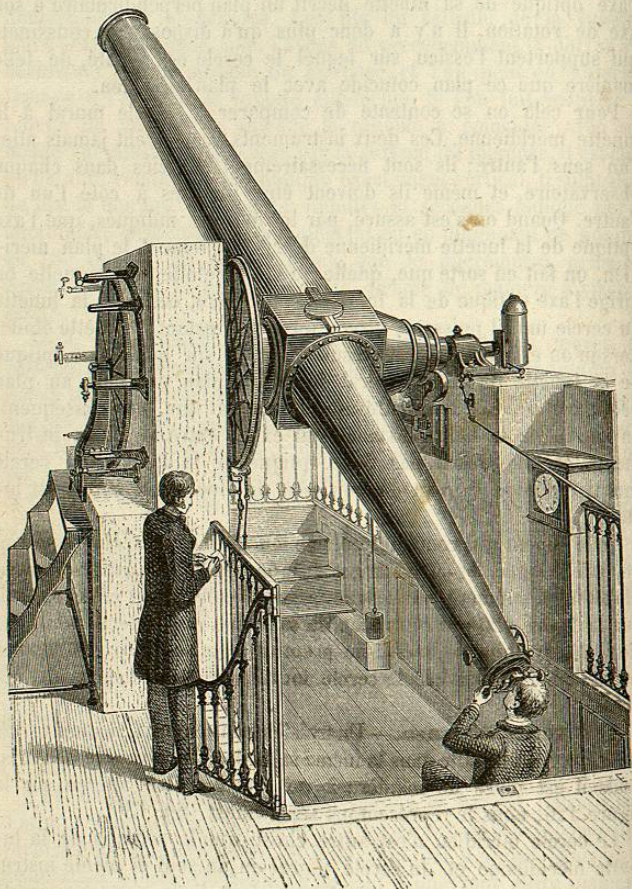


FIG. 130.

tronqués, portant à leurs extrémités libres des tourillons en acier fondu; ces tourillons reposent dans des coussinets en bronze.

Deux des autres faces du cube portent, encastrés sur elles et

fixés en outre par des rebords et des boulons, deux longs cônes tronqués, aux extrémités desquels sont fixés d'une part l'objectif et de l'autre le système oculaire. La longueur totale de la lunette est de $3^m,70$; l'objectif a $0^m,236$ d'ouverture libre et $3^m,85$ de distance focale.

A l'extrémité libre du tourillon est de l'instrument se trouve fixé le cercle destiné à la mesure des distances polaires. Ce cercle est en bronze, il a 1 mètre de diamètre; une lame d'argent de $0^m,007$ de largeur est incrustée dans la face extérieure du limbe et porte la graduation. Perpendiculairement au plan du cercle, on aperçoit six microscopes dont les lectures combinées permettent d'obtenir la déclinaison exacte, sans tenir compte des légers déplacements du cercle de part et d'autre de son axe de rotation.

Un second cercle en fonte, de $1^m,20$ de diamètre, est fixé à l'intérieur des piliers; il porte une division grossière qui permet à l'astronome de placer approximativement la lunette dans la direction de l'étoile ou de la planète.

L'oculaire de la lunette est muni d'un micromètre porteur d'un système de fils, analogue à celui de la lunette méridienne. Ce micromètre est éclairé de façon qu'on peut à volonté obtenir un champ éclairé et des fils noirs ou bien des fils brillants se détachant sur un champ obscur. La lumière est fournie par une lanterne à gaz fixée sur le bord extérieur du pilier ouest; les rayons lumineux pénètrent dans la lunette, se réfléchissent sur un prisme placé dans l'intérieur du cube central et sont ainsi renvoyés sur l'oculaire. Si le champ doit être éclairé, un très-petit prisme central reçoit la lumière et la renvoie sur toute l'étendue du réticule. Si l'observateur veut éclairer les fils, il pousse un bouton placé près de l'oculaire; une tige fait tourner dans le cube une plaque annulaire portant quatre prismes qui envoient la lumière à quatre autres prismes fixés dans la boîte même du micromètre en avant des fils, et ceux-ci la réfléchissent à leur tour sur les fils (1).

Pour éviter que l'instrument ne soit placé trop au-dessus du sol de la salle, on a ménagé entre les piliers une excavation de 1 mètre de profondeur. On y descend par deux escaliers placés aux extrémités et dont les marches mobiles sont disposées de façon à servir de sièges pendant les observations.

Une pendule, réglée sur le temps sidéral, est jointe à l'instrument; l'astronome consulte la seconde avant de commencer l'observation et il la compte mentalement pendant la durée du pas-

(1) Voyez *Annales de l'observatoire de Paris*, tome IX, page 51.

sage. Toutefois, un second mouvement, disposé dans l'intérieur de la même horloge, permet à la pendule de *battre* la seconde en même temps qu'elle est marquée sur le cadran et l'observateur peut se borner à compter les battements de la pendule.

Nous avons dit, à propos de la lunette méridienne, que l'astronome avait besoin de contrôler pour ainsi dire à chaque instant l'état de son instrument, et nous avons indiqué les opérations qu'il lui fallait exécuter. Pour reconnaître l'horizontalité de l'axe de rotation de ce cercle méridien, un niveau a été adapté à un appareil mobile suspendu au plafond de la salle de manière à pouvoir être déposé sans peine sur les deux tourillons de la lunette, puis être enlevé et retiré de côté pour ne pas gêner les observations.

L'instrument ne pouvant pas se retourner, on a disposé un système de télescopes collimateurs permettant de constater que le plan dans lequel se meut la lunette est perpendiculaire à l'axe de rotation. Nous n'entrerons dans aucun des détails de cette opération, décrite complètement dans le tome IX des *Annales de l'Observatoire*.

§ 84. **Équatorial.** — Toutes les fois qu'un astre peut être observé à l'instant de son passage au méridien, on se sert de la lunette et du cercle mural pour déterminer son ascension droite et sa déclinaison. Mais il arrive quelquefois qu'il n'est pas possible d'opérer ainsi. S'il s'agit d'un astre nouveau, ou bien d'un astre qu'on n'aperçoit que rarement, on a besoin de profiter de toutes les circonstances qui permettent de déterminer sa place dans le ciel. Lors du passage de l'astre au méridien, il peut se faire qu'il se trouve trop près du soleil, dont la vive lumière l'empêche d'être aperçu; ou bien encore, que des nuages viennent s'interposer entre l'astre et l'observateur à ce moment même: alors on est obligé d'observer l'astre en dehors du méridien, dans les moments où l'on peut le voir sans difficulté, et c'est *l'équatorial* qui sert à faire cette observation.

L'équatorial (fig. 131) se compose essentiellement :

1° D'un axe AA dirigé suivant l'axe du monde et autour duquel tout l'instrument peut tourner.

2° D'un cercle gradué BB dont le plan est parallèle à l'axe AA et qui peut tourner dans son plan, autour de son centre, en même temps qu'il est entraîné autour de l'axe.

3° D'une lunette CC, fixée au cercle BB qu'il suit dans son mouvement et dont l'axe optique peut faire ainsi un angle variable avec l'axe du monde.

Un second cercle gradué DD, dont le plan est parallèle à l'équateur céleste est fixé en son centre à l'axe AA, de manière à

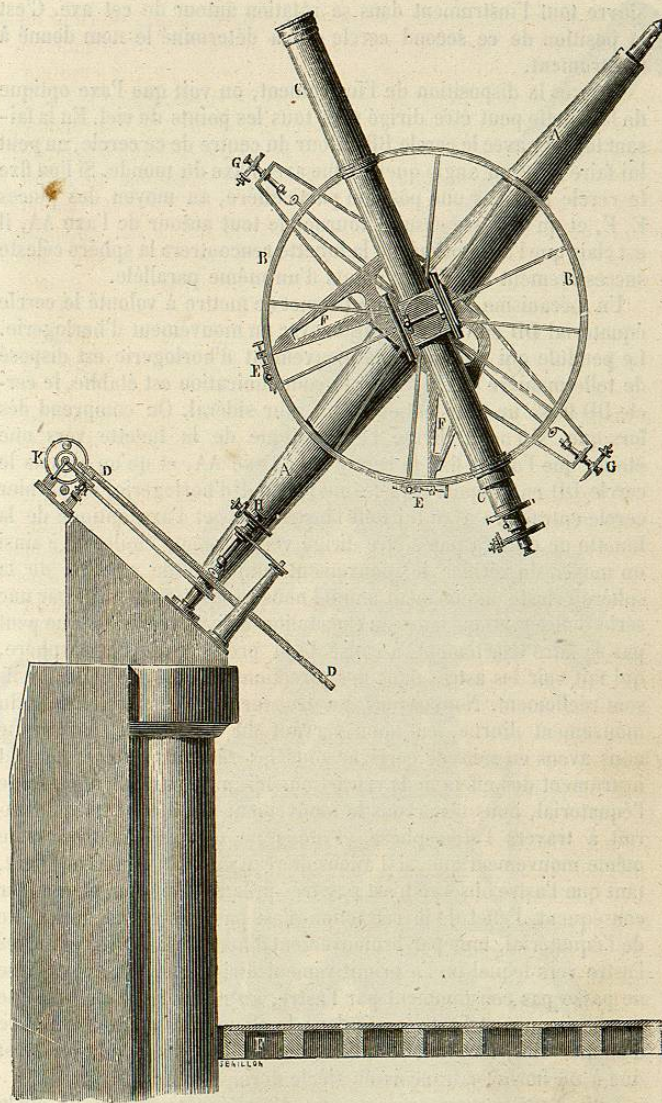


Fig. 131.

suivre tout l'instrument dans sa rotation autour de cet axe. C'est la position de ce second cercle qui a déterminé le nom donné à l'instrument.

D'après la disposition de l'instrument, on voit que l'axe optique de la lunette peut être dirigé vers tous les points du ciel. En la faisant tourner avec le cercle BB autour du centre de ce cercle, on peut lui faire faire un angle quelconque avec l'axe du monde. Si l'on fixe le cercle BB dans une position particulière, au moyen des pinces E, E, et qu'on fasse ensuite tourner le tout autour de l'axe AA, il est clair que l'axe optique de la lunette rencontrera la sphère céleste successivement aux divers points d'un même parallèle.

Un mécanisme particulier K permet de mettre à volonté le cercle équatorial DD en communication avec un mouvement d'horlogerie. Le pendule qui régularise ce mouvement d'horlogerie est disposé de telle manière que, lorsque la communication est établie, le cercle DD fasse un tour entier en un jour sidéral. On comprend dès lors que, si l'on a dirigé l'axe optique de la lunette vers une étoile, que l'on ait fixé le cercle BB à l'axe AA, et qu'on ait mis le cercle DD en rapport avec le mouvement d'horlogerie, ce dernier cercle entrainera avec lui tout l'instrument, et l'axe optique de la lunette ne cessera pas d'être dirigé vers la même étoile. On a ainsi un moyen de vérifier le mouvement uniforme de rotation de la sphère céleste, mouvement auquel nous avons été conduits par une série d'observations faites au théodolite. Mais la vérification ne peut pas se faire exactement, à cause de la présence de l'atmosphère, qui fait voir les astres dans des directions autres que celles où ils sont réellement. Nous avons pu trouver exactement les lois du mouvement diurne, en nous servant du théodolite, parce que nous avons eu soin de corriger tous les résultats fournis par cet instrument des effets de la réfraction. Ici, au contraire, à l'aide de l'équatorial, nous observons le mouvement des étoiles tel qu'il paraît à travers l'atmosphère, et nous ne devons pas trouver le même mouvement que si l'atmosphère n'existait pas. Cependant, tant que l'astre observé n'est pas très-près de l'horizon, et que, par conséquent, l'effet de la réfraction n'est pas très-grand, la lunette de l'équatorial, mue par le mouvement d'horlogerie, suit à peu près l'astre vers lequel on l'a primitivement dirigée; si son axe optique ne passe pas constamment par l'astre, au moins il ne s'en éloigne pas beaucoup, et l'astre reste dans le champ de la lunette. L'idée d'animer ainsi une lunette qui suive le mouvement de la terre est due à un horloger français du siècle dernier nommé Passemant.

§ 85. Nous avons représenté (*fig. 132*) l'équatorial installé sur la

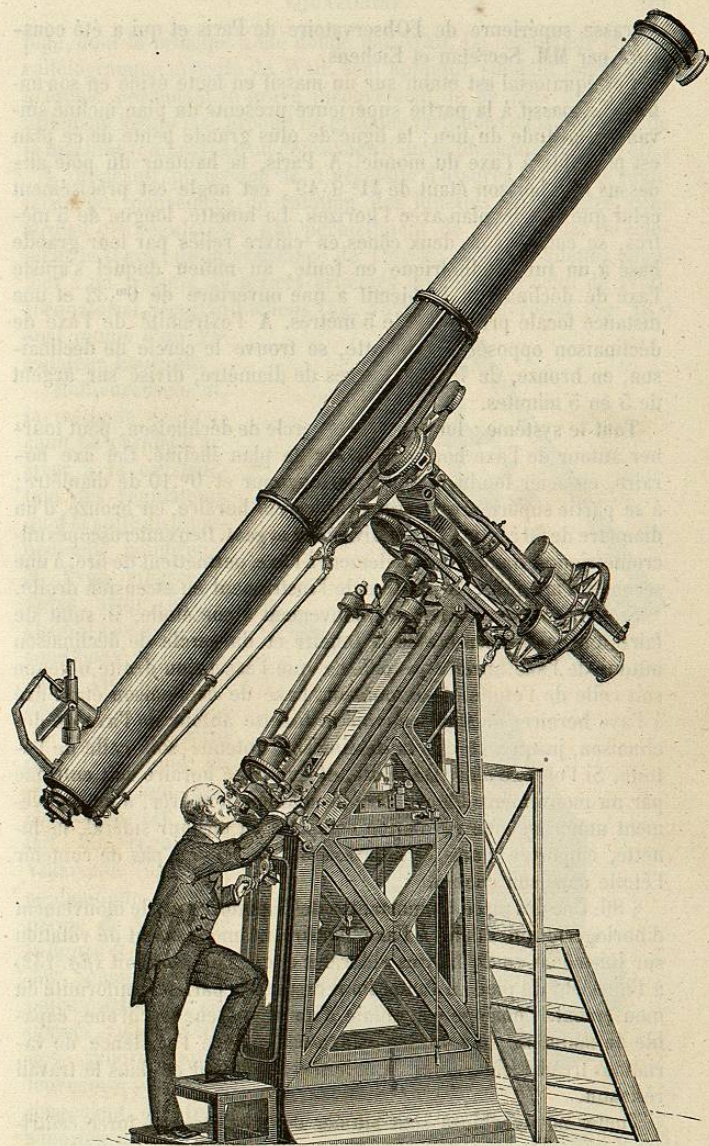


FIG. 132.