

CHAPITRE QUATRIÈME

DE LA LUNE

LOIS DU MOUVEMENT DE LA LUNE.

§ 195. Après le soleil, la lune est celui de tous les astres qui nous offre le plus d'intérêt. Non-seulement elle pique notre curiosité par ces formes si variées sous lesquelles nous la voyons successivement, mais encore elle nous est d'une très-grande utilité, en nous éclairant fréquemment pendant les nuits : aussi allons-nous nous occuper immédiatement d'étudier en détail les lois de son mouvement. L'étude que nous avons déjà faite des lois du mouvement du soleil nous facilitera beaucoup la nouvelle étude que nous allons entreprendre ; plusieurs des résultats que nous obtiendrons ont une grande analogie avec ceux que nous connaissons déjà, et cela nous permettra de les présenter plus rapidement.

§ 196. **La lune se déplace parmi les étoiles.** — Il est très-facile de reconnaître que la lune ne conserve pas une position invariable sur la sphère céleste, par rapport aux étoiles. La lumière qu'elle répand dans notre atmosphère n'est pas assez grande pour nous empêcher d'apercevoir les étoiles un peu brillantes qui sont dans son voisinage. En examinant attentivement, à la simple vue, la position que la lune occupe par rapport à quelques étoiles voisines, on voit que cette position change d'une manière sensible dans l'espace de quelques heures. La figure 237 montre de combien la lune se déplace en 24 heures ; pendant cet intervalle de temps elle passe de la position 1 à la position 2. Si l'on compare cette figure avec la figure 179, qui représente le déplacement journalier du soleil dans la même région du ciel, on voit que le mouvement de la lune parmi les étoiles est beaucoup plus rapide que celui du soleil ; la lune parcourt en un jour un arc environ treize fois plus grand que l'arc parcouru pendant le même temps par le soleil.

En observant la lune pendant un assez grand nombre de jours, on la voit se mouvoir à travers diverses constellations, et faire ainsi le tour entier de la sphère céleste. Si l'on marque de temps

en temps, sur une carte céleste (planche II), la position qu'elle occupe au milieu des étoiles, on voit qu'elle ne s'écarte jamais beaucoup de la route que suit le soleil dans son mouvement annuel ;

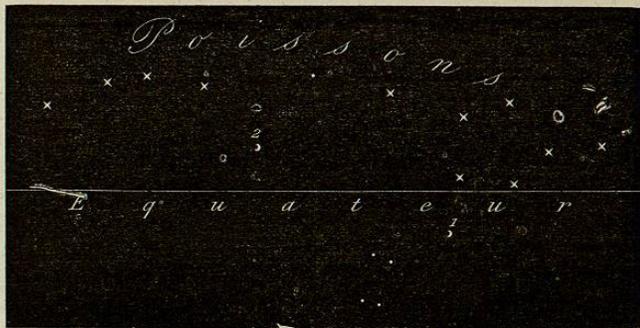


Fig. 237.

elle se meut à peu près suivant le grand cercle de l'écliptique, en ne s'en écartant que de petites quantités, tantôt au nord de ce cercle, tantôt au sud. Ce mouvement de la lune est *direct* (§ 164), c'est-à-dire qu'il s'effectue dans le même sens que le mouvement du soleil sur l'écliptique ; la principale différence entre ces deux mouvements consiste dans la vitesse, qui est environ treize fois plus grande pour la lune que pour le soleil.

§ 197. **Phases de la lune.** — En même temps que la lune parcourt les diverses constellations qui existent le long de l'écliptique, elle se présente à nous sous des formes très-diverses que l'on nomme ses *phases*. Ces changements de forme, qui se reproduisent périodiquement, comme tout le monde le sait, ne dépendent pas de la position que la lune occupe parmi les étoiles. Lorsque cet astre, parti d'une position où on l'a observé dans une certaine constellation, a fait tout le tour du ciel pour revenir à cette même place, il ne présente pas la phase qu'il avait présentée d'abord ; lorsque, après un nouveau tour, il revient encore se placer de même dans la constellation dont il s'agit, la phase sous laquelle il se montre est différente de chacune des deux précédentes. Mais si l'on compare la position de la lune dans le ciel à celle qu'occupe en même temps le soleil, on voit que c'est de cette position relative des deux astres que dépendent les phases de la lune. Toutes les fois que la lune se retrouve à une même distance angulaire du soleil, elle nous présente la même phase, quelles que soient d'ail-

leurs les constellations au milieu desquelles ces deux astres nous apparaissent.

La lune parcourant à peu près la même route que le soleil sur la sphère céleste, mais avec une vitesse plus grande que celle de ce dernier astre, il en résulte, pour le mouvement relatif des deux astres, des circonstances particulières dont il est très-facile de se rendre compte. A certaines époques, la lune atteint le soleil, et passe soit dans le lieu même qu'il occupe sur la sphère, soit un peu à côté; bientôt elle le dépasse en vertu de la plus grande rapidité de son mouvement, et s'en éloigne de plus en plus; en continuant ainsi à marcher en avant du soleil, elle finit par le rejoindre de nouveau, pour le dépasser encore, et ainsi de suite. Les positions que la lune prend successivement par rapport au soleil, sont exactement les mêmes que si le soleil restait immobile sur la sphère, et que la lune fût en mouvement sur un grand cercle passant à peu près par le soleil.

Lorsque la lune vient passer dans la région du ciel où se trouve le soleil, on ne l'aperçoit pas. Au bout d'un jour ou deux, si l'on regarde le ciel peu de temps après le coucher du soleil, on voit la lune du côté de l'occident, sous la forme d'un croissant très-délié (fig. 238); ce croissant, animé du mouvement diurne comme tous



FIG. 238.



FIG. 239.



FIG. 240.

les astres, finit bientôt par disparaître au-dessous de l'horizon. Les jours suivants, on aperçoit également la lune dans les circonstances analogues, c'est-à-dire un peu après le coucher du soleil; mais on la voit de moins en moins rapprochée du point de l'horizon où le soleil s'est couché, et son croissant s'épaissit de plus en plus en son milieu (fig. 239); le coucher de la lune retarde de jour en jour sur celui du soleil. Six ou sept jours après que l'on a commencé à voir la lune sous la forme d'un croissant très-délié, elle se montre sous la figure d'un demi-cercle (fig. 240); alors elle s'est déjà assez éloignée du soleil pour ne traverser le méridien qu'environ 6 heures après lui, c'est-à-dire à 6 heures du soir. A partir de là, la lune s'élargit encore, et passe insensiblement du demi-cercle à un cercle complet, en prenant des formes intermédiaires, telles

que celle que représente la figure 241. Sept jours environ après que la lune avait été vue sous la forme d'un demi-cercle (fig. 240), elle devient tout à fait circulaire (fig. 242); alors elle passe au mé-



FIG. 241.



FIG. 242.



FIG. 243.

ridien 12 heures plus tard que le soleil, c'est-à-dire à minuit; elle se lève quand il se couche, et se couche quand il se lève. En continuant à observer la lune, on voit qu'elle se lève et se couche toujours de plus en plus tard, et qu'elle repasse successivement par les mêmes formes que précédemment, mais dans un ordre inverse; on remarque, en outre, que la partie la plus convexe du contour visible de la lune est désormais tournée vers l'orient, tandis que précédemment elle l'était du côté de l'occident. Ainsi la lune, après avoir pris la forme d'un cercle complet, se déprime progressivement du côté de l'occident (fig. 243), et, au bout de



FIG. 244.



FIG. 245.

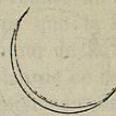


FIG. 246.

sept jours, elle n'a déjà plus que la forme d'un demi-cercle (fig. 244), alors elle ne passe au méridien qu'environ 18 heures après le soleil, c'est-à-dire vers 6 heures du matin. Bientôt elle ne montre plus qu'un croissant (fig. 245), que l'on voit le matin, un peu avant le lever du soleil, et du côté de l'orient. Six ou sept jours après qu'on l'a vue sous la forme d'un demi-cercle (fig. 244), elle paraît comme un croissant très-délié (fig. 246), situé près du point de l'horizon où le soleil va se lever. A partir de là, pendant deux ou trois jours, on ne voit pas du tout la lune, et, au bout de ce temps, on commence à l'apercevoir le soir, après le coucher du soleil, sous la forme du premier croissant dont nous avons parlé (fig. 238).

Ces modifications successives des formes sous lesquelles la lune se présente à nous se reproduisent constamment de la même ma-

nière, et dans le même ordre. D'ailleurs, ce n'est pas seulement la nuit qu'on peut les observer; toutes les fois que la lune n'est pas trop rapprochée du soleil, on la voit sans peine en plein jour, et il en résulte une plus grande facilité pour suivre convenablement ses changements de forme, et s'assurer qu'ils se produisent bien conformément à ce que nous venons de dire.

§ 198. Cherchons maintenant à nous rendre compte de la cause qui fait que la lune se montre sous tant d'aspects divers.

Il est naturel de se demander d'abord si cela ne pourrait pas tenir à la forme particulière de cet astre, qui en se tournant successivement de différents côtés, nous montrerait ainsi les diverses parties de son contour. Mais il y a une observation bien simple que l'on peut répéter assez souvent, et à l'aide de laquelle on s'assure que les phases de la lune doivent être expliquées d'une tout autre manière. Cette observation prouve que, généralement, nous ne voyons qu'une portion de la face de la lune qui est tournée de notre côté, et que, si nous voyions cette face tout entière, la lune nous paraîtrait constamment avoir la forme d'un cercle. Voici en quoi elle consiste. Pendant que la lune se déplace sur la sphère céleste, il lui arrive de temps en temps de passer devant une étoile, de manière à la soustraire à nos regards : on dit alors qu'il se produit une *occultation* de l'étoile. Or, il est clair que, dans ce phénomène particulier, dû au mouvement de la lune par rapport à l'étoile, les choses se passent comme si la lune était immobile, et que l'étoile *e* (fig. 247) fût en mouvement suivant une certaine ligne, telle que *mn*. Si le croissant de la lune formait la totalité de la face de cet

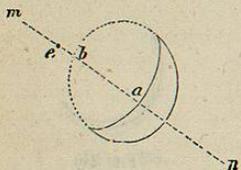


FIG. 247.

astre qui est tournée de notre côté, l'étoile resterait visible tant qu'elle n'aurait pas atteint le bord inférieur du croissant, en *a*; elle ne serait invisible que pendant le temps qu'elle mettrait à traverser ce croissant. Mais, au lieu de cela, on voit l'étoile disparaître longtemps avant qu'elle ait atteint le bord intérieur du croissant; au moment où l'on cesse de l'apercevoir, elle se trouve en un point *b* que l'on juge facilement être situé sur la circonférence du cercle dont le bord extérieur du croissant fait partie. Ainsi, il résulte bien de là que, généralement, nous ne voyons pas la totalité de la face de la lune qui est tournée de notre côté; une portion seulement de cette face nous est rendue sensible par la lumière.

Lorsque nous apercevons une portion notable de la face de la

lune qui est tournée vers nous (fig. 239 à 245), nous distinguons sans peine certaines taches grisâtres, qui, par leur ensemble, donnent grossièrement à la lune l'aspect d'une figure humaine. Il est aisé de s'assurer que ces taches, dont nous ne voyons habituellement qu'une partie plus ou moins grande, se présentent à nous toujours de la même manière. La portion lumineuse de la face de la lune qui est tournée vers nous s'étend d'abord de plus en plus jusqu'à embrasser complètement ces taches (fig. 238 à 242); puis elle se rétrécit peu à peu de manière à les abandonner progressivement (fig. 243 à 246). Il est impossible de ne pas reconnaître là tous les caractères d'un corps dont la surface, non lumineuse par elle-même, est éclairée successivement dans ses diverses parties par un corps lumineux voisin. Si l'on fait attention, en outre, que la partie convexe du croissant de la lune est toujours tournée du côté du soleil, de telle sorte que la ligne qui joint ses deux cornes est dirigée perpendiculairement à la ligne qui joint la lune à cet astre, on verra que la lune n'est lumineuse que parce qu'elle est éclairée par le soleil.

Les apparences nous portent à regarder la lune comme étant un corps sphérique. Le soleil ne peut éclairer à chaque instant qu'une moitié de sa surface, et c'est suivant que nous apercevons une portion plus ou moins grande de cette moitié éclairée que la lune nous paraît sous telle ou telle phase. Pour nous rendre un compte complet de la succession des phases, concevons que la lune se meuve en décrivant un cercle L_1, L_2, L_3, \dots autour de la terre T (fig. 248), et que le soleil S soit situé dans le plan de ce cercle, à une distance de la terre extrêmement grande relativement au rayon TL_1 ; de telle sorte que les rayons de lumière envoyés par le soleil à la lune, dans toutes les positions L_1, L_2, \dots qu'elle occupe successivement, puissent être regardés comme parallèles entre eux. La moitié de la surface de la lune qui est éclairée par le soleil est toujours dirigée du côté de cet astre; cette moitié est limitée par un cercle. De la terre T on ne peut apercevoir que la moitié de la surface de la lune, qui est limitée par le cercle, dirigé perpendiculairement au rayon qui joint la lune à la terre. D'après cela, si l'on suit la lune dans son mouvement autour de la terre, on verra que les phases se succèdent précisément comme l'observation l'indique. Lorsque la lune est en L_1 , l'hémisphère non éclairé est tout entier tourné vers la terre; la lune est invisible. En L_2 et en L_3 , on voit un croissant dont la convexité est tournée vers le soleil. En L_4 , on voit la moitié de l'hémisphère éclairé, la lune se montre alors sous la forme d'un demi-cercle. En L_5 et L_6 , elle présente les formes

intermédiaires entre un demi-cercle et un cercle complet. En L_7 , on voit de la terre la totalité de l'hémisphère éclairé : c'est-à-dire que la lune paraît entièrement circulaire. En achevant son tour, la

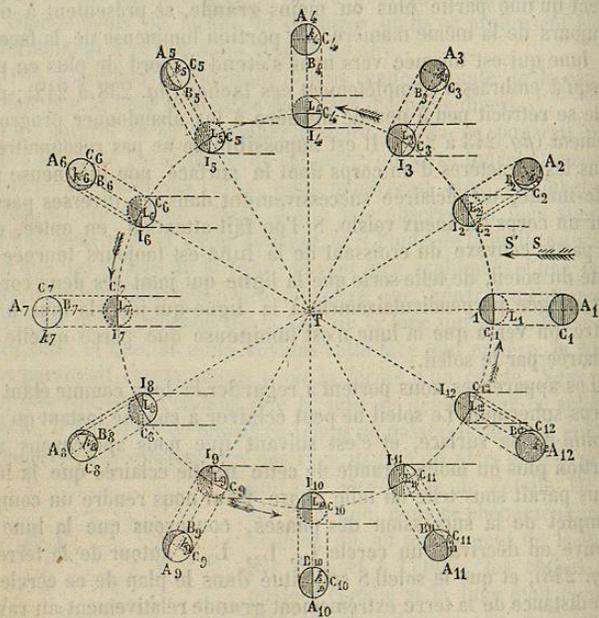


FIG. 248.

une prend successivement en L_8, L_9, L_{10} , etc... les apparences indiquées par les figures 243, 244, 245, etc.

On voit combien il est facile d'expliquer les phases de la lune par les considérations qui précèdent. Pour donner cette explication, nous avons supposé que la lune décrit un cercle autour de la terre et que le soleil se trouve dans le plan de ce cercle; mais ces conditions, qui, en réalité, ne sont pas exactement remplies, ne sont pas indispensables pour l'explication des phases. Ces aspects si divers de la lune sont toujours dus aux positions que prennent successivement, l'un par rapport à l'autre, les deux cercles qui servent de limites, l'un à l'hémisphère éclairé de la lune et l'autre à l'hémisphère de cet astre qui est tourné vers la terre.

§ 199. Lorsque la lune est en L_1 , sur la direction de la ligne qui

va du soleil à la terre, on dit qu'elle est *nouvelle*; alors on ne la voit pas. Lorsqu'elle est en L_7 , sur le prolongement de la même ligne, on dit qu'elle est *pleine*; alors elle se montre sous la forme d'un cercle complet (fig. 242). En L_3 , la lune est dans son *premier quartier*; en L_9 , elle est dans son *dernier quartier*. Les positions dans lesquelles la lune se trouve au milieu des arcs $L_1 L_4, L_4 L_7, L_7 L_{10}, L_{10} L_1$, se nomment les *octants*. Souvent on donne à la nouvelle lune et à la pleine lune le nom collectif de *syzygies*; et de même, au premier et au dernier quartier, le nom de *quadratures*.

On emploie très-souvent aussi les expressions *nouvelle lune, premier quartier, pleine lune* et *dernier quartier*, pour désigner, non pas les quatre positions particulières de la lune par rapport au soleil, mais les intervalles de temps que la lune emploie à aller de chacune de ces positions à la suivante. Ainsi, depuis le moment de la nouvelle lune jusqu'à celui du premier quartier, on dit qu'on est dans la nouvelle lune; depuis le moment du premier quartier jusqu'au moment de la pleine lune, on dit qu'on est dans le premier quartier; et ainsi de suite.

§ 200. **Lumière cendrée.** — L'exactitude des idées qui viennent d'être développées, pour expliquer les phases de la lune, est pleinement confirmée par un phénomène que tout le monde peut observer avec la plus grande facilité. Lorsque la lune ne présente encore qu'un croissant assez faible, et qu'on la regarde attentivement, quelque temps après le coucher du soleil, on distingue sans peine la totalité de son contour. La partie de sa surface qui n'est pas directement éclairée par le soleil, se trouve très-légèrement illuminée (fig. 249); ce qui fait qu'aucune portion de l'hémisphère tourné vers la terre n'est invisible. Cette faible lumière est désignée sous le nom de *lumière cendrée*. A mesure que la lune s'éloigne du soleil, et que, par conséquent, son croissant s'épaissit, l'intensité de la lumière cendrée diminue, et cette lumière finit par disparaître complètement avant que la lune arrive à son premier quartier. La lumière cendrée reparait quelque temps après le dernier quartier,

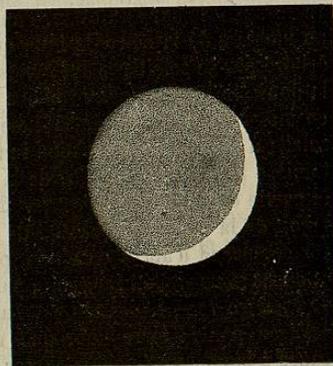


FIG. 249.

lorsque la lune reprend la forme d'un croissant; alors, pour l'apercevoir, il faut regarder la lune le matin, un peu de temps avant le lever du soleil. Voici à quoi tient ce phénomène remarquable.

La lune renvoie à la terre la lumière qu'elle reçoit du soleil, et c'est ainsi qu'elle nous éclaire pendant la nuit. Mais la terre doit agir de même par rapport à la lune. La terre, éclairée par le soleil, doit renvoyer à la lune une portion de la lumière qu'elle reçoit. Pour un observateur placé sur la lune, la terre doit présenter des phases entièrement pareilles à celles que la lune nous présente; la terre doit donc également éclairer les nuits de la lune, et les éclairer plus ou moins, suivant la phase dans laquelle elle se trouve. Si l'on remarque en outre que, comme nous le verrons bientôt, la terre a de plus grandes dimensions que la lune, on verra que la lumière envoyée par la terre à la lune doit être plus grande que celle envoyée par la lune à la terre dans des circonstances analogues. Or, on reconnaît sans peine que, lorsque la lune est en L_1 (fig. 248), c'est-à-dire lors de sa nouvelle lune, la terre doit être *pleine* pour un observateur placé sur la lune; que de même, lorsque la lune est pleine, en L_7 , la terre doit être *nouvelle* pour cet observateur; en un mot, la lune et la terre présentent en même temps des phases directement opposées, pour des observateurs placés sur l'un et sur l'autre de ces deux corps. C'est donc au moment de la nouvelle lune que l'hémisphère de la lune non éclairé par le soleil reçoit le plus de lumière de la terre; depuis la nouvelle lune jusqu'à la pleine lune, la terre éclaire de moins en moins cette partie de la lune qui n'est pas tournée vers le soleil; à l'époque de la pleine lune, la terre n'envoie plus aucune lumière à la lune; et enfin, de la pleine lune à la nouvelle lune, la partie de la lune qui n'est pas directement éclairée par le soleil reçoit de la terre une quantité de lumière de plus en plus grande. On comprend d'après cela que, pendant un certain temps, avant et après la nouvelle lune, cette partie de la lune qui ne reçoit pas de lumière venant directement du soleil, peut être assez fortement éclairée par la terre pour que nous l'apercevions. Telle est la cause à laquelle on doit attribuer la lumière cendrée. Si l'on fait attention à la grande lumière que la pleine lune projette sur la terre pendant nos nuits, et si l'on observe que la terre, en vertu de ses plus grandes dimensions, doit encore plus fortement éclairer la lune dans les circonstances analogues, on verra que l'explication qui vient d'être donnée pour la lumière cendrée n'a rien d'exagéré.

A partir du moment où l'on a pu commencer à observer la lu-

mière cendrée, après une nouvelle lune, l'intensité de cette lumière diminue progressivement, et elle finit par disparaître au bout de peu de jours. Cela tient à deux causes qui agissent dans le même sens. D'une part, ainsi que nous l'avons dit, la terre éclaire de moins en moins la partie obscure de la lune; d'une autre part, l'élargissement progressif du croissant de la lune fait que la quantité de lumière qui en vient tend de plus en plus à masquer la lumière faible et décroissante de la partie qui n'est pas directement éclairée par le soleil; et cela, soit par un simple effet de contraste, soit parce que les régions de l'atmosphère terrestre que traversent les rayons venant de la lune sont de plus en plus éclairées.

§ 201. **Forme du disque de la lune.** — La lune ayant des dimensions apparentes très-appreciables, il est nécessaire, comme pour le soleil, de faire choix d'un de ses points, auquel se rapporteront constamment les observations destinées à fixer de temps en temps sa position sur la sphère céleste. Mais ce choix ne peut se faire convenablement qu'autant qu'on a une idée nette de la forme sous laquelle se présente la lune, ou plutôt de la forme qu'elle présenterait, si l'on voyait constamment la totalité de la face qu'elle tourne vers la terre.

Les diverses phases de la lune trouvent leur explication toute naturelle dès qu'on suppose que la lune est un corps arrondi, ou sphéroïdal comme la terre. S'il en est réellement ainsi, la lune devrait nous apparaître sous la forme d'un disque circulaire, dans le cas où toute sa surface serait éclairée. Nous ne pouvons pas vérifier, à une époque quelconque, si le disque complet de la lune a bien, en effet, la forme d'un cercle, puisque nous ne pouvons habituellement apercevoir qu'une portion plus ou moins grande de ce disque. Mais cette vérification devient possible dans deux circonstances différentes : d'une part, au moment de la pleine lune; d'une autre part, lorsque la lune ne présente qu'un croissant délié, et que toute la portion de sa surface qui est tournée de notre côté se trouve illuminée par la lumière cendrée. En employant alors les mêmes moyens que pour le soleil (§§ 123 et 124), on reconnaît que le disque de la lune est exactement circulaire; ou du moins, s'il y a des différences entre la forme réelle de ce disque et un cercle, elles sont trop petites pour que l'observation puisse les constater. Dès le moment que le disque complet de la lune est circulaire comme celui du soleil, il est naturel d'opérer pour le premier astre comme pour le second, c'est-à-dire de rapporter au centre du disque toutes les observations destinées à déterminer la position de l'astre sur la sphère céleste. Ainsi on mesurera à

diverses époques l'ascension droite et la déclinaison du centre de la lune, et la comparaison des valeurs que prendront successivement ces deux angles permettra d'étudier la marche de la lune dans le ciel.

§ 202. **Observation du centre de la lune.** — Le centre du disque de la lune n'est pas un point que l'on puisse viser directement, comme on vise une étoile. On est donc obligé d'avoir recours à un moyen détourné, pour suppléer à cette observation directe et trouver les résultats qu'elle aurait fournis. Nous avons déjà vu quelque chose d'analogue pour le soleil (§ 127) : nous avons dit que l'ascension droite du centre de l'astre s'obtenait en prenant la moyenne des heures des passages du bord occidental et du bord oriental de son disque dans le plan du méridien ; et que, de même, la moyenne des nombres obtenus en observant le bord supérieur et le bord inférieur du disque, à l'aide du cercle mural, fournissait la déclinaison du centre.

Il suffirait évidemment d'opérer pour la lune comme pour le soleil, si la totalité de son disque restait constamment visible. Mais il n'en est pas ainsi : on ne voit, la plupart du temps, qu'une moitié du contour circulaire du disque. Lorsque la lune traverse le méridien, on ne peut observer le passage que de l'un de ses deux bords : le bord oriental est invisible depuis le moment où la lumière cendrée disparaît, après une nouvelle lune, jusqu'au moment de la pleine lune suivante ; et le bord occidental est invisible à son tour, depuis la pleine lune jusqu'à ce que la lumière cendrée commence à reparaitre. De même on ne peut généralement observer au cercle mural que le bord inférieur ou le bord supérieur du disque de la lune.

La connaissance du diamètre apparent de la lune devient alors nécessaire, pour que, de l'observation d'un seul bord du disque, on puisse conclure ce qu'aurait fourni l'observation directe du centre. Ce diamètre apparent varie d'une époque à une autre, comme nous le verrons bientôt ; il varie même sensiblement d'une heure à une autre d'une même journée : il est donc important de connaître sa valeur pour l'instant même auquel on fait l'observation d'un des bords du disque. On peut y parvenir sans peine en le mesurant à l'instant dont il s'agit, soit au moyen du micromètre à fils parallèles (§ 123), soit au moyen de l'héliomètre (§ 124). Il est vrai que cela semble supposer que le disque de la lune est complètement visible ; mais il n'en est rien. Dès qu'on peut apercevoir la lune, on voit toujours une moitié de son contour circulaire ; il suffit de mesurer l'angle compris entre les

deux extrémités de cette demi-circonférence, pour avoir le diamètre apparent de la lune.

Pour déterminer la déclinaison du centre de la lune, on observe le bord inférieur du disque, ou bien son bord supérieur, au moyen du cercle mural, et l'on trouve ainsi la déclinaison de ce bord ; on n'a plus alors qu'à ajouter ou retrancher le demi-diamètre de la lune, suivant les cas, pour obtenir la déclinaison du centre. Pour déterminer l'ascension droite du centre de la lune, on opère d'une manière analogue : on observe l'heure du passage du bord oriental ou du bord occidental du disque au méridien, et l'on ajoute ou l'on retranche la moitié du temps que le disque tout entier emploie à traverser le méridien ; ce temps se calcule d'après la grandeur du diamètre apparent de la lune au moment de l'observation et d'après la valeur de la déclinaison de son centre.

§ 203. **Parallaxe de la lune ; sa distance à la terre.** — Après que nous nous sommes rendu compte de la distance qui nous sépare du soleil, nous avons observé que l'astre, vu d'un point de la surface de la terre, ne devait pas nous paraître occuper la même place dans le ciel que si nous étions au centre de notre globe (§ 151) ; en sorte que, par suite de la rotation de la terre sur elle-même et du déplacement qui en résulte pour le lieu d'observation, nous ne pouvons pas regarder les directions suivant lesquelles l'astre nous apparaît successivement comme partant d'un même point. Nous avons alors expliqué comment on peut se mettre à l'abri des complications qu'entraîne cette circonstance, en apportant certaines corrections aux résultats fournis directement par l'observation, de manière à les ramener à ce qu'ils auraient été si l'on avait observé l'astre du centre même de la terre. Ce que nous avons dit pour le soleil, nous pouvons le répéter pour la lune. Mais l'effet de ce que nous avons nommé la parallaxe de l'astre est ici beaucoup plus marqué que pour le soleil, attendu que la lune est bien moins éloignée de nous que cet astre. L'effet de la parallaxe du soleil est assez faible pour que nous ayons pu en faire abstraction d'abord, dans l'étude des lois du mouvement du soleil, sans qu'il en soit résulté le moindre inconvénient. Pour la lune, au contraire, cet effet de parallaxe est extrêmement prononcé ; et nous arriverions à des résultats tout à fait inexacts, si nous n'en tenions pas compte immédiatement.

La parallaxe horizontale de la lune (§ 150) se détermine de la manière suivante. Concevons que deux astronomes se trouvent en deux lieux B, C (*fig.* 250), situés sur un même méridien terrestre, et qu'ils observent en même temps la lune L, à l'instant de son

passage dans le méridien de ces deux lieux. Chacun d'eux pourra déterminer, à cet instant, la distance zénithale LBZ ou LCZ' du centre de la lune, en mesurant la distance zénithale du bord supérieur ou du bord inférieur du disque et ajoutant ou retranchant la moitié de son diamètre apparent. Les latitudes géographiques des deux lieux d'observation

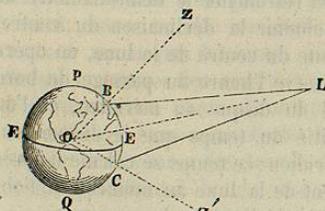


Fig. 250.

des deux lieux d'observation B, C, étant connues, on en déduira immédiatement la valeur de l'angle BOC, qui sera la différence ou la somme de ces deux latitudes, suivant que B et C se trouveront sur un même hémisphère de la terre, ou bien de part et d'autre de l'équateur terrestre. Cela posé, on construira sans peine le quadrilatère BOCL : on tracera d'abord une circonférence de cercle avec un rayon OB pris à volonté ; on mènera, par son centre O, deux lignes OBZ, OCZ', faisant entre elles l'angle BOC, trouvé au moyen des latitudes des deux lieux d'observation ; on fera en B et en C les angles ZBL, Z'CL, égaux aux distances zénithales obtenues dans ces deux lieux ; et les lignes BL, CL, se couperont en L, de manière à fermer le quadrilatère. Cette figure étant construite, on en déduira les angles BLO, CLO qui sont les parallaxes de hauteur de la lune, pour les observateurs placés en B et en C ; quant à la parallaxe horizontale de l'astre, on peut la déduire de ces parallaxes de hauteur, ou bien l'obtenir directement, en prenant l'angle que fait la ligne OL avec une tangente au cercle menée par le point L. Cette construction graphique, suffisante quand on se contente d'une grossière approximation, peut d'ailleurs être remplacée par une méthode de calcul qui conduise aux mêmes résultats avec une exactitude beaucoup plus grande.

Tel est le principe de la mesure de la parallaxe horizontale de la lune, principe qui peut être appliqué à la mesure de la parallaxe d'un astre quelconque, mais qui ne donne des résultats d'une précision convenable que pour la lune, en raison de la petitesse de la distance de cet astre à la terre, relativement aux distances des autres astres. Quand on en fait l'application, on est obligé de le modifier un peu, pour pouvoir tenir compte de ce que les deux lieux d'observation ne sont jamais exactement sur un même méridien terrestre ; de ce que les rayons OB, OC de la terre qui aboutissent à ces deux lieux, ne sont pas exactement dirigés suivant les verti-

cales qui leur correspondent ; et enfin de ce que les divers rayons de la terre, tels que OB, OC, ne sont pas tous égaux entre eux. Nous n'entrerons pas dans le détail des modifications à apporter à la méthode précédente pour les diverses causes qui viennent d'être signalées, et nous nous contenterons d'en avoir fait sentir la nécessité.

§ 204. La parallaxe horizontale de la lune dépend à la fois de la distance du centre de la lune au centre de la terre et du rayon de la terre ; et comme les divers rayons de la terre sont inégaux, on ne peut pas connaître la valeur de la parallaxe de la lune sans indiquer en même temps à quel rayon terrestre cette parallaxe se rapporte. C'est ordinairement au rayon de l'équateur que l'on rapporte la parallaxe horizontale de la lune, et on lui donne, pour cette raison, le nom de *parallaxe horizontale équatoriale*. Cette parallaxe n'est autre chose que la moitié du diamètre apparent que présenterait la terre vue de la lune, si la surface de la terre était une sphère ayant pour rayon celui de l'équateur terrestre.

Des observations faites en même temps par Lalande à Berlin, et par Lacaille au cap de Bonne-Espérance, dans l'année 1756, ont permis de déterminer la parallaxe de la lune avec une grande exactitude. On a trouvé ainsi que la parallaxe horizontale équatoriale a une valeur moyenne de $57' 40''$; sa valeur est tantôt plus grande, tantôt plus petite que cette valeur moyenne : elle varie entre $53' 53''$ et $61' 27''$.

La parallaxe horizontale de la lune, pour un lieu quelconque de la surface de la terre, et à un instant déterminé, est plus ou moins grande, suivant que le rayon terrestre aboutissant à ce lieu est lui-même plus ou moins grand ; et comme le rayon de l'équateur est le plus grand des rayons de la terre, il en résulte que la parallaxe horizontale équatoriale est plus grande que la parallaxe horizontale relative à un lieu quelconque non situé sur l'équateur, et correspondant au même instant. Ainsi, tandis que la parallaxe horizontale équatoriale de la lune a sa valeur moyenne de $57' 40''$, la parallaxe horizontale de cet astre est seulement de $57' 33'', 5$ à Paris et de $57' 28'', 5$ au pôle.

Une parallaxe de $57' 40''$ correspond à une distance de l'astre égale à près de 60 fois le rayon de la terre ; le rapport exact de la distance de l'astre au rayon de la terre, dans ce cas, est égal à 59,617. La distance de la lune à la terre est donc, en moyenne, environ 60 fois plus grande que le rayon de l'équateur terrestre ; cette distance varie entre 56 et 64 fois le même rayon (plus exactement : 55,947 et 63,802). D'après les dimensions de la terre

(§ 141), on trouve sans peine que la distance moyenne de la lune à la terre est de 95 000 lieues de 4 kilomètres.

On voit par là combien la lune est moins éloignée de nous que le soleil. La distance du soleil à la terre est moyennement de 23 280 rayons terrestres (§ 150), tandis que celle de la lune à la terre ne contient que 60 de ces rayons : la première distance est donc près de 400 fois plus grande que la seconde.

Nous avons dit (§ 150) qu'Aristarque de Samos avait attribué à la parallaxe du soleil une valeur de 3' : voici par quelles considérations il y a été conduit. Il remarqua avec raison que, à l'instant précis où la lune est à son premier quartier, c'est-à-dire où le soleil éclaire exactement la moitié de l'hémisphère lunaire qui est tourné vers nous, le soleil, la lune et la terre doivent former les som-

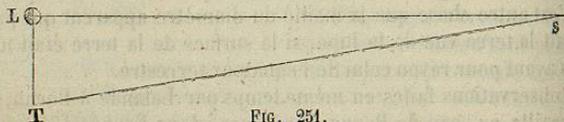


Fig. 251.

ets d'un triangle rectangle SLT (*fig.* 251), dont l'angle droit est en L.

Il en résulte que l'angle en S est le complément de l'angle en T ; en sorte qu'il suffit de mesurer ce dernier angle, pour en conclure tout de suite l'angle LST. Or, il trouva par l'observation que l'angle STL était d'au moins 87° ; en adoptant cette valeur, il en conclut que l'angle LST était de 3°. Ainsi l'angle sous lequel un observateur placé sur le soleil verrait de face le rayon de l'orbite de la lune, était de 3°, d'après Aristarque ; et comme le rayon de la terre est 60 fois plus petit que le rayon de l'orbite de la lune, il en résultait nécessairement pour la parallaxe du soleil une valeur 60 fois plus petite, c'est-à-dire que cette parallaxe était de 3'. On voit combien Aristarque était loin de la vérité ; puisque, suivant lui, la distance du soleil à la terre était à peine 20 fois plus grande que celle de la lune à la terre, tandis que le rapport de ces deux distances est près de 400. Sa méthode, très-ingénieuse du reste, ne pouvait pas le conduire à un résultat exact, tant à cause de la petitesse excessive de l'angle LST, qu'en raison du peu de précision des moyens d'observation dont il disposait.

En comparant le rayon du soleil, qui contient $108\frac{1}{2}$ rayons terrestres (§ 152), avec la distance moyenne de la lune à la terre, qui n'en contient que 60, on arrive à une conséquence curieuse. Si l'on supposait que le centre du soleil fût mis en coïncidence avec le centre

de la terre, la surface de cet astre serait de beaucoup au delà de la lune, puisque son rayon est presque double de la distance de la lune à la terre. Nous trouvons là un moyen simple de nous faire une idée de l'immensité de l'astre auquel nous devons la presque totalité de la lumière et de la chaleur que nous recevons sur la terre.

§ 205. Pour ramener les résultats des observations de la lune, faites en un lieu quelconque de la terre, à ce qu'ils seraient si l'observateur eût été placé au centre du globe, on opère exactement comme pour le soleil (§ 151). L'effet de la parallaxe sur la position apparente du centre de la lune dans le ciel se fait sentir tout entier dans le plan vertical qui le contient ; il consiste uniquement en une augmentation de la distance zénithale de ce centre, augmentation qui est d'autant plus grande que l'astre est plus éloigné du zénith. Pour faire disparaître cet effet de parallaxe, il suffit de diminuer la distance zénithale du centre de la lune d'une quantité égale à sa parallaxe de hauteur. Cette parallaxe de hauteur, dont la connaissance est nécessaire pour effectuer la correction de la position de la lune, peut être déterminée de la manière suivante. Lors des observations faites simultanément dans les lieux B, C (*fig.* 250), pour trouver la valeur de la parallaxe horizontale de la lune, on a mesuré le diamètre apparent de l'astre dans chacun de ces deux lieux ; la construction du quadrilatère BOCL a d'ailleurs fourni les grandeurs des distances BL, CL, c'est-à-dire que, pour le point B, par exemple, l'observation a fait connaître à la fois le diamètre apparent de la lune et la distance de l'astre à l'observateur. Or, on sait que le diamètre apparent d'un astre varie en raison inverse de la distance qui le sépare du lieu de l'observation : il suffit donc de mesurer le diamètre apparent de la lune à une époque quelconque, pour en conclure, par une simple proportion, la distance à laquelle elle se trouve du lieu où l'on est placé. D'après cela, lorsqu'on a observé la position du centre de la lune dans le ciel, il n'est pas dif-

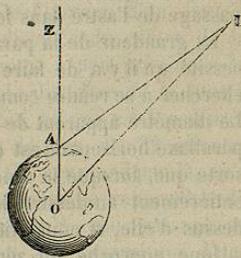


Fig. 252.

ficile de trouver sa parallaxe de hauteur, pour ramener la lune au point où on l'aurait vue du centre de la terre : on mesure le diamètre apparent de son disque ; on en conclut sa distance AL (*fig.* 252), au lieu d'observation ; on connaît d'ailleurs sa distance zénithale apparente LAZ, et par suite on peut construire le triangle OAL, qui permet de mesurer la parallaxe OLA.