

L'ellipse ne reste pas immobile dans son plan; elle tourne autour de la terre et de la même manière que l'ellipse que le soleil semble décrire annuellement (§ 167). Le mouvement du grand axe de l'ellipse lunaire est direct, comme celui de l'ellipse solaire; il n'y a de différence, entre les mouvements de ces deux ellipses, que dans la vitesse, qui est beaucoup plus grande pour la lune que pour le soleil : le périégée lunaire fait tout le tour du ciel en 3232,57, ou un peu moins de 9 ans.

Pour avoir à chaque instant la véritable place de la lune dans le ciel, il faut modifier d'une certaine quantité celle qu'elle aurait si elle restait rigoureusement sur l'ellipse dont nous venons de parler, et si elle la parcourait exactement suivant la loi des aires; mais cette correction à apporter à la position elliptique de la lune, pour avoir sa position vraie, varie d'un instant à un autre, et suivant des lois extrêmement compliquées. La discussion des observations effectuées en grand nombre et à diverses époques a fait connaître les parties principales dont se compose cette correction; ces parties se rapportent aux mouvements que l'on désigne habituellement sous les noms d'*évection*, de *variation* et d'*équation annuelle*, et dont la découverte est due à Hipparque, à Ptolémée et à Tycho-Brahé. Mais si l'on n'avait pas eu d'autre ressource que la discussion des observations, pour arriver à la connaissance des nombreuses *inégalités* qui existent dans le mouvement de la lune, on serait aujourd'hui beaucoup moins avancé qu'on ne l'est. Heureusement la théorie de la gravitation universelle est venue faciliter le travail en faisant connaître une foule de petites inégalités, dont l'ensemble a une influence notable sur la position de la lune à chaque instant, et dont il aurait été très-difficile, sinon impossible, de trouver la nature et la grandeur, si l'on avait dû les démêler les unes des autres par la seule combinaison des résultats de l'observation.

§ 217. **Rotation de la lune.** — A la vue simple, nous apercevons sur la surface de la lune des espaces grisâtres, dont nous avons déjà parlé (§ 198), et qui par leur ensemble donnent grossièrement à la lune l'apparence d'une figure humaine. Tout le monde a pu remarquer que ces espèces de taches conservent toujours la même position par rapport au contour de la lune. Si nous en voyons disparaître progressivement une portion de plus en plus grande, pour les voir reparaitre ensuite, cela tient à ce que nous ne pouvons les apercevoir qu'autant qu'elles se trouvent dans la partie de la surface de la lune qui est directement éclairée par le soleil. Nous concluons nécessairement de là que la lune tourne toujours vers la terre la même portion de sa surface. Nous ne voyons

jamais qu'un hémisphère de la lune; l'hémisphère opposé nous reste constamment caché.

Dans les idées des anciens astronomes sur le mouvement, il n'y aurait pas eu là une preuve que la lune tourne sur elle-même; tout au contraire, on en aurait déduit l'absence de toute rotation de l'astre autour de son centre. Pour faire mouvoir un épicycle sur un déférent (*fig. 191*), ils regardaient cet épicycle comme étant dans les mêmes conditions que s'il était attaché au centre T du déférent par une tige rigide qui l'entraînerait en tournant autour de ce centre : en sorte que le point S de l'épicycle venait nécessairement en *a'*, *a''*, *a'''*, en restant toujours sur la ligne droite qui joint le centre de l'épicycle au centre du déférent. On voit donc que, si l'on fait mouvoir de même la lune autour de la terre, comme si elle était attachée à une barre rigide dirigée vers le centre de ce dernier corps et mobile autour de ce centre, la lune tournera nécessairement toujours la même face vers la terre; et l'on n'aura pas besoin d'imaginer qu'elle tourne sur elle-même, pour rendre compte des apparences. Mais ce n'est pas ainsi que les choses doivent être considérées.

La lune n'est nullement reliée à la terre par un corps rigide; elle est entièrement isolée dans l'espace, et, par conséquent, libre de se mouvoir et de tourner autour de son centre de toutes les manières possibles. Pour voir si elle tourne sur elle-même, il faut prendre une ligne droite quelconque, à son intérieur, et voir si cette ligne change de direction avec le temps. Si cette droite ne change pas de direction; si elle reste toujours parallèle à elle-même, malgré le mouvement de transport de la lune autour de la terre; et s'il en est de même de toutes les autres lignes droites que l'on pourrait considérer à l'intérieur de la lune, on pourra dire que cet astre n'est animé d'aucun mouvement de rotation autour de son centre. Si, au contraire, on reconnaît que certaines lignes tracées à l'intérieur de la lune prennent successivement différentes directions dans l'espace, on devra en conclure que la lune tourne sur elle-même, et il ne sera pas difficile de voir autour de quel diamètre s'effectue cette rotation. Or, c'est précisément ce dernier cas qui se présente.

Puisque la lune tourne toujours la même face vers la terre, le rayon du globe lunaire qui, à un instant quelconque, est dirigé vers le centre de la terre, se déplace en restant constamment dirigé vers ce même point; donc ce rayon ne reste pas parallèle à lui-même, ce qui veut dire que la lune tourne autour de son centre en même temps qu'elle se meut autour de la terre. Si la lune se

transportait de L en L' (fig. 261), sans tourner sur elle-même, son rayon La viendrait prendre la position parallèle L'b, et le point de sa surface, que l'on voyait d'abord en a au centre de son disque,

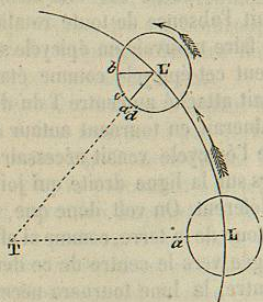


Fig. 261.

se trouverait ensuite en b, où on le verrait près d'un des bords de ce disque. L'observation indiquant que le point que l'on a vu à un instant quelconque au centre du disque de la lune paraît toujours dans la même position centrale, il faut que la lune, en même temps qu'elle va de L en L', tourne sur elle-même de manière à donner au rayon La la direction L'a' : cela ne peut se faire évidemment qu'autant que la lune tourne autour d'un axe perpendiculaire au plan de son orbite,

et que l'angle bL'a', dont elle tourne autour de cet axe, est égal à l'angle LTL' qu'elle décrit en même temps autour de la terre. Ainsi, de ce que la lune tourne toujours la même face vers la terre, on peut conclure que cet astre est animé d'un mouvement de rotation sur lui-même, dans le sens de son mouvement de révolution autour de la terre, et que le temps qu'il emploie à faire un tour entier autour de son centre est précisément égal à celui qu'il met à faire un tour entier autour de la terre : en sorte que cette durée de la rotation de la lune sur elle-même est de 27 jours et un tiers de jour, à peu près.

§ 218. **Librations de la lune.** — Nous venons de reconnaître l'existence de la rotation de la lune sur elle-même, et de trouver les principales circonstances de ce mouvement, en nous fondant sur ce fait que les taches de la lune nous paraissent toujours occuper la même place sur son disque. Mais il n'en est pas rigoureusement ainsi.

L'observation des taches de la lune, à l'œil nu, n'est pas susceptible d'une bien grande précision, surtout en raison de ce que les taches que l'on voit ainsi sont vagues, mal définies; ces taches se déplaceraient d'une petite quantité, par rapport au contour du disque, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, que nous ne nous en apercevions pas. Mais quand on observe la lune avec une lunette, lors même que cette lunette n'aurait qu'un faible grossissement, on distingue sur la surface de l'astre des points remarquables et parfaitement définis, dont on peut facilement apprécier la po-

sition d'une manière précise. Or, en observant ainsi la lune à diverses époques, on reconnaît que les points sur lesquels on a spécialement fixé son attention ne restent pas toujours dans la même position par rapport au contour du disque : chacun d'eux semble osciller de part et d'autre d'une position moyenne. Ces oscillations se produisent d'ailleurs en même temps, et dans le même sens, pour les divers points que l'on observe; en sorte qu'on les attribue naturellement à ce que la lune tout entière éprouve un mouvement d'oscillation, ou de balancement, autour de son centre, mouvement auquel participent les diverses taches que l'on voit à sa surface. Ce mouvement particulier de la lune a reçu le nom de *libration* (du verbe latin *librare*, qui signifie balancer). Galilée, qui le premier a dirigé une lunette vers le ciel, est aussi le premier qui ait reconnu l'existence de ce mouvement.

La libration de la lune est due à trois causes distinctes, que nous allons examiner successivement. Chacune de ces causes donne lieu à une libration particulière, et c'est la coexistence de ces trois librations qui détermine le mouvement d'oscillation des taches lunaires, tel que l'observation le fait connaître. Les trois librations partielles dont nous parlons sont connues sous les noms de *libration en longitude*, *libration en latitude*, et *libration diurne*.

§ 219. D'après ce que nous avons dit (§ 217), pour qu'une tache qui nous paraît à un instant quelconque exactement au centre du disque de la lune, conserve constamment cette position centrale, il faut : 1° que la lune tourne autour d'un axe perpendiculaire au plan de son orbite; 2° que l'angle dont elle tourne autour de cet axe soit toujours égal à celui qu'elle décrit autour de la terre dans le même temps. Attachons-nous tout d'abord à cette seconde condition.

Les angles, comme LTL', que la lune décrit autour de la terre dans des temps égaux successifs, ne sont pas égaux entre eux, puisque la lune se meut autour de la terre à peu près conformément à la loi des aires (§ 216); son mouvement angulaire autour du centre de notre globe est plus ou moins rapide, suivant qu'elle en est plus ou moins rapprochée. Quant au mouvement de rotation de la lune sur elle-même, il est naturel, au contraire, d'admettre qu'il est uniforme, comme la rotation de la terre; d'ailleurs, les lois de la mécanique indiquent qu'il doit en être ainsi. Il n'est donc pas possible qu'il y ait constamment une égalité complète entre l'angle dont la lune tourne sur elle-même et celui qu'elle décrit en même temps autour de la terre. L'observation indiquant que la lune tourne toujours vers nous la même

moitié de sa surface, on doit en conclure qu'en moyenne il y a égalité rigoureuse entre la vitesse angulaire de la lune sur elle-même, et sa vitesse angulaire autour de la terre. Mais cette égalité, qui a lieu en moyenne, n'a pas lieu à chaque instant; la vitesse angulaire de la lune autour de la terre est tantôt plus grande, tantôt plus petite que la vitesse constante avec laquelle elle tourne sur elle-même. Il en résulte que ce dernier mouvement, en vertu duquel la tache centrale du disque de la lune tend toujours à revenir dans la même position apparente, se trouve tantôt en retard, tantôt en avance sur le mouvement de révolution de la lune autour de la terre; en sorte que cette tache qu'on avait vue en *a* (fig. 261), lorsque la lune était en *L*, au lieu d'être placée en *a'*, lorsque la lune est venue en *L'*, se trouve un peu à côté du point *a'*, en *c* ou en *d*.

On voit donc que, par suite de ce que le mouvement de rotation de la lune sur elle-même est uniforme, et de ce que son mouvement angulaire autour de la terre ne l'est pas, la tache centrale de son disque doit paraître, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre du centre de ce disque; elle doit sembler animée d'un mouvement d'oscillation, partagé du reste par les autres taches qui l'environnent: c'est ce mouvement que l'on désigne sous le nom de *libration en longitude*. Cette dénomination particulière de la libration dont nous venons d'assigner la cause vient de ce que ce mouvement s'effectue dans la direction du plan de l'orbite de la lune, direction qui est à peu près la même que celle du grand cercle de l'écliptique, le long duquel on compte les longitudes des astres.

§ 220. La première des deux conditions qui ont été rappelées au commencement du paragraphe précédent, n'est pas mieux remplie que la seconde, et c'est ce qui donne lieu à la *libration en latitude*. L'axe de rotation de la lune, au lieu d'être exactement perpendiculaire au plan de son orbite, est un peu incliné sur ce plan: il se transporte parallèlement à lui-même, en faisant avec la perpendiculaire au plan de l'orbite un angle d'environ $6^{\circ} 37'$. Il est facile de voir que cette seule circonstance suffit pour occasionner une libration des taches. Pour nous en rendre compte,

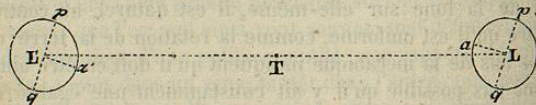


FIG. 262.

prenons la lune dans deux positions diamétralement opposées sur son orbite, en *L* et en *L'* (fig. 262). On voit tout de suite que, lors-

que la lune est en *L*, on ne peut pas apercevoir son pôle *p*, et l'on aperçoit sans peine le pôle opposé *q*; tandis que, lorsque la lune est venue en *L'*, le pôle *p* est devenu visible, et le pôle *q* est devenu invisible à son tour. Un point *a* de l'équateur lunaire paraissait, dans le premier cas, au-dessus du centre du disque; lorsque la lune a fait un demi-tour autour de la terre, pour venir en *L'*, et que, par conséquent, elle a fait à peu près un demi-tour sur elle-même, autour de son axe *pg*, le point *a* de l'équateur lunaire est venu se placer en *a'*, c'est-à-dire au-dessous du centre du disque. Ainsi, par suite de l'obliquité de l'axe de rotation de la lune par rapport au plan de son orbite, les taches de sa surface doivent éprouver un mouvement d'oscillation, dirigé perpendiculairement au plan de l'orbite, c'est-à-dire à peu près perpendiculairement au plan de l'écliptique. C'est pour cela que le mouvement d'oscillation dont il s'agit a été nommé *libration en latitude*.

Nous venons de dire que l'axe de rotation de la lune se transporte parallèlement à lui-même. Si ce parallélisme se conservait constamment, et sans aucune altération, il en résulterait nécessairement un changement d'obliquité de cet axe par rapport au plan de l'orbite lunaire, puisque le plan de l'orbite change peu à peu de direction dans l'espace (§ 209). Mais l'observation a fait voir que la direction de l'axe de rotation de la lune change en même temps que celle de ce plan, de telle manière que l'angle formé par l'axe et le plan reste toujours la même, et qu'en conséquence la libration en latitude conserve toujours la même amplitude.

Voici en quoi consiste le changement progressif de direction de l'axe de rotation de la lune, phénomène dont la découverte est due à Dominique Cassini (1). Si, par le point *L* (fig. 263), où se trouve le centre de la lune à un instant quelconque, on mène une ligne *LU* perpendiculaire au plan de l'écliptique *ABCD*, puis une ligne *LV* perpendiculaire au plan de l'orbite lunaire *NLN'*, l'axe de rotation *LX* de la lune se trouve toujours dans le plan des deux

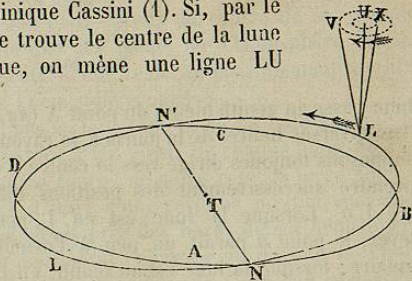


FIG. 263.

(1) Célèbre astronome Italien, né en 1625 dans le comté de Nice, mort en 1712 à Paris, où Colbert l'avait attiré dès 1669, pour le mettre à la tête de l'Observatoire qui venait d'y être fondé.

lignes LU, LV, et il est placé, par rapport à ces deux lignes, comme la figure l'indique. L'angle ULX est égal à $1^{\circ} 28' 45''$, l'angle VLU est d'ailleurs égal en moyenne à $5^{\circ} 8' 48''$: en sorte que l'angle VLX est de $6^{\circ} 37' 33''$. On sait que, abstraction faite de la nutation de l'orbite lunaire, la ligne LV tourne autour de LU, d'un mouvement rétrograde, en décrivant un cône de révolution qu'elle parcourt en 18 ans $\frac{2}{3}$; il résulte de ce qui vient d'être dit que l'axe de rotation LX tourne en même temps autour de LU, en décrivant également un cône de révolution, dans le même sens et avec la même vitesse.

§ 221. S'il n'existait aucune des deux librations dont nous venons de parler, il y aurait un des rayons de la lune qui resterait constamment dirigé vers le centre de la terre; un observateur placé en ce point verrait toujours l'extrémité de ce rayon occuper exactement le centre du disque de la lune. Mais un observateur placé à la surface de la terre ne se trouve pas dans les mêmes conditions. Admettons, pour simplifier, qu'en vertu du mouvement diurne, la

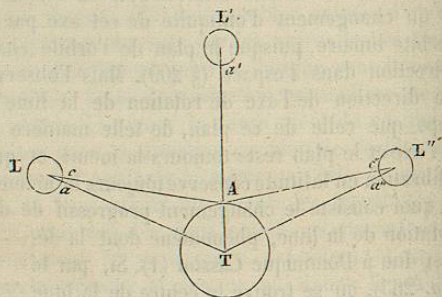


FIG. 264.

lune passe au zénith même du point A (fig. 264), d'où on l'observe. Aux diverses heures de la journée, le rayon La de la lune, que nous supposons toujours dirigé vers le centre T de la terre, doit paraître prendre successivement des positions différentes, telles que La, L'a' L'a''. Lorsque la lune est en L, peu de temps après son lever, le point a paraît un peu à l'orient du centre c du disque lunaire; lorsque la lune est au zénith, en L', ce point paraît en a' au centre du disque; et lorsque la lune est en L'', peu de temps avant de se coucher, le même point paraît en a'', un peu à l'occident du centre c'' du disque : le point a doit donc sembler osciller chaque jour de part et d'autre de sa position moyenne. Les

taches de la lune éprouveront évidemment un mouvement d'oscillation analogue, quelle que soit la position de l'observateur sur la terre : c'est ce mouvement que l'on nomme la *libration diurne*.

L'amplitude totale de la libration en longitude, pour une tache située au centre du disque de la lune, est d'environ $4^{\circ} 20'$, ce qui fait à peu près $\frac{1}{4}$ du diamètre apparent de ce disque. Pour la même tache, la libration en latitude a une amplitude totale d'environ $3^{\circ} 35'$; et la libration diurne, seulement de $32''$. Ces trois librations existant simultanément, il en résulte, pour chaque tache de la lune, un mouvement d'oscillation complexe, qui est celui que l'on observe en réalité.

§ 222. **La terre vue de la lune.** — Il est curieux de se demander quelle apparence présenterait la terre, pour un observateur qui serait installé sur la surface de la lune. La connaissance que nous avons des particularités que présente le mouvement de la lune observé de la surface de la terre, va nous permettre de résoudre facilement cette question.

Si les librations en longitude et en latitude n'existaient pas, le centre de la terre se trouverait toujours placé de la même manière par rapport aux divers points de la surface de la lune. De chacun de ces points, la terre paraîtrait donc immobile dans le ciel; elle serait toujours au-dessus des mêmes points de l'horizon, et à une même hauteur au-dessus de ces points. On la verrait constamment au zénith, si l'on était installé au point de la surface de la lune qui nous paraît au centre de son disque; et elle serait plus ou moins rapprochée de l'horizon, suivant que le lieu d'observation serait un point de la surface de la lune plus ou moins éloigné de celui que nous voyons au centre de son disque. La terre ne serait visible que des points de l'hémisphère lunaire qui est tourné de notre côté, et elle resterait constamment invisible pour tous les points de l'hémisphère opposé.

L'existence des librations en longitude et en latitude fait que les choses ne se passent pas tout à fait ainsi. De chaque point de l'hémisphère de la lune qui est tourné de notre côté, la terre doit paraître osciller de part et d'autre d'une certaine position moyenne. Pour les points qui sont situés près des bords de cet hémisphère, l'oscillation de la terre doit tantôt l'abaisser au-dessous de l'horizon, tantôt l'élever au-dessus de ce plan : la terre doit se lever et se coucher alternativement, et ses apparitions et disparitions successives, dues à la coexistence des deux librations en longitude et en latitude, doivent suivre une loi assez complexe. Enfin il y a également un grand nombre de points de la surface de la lune,

d'où l'on n'aperçoit jamais la terre; mais l'ensemble de ces points d'où la terre est invisible, ne forme pas tout à fait un hémisphère, à cause des librations qui amènent alternativement la terre sur l'horizon de points d'où on ne l'aurait jamais vue sans cela.

La terre, vue de la lune, doit présenter la forme d'un disque à peu près circulaire, ayant un diamètre apparent d'environ 2 degrés. Elle doit d'ailleurs présenter des phases absolument pareilles à celles que la lune nous présente.

La lune étant animée d'un mouvement de rotation sur elle-même, un observateur, placé sur sa surface, doit voir l'ensemble des astres tourner en sens contraire, autour de l'axe de rotation de la lune. La terre seule ne participe pas à ce mouvement diurne, puisque, en chaque point de la surface de la lune, on la voit toujours à peu près dans la même position par rapport à l'horizon; on doit donc voir les constellations passer les unes après les autres derrière la terre. La durée du jour sidéral, sur la lune, est égale à la durée de la rotation de cet astre sur lui-même, et par conséquent égale à celle de sa révolution sidérale (§ 212) : ainsi le jour sidéral de la lune contient plus de 27 de nos jours moyens.

Le soleil, vu de la lune, participe au mouvement diurne dont nous venons de parler; mais il a en même temps un mouvement propre parmi les étoiles, en vertu duquel la durée de sa révolution diurne autour de la lune n'est pas la même que pour les étoiles. Ce mouvement diurne du soleil occasionne en chaque point des jours et des nuits qui se succèdent régulièrement; le jour et la nuit, répandus ainsi sur diverses parties du globe lunaire, nous sont rendus sensibles par les phases que nous apercevons. Chaque point de la surface de la lune nous paraissant à peu près immobile par rapport au contour de son disque, il est clair que le soleil a fait un tour entier autour de la lune, lorsqu'il s'est accompli une période complète des phases de la lune : ainsi la durée du jour solaire, sur la lune, est égale à la durée de la révolution synodique de cet astre, et comprend par conséquent environ $29\frac{1}{2}$ de nos jours moyens, dont à peu près la moitié pour le jour et l'autre moitié pour la nuit.

Il est aisé de voir que les phases de la terre vue de la lune sont complémentaires des phases correspondantes de la lune vue de la terre. Lorsque la lune est nouvelle, la terre est pleine, et inversement; lorsque la lune est dans son premier quartier, la terre est dans son dernier quartier, et ainsi de suite. La terre restant toujours au-dessus de l'horizon, pour les divers points de la partie de la surface de la lune qui est tournée de notre côté, on voit que,

pour tous ces points, la terre doit éclairer la surface de la lune pendant les nuits. Et si l'on considère spécialement le point que nous voyons au centre du disque de la lune, on reconnaît sans peine qu'en ce point la terre est dans son premier quartier au commencement de chaque nuit, et dans son dernier quartier à la fin; les nuits doivent donc toujours y être très-fortement éclairées par la terre.

§ 223. *Montagnes de la lune.* — Il suffit d'observer la lune avec une lunette d'un faible grossissement, pour reconnaître tout de suite que sa surface présente des aspérités très-prononcées. La figure 265 qui représente la lune vue dans une lunette, à une époque comprise entre la nouvelle lune et le premier quartier, peut donner une idée de ce qu'on aperçoit dans ces circonstances. L'irrégularité du bord intérieur de ce croissant met bien en évidence la rugosité de la surface de la lune. On voit en outre, jusqu'à une certaine distance de ce bord, des aspérités et des cavités qui, étant éclairées obliquement par le soleil, produisent des ombres très-caractéristiques. Ces ombres, observées plusieurs jours de suite, augmentent ou diminuent d'étendue et d'intensité, suivant que l'obliquité des rayons solaires sur la partie correspondante de la surface de la lune varie dans un sens ou dans l'autre. On doit donc regarder la lune comme étant un globe solide recouvert de montagnes.

En effectuant certaines mesures micrométriques, on parvient facilement à déterminer la hauteur des principales montagnes de la lune. Nous allons donner une idée des moyens que l'on emploie pour y arriver.

Supposons, pour simplifier, que la lune soit à son premier quartier. Il arrive souvent, dans ce cas, que l'on aperçoit un point brillant *a* (fig. 266), dans la partie obscure de la lune, et à peu de distance du bord rectiligne *mn* qui limite la partie éclairée. Ce point brillant est évidemment le sommet d'une montagne, dont toute la partie inférieure est dans l'ombre, et qui s'élève assez pour être atteinte par les rayons solaires qui passent près de la lune sans la rencontrer. Considérons en particulier un rayon *bc*, qui touche la surface en *c*, et qui vient aboutir au sommet *a* de la montagne. Un plan, mené par ce rayon et par le centre de la lune, coupera l'astre suivant un cercle tel que *pqr*; le rayon de lumière dont il s'agit sera une tangente *b'c'* à ce cercle, et le sommet de la montagne sera situé en *a'*, sur cette tangente à une distance du point de contact *c'* égale à *ac*. Si, à l'aide d'un micromètre à fils parallèles, on mesure la grandeur apparente de la dis-

tance ac , on connaîtra les deux côtés oc' , $a'c'$ du triangle rectan-

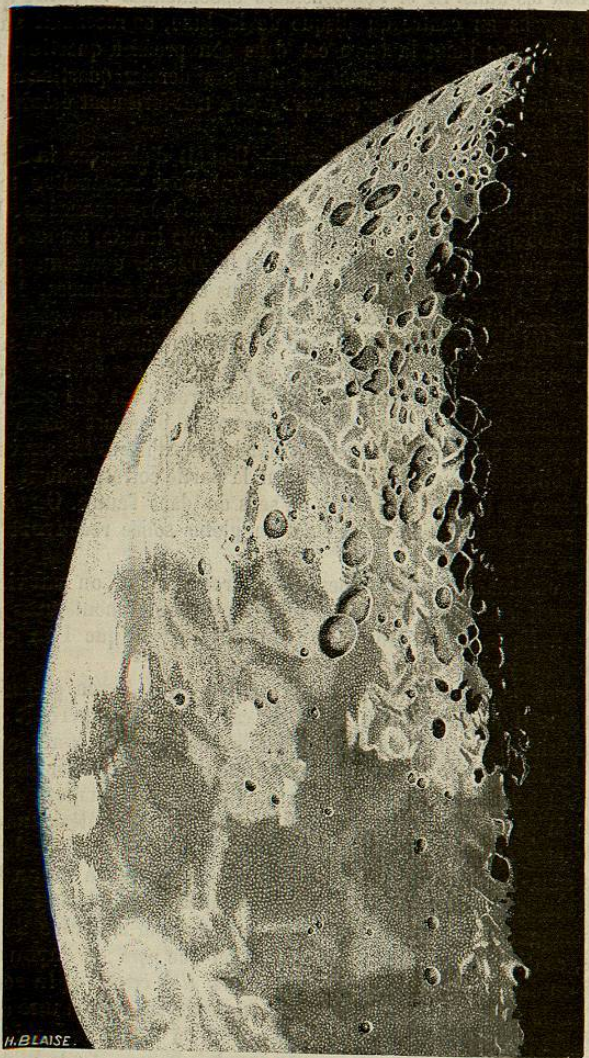


FIG. 265.

gle $oa'c'$, puisque oc' est le rayon de la lune; ces deux côtés étant évalués en secondes, on en conclura, également en secondes, la grandeur de l'hypothénuse oa' , c'est-à-dire de la distance du sommet de la montagne au centre de la lune. En retranchant le rayon oc' de la distance oa' , il restera la hauteur du sommet de la montagne au-dessus de la surface de la lune. Cette hauteur sera représentée par un nombre de secondes, qui ne sera autre chose que l'angle sous lequel on la verrait de face, à la distance à laquelle se trouve la lune; on en conclura facilement son rapport au rayon de la terre, et par suite sa valeur en mètres. Il est aisé de voir que cette méthode donnera généralement une valeur trop petite, pour la hauteur de la montagne sur laquelle aura porté l'ob-

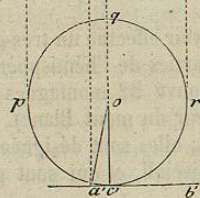
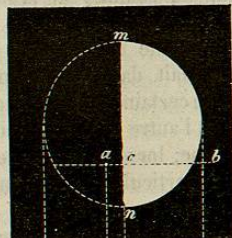


FIG. 266.

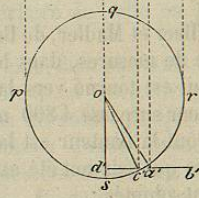
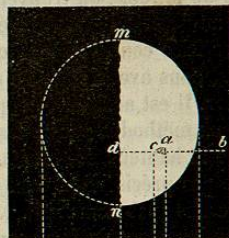


FIG. 267.

servation; car, pour que le sommet de la montagne soit assez éclairé pour être aperçu de la terre, il faut, non-seulement qu'elle atteigne la région de l'espace dans laquelle pénètrent les rayons solaires que la lune laisse passer, mais encore qu'elle s'élève d'une certaine quantité dans cette région.

Il existe une autre méthode, qui est fondée sur la mesure de l'ombre que les montagnes projettent sur la surface de la lune, du côté opposé au soleil. Voici en quoi elle consiste. Supposons encore que la lune soit à son premier quartier. Une montagne a (fig. 267) projette une ombre ac . Le rayon solaire ba , qui passe

très-près du sommet de la montagne, doit donc venir percer la surface de la lune en c . Si nous menons encore un plan par ce rayon et par le centre de la lune, ce plan coupera la surface de la lune suivant un cercle tel que $pqrs$, et le rayon solaire, dirigé suivant $b'c'$, percera ce cercle en c' . En mesurant la distance cd , qui est égale à $c'd'$, on connaîtra les deux côtés oc' , $c'd'$ du triangle rectangle $d'oc'$, et l'on en déduira l'angle $oc'd'$. L'angle $oc'a'$, qui est le supplément de $oc'd'$, sera donc connu. D'ailleurs on pourra aussi mesurer la longueur ac de l'ombre, longueur qui est égale à $a'c'$; on connaîtra donc un angle $oc'a'$, et les deux côtés adjacents, dans le triangle $oa'c'$, d'où l'on déduira le côté oa' . En retranchant le rayon oc' de cette distance oa' du sommet de la montagne au centre de la lune, on trouvera la hauteur du sommet de la montagne au-dessus de la surface de la lune.

Pour faire concevoir en quoi consiste chacune de ces deux méthodes, nous avons supposé que la lune était dans son premier quartier. Il est aisé de voir qu'au moyen de certaines modifications, ces deux méthodes peuvent servir l'une et l'autre à la détermination de la hauteur des montagnes de la lune, lorsque l'astre ne se trouve pas précisément dans cette phase particulière. Mais nous n'entrerons pas dans plus de détails sur ce point, notre but étant uniquement de faire comprendre la possibilité de mesurer la hauteur des montagnes de la lune avec un certain degré d'exactitude.

MM. Beer et Madler, de Berlin, après avoir effectué un très-grand nombre de mesures, dans les diverses parties de l'hémisphère lunaire qui est tourné vers la terre, ont trouvé 22 montagnes dont la hauteur surpasse 4800 mètres (hauteur du mont Blanc). Voici celles dont la hauteur est la plus grande; elles sont désignées par les noms qui leur ont été attribués par Riccioli, et qui sont généralement adoptés :

Dorfel.....	7 603
Newton.....	7 264
Casatus.....	6 956
Curtius.....	6 769
Calippus.....	6 216
Tych.....	6 151
Huyghens.....	5 550

Les mêmes astronomes ont construit une belle carte de la lune, dont on voit ici un extrait (planche III). Les diverses particularités que présente la surface de la lune y sont figurées dans le système

de projection orthographique (§ 114). Ce système de projection, peu convenable pour représenter un hémisphère de la terre, parce que les régions situées vers les bords de l'hémisphère y sont trop déformées, est au contraire celui qui convient le mieux pour la lune. Il donne à la surface de cet astre précisément la disposition sous laquelle elle se présente à nous; car les rayons visuels qui joignent notre œil aux divers points de la surface de la lune sont sensiblement parallèles entre eux, et perpendiculaires au plan du grand cercle qui sert de limite à l'hémisphère tourné vers nous.

§ 224. **Notions sur la constitution de la lune.** — Lorsque nous nous sommes occupés d'étudier les particularités que présente la surface du soleil, nous avons reconnu que tout ce qu'on aperçoit sur cette surface est éminemment variable. Les taches que l'on a observées à une certaine époque subsistent bien pendant quelque temps, et peuvent, par leur mouvement commun, rendre sensible la rotation du soleil sur lui-même; mais ces taches se déforment peu à peu, et finissent par disparaître, tandis que d'autres se produisent dans des régions où il n'y en avait pas auparavant. À la surface de la lune, les choses se passent tout autrement; tout y paraît immuable. Quelle que soit l'époque à laquelle on observe cette surface, on lui trouve toujours le même aspect; il n'y a de différence que dans les ombres projetées par les aspérités qui la couvrent, suivant que le soleil les éclaire de telle ou telle manière.

Ces aspérités ou montagnes de la lune, dont plusieurs atteignent une grande hauteur (§ 223), présentent un caractère particulier et extrêmement remarquable : elles affectent presque toutes la forme d'un bourrelet circulaire, au milieu duquel existe une cavité dont le fond est quelquefois au-dessous du niveau des parties environnantes de la surface de la lune. La figure 268 peut donner une idée de cette forme générale des montagnes de la lune. Souvent, comme on le voit sur cette figure, il existe au milieu de la cavité centrale une montagne isolée, en forme de pic. Il suffit de jeter les yeux sur la carte de la lune (planche III), pour voir que les montagnes de cette forme y sont extrêmement nombreuses; si elles paraissent elliptiques, vers les bords de la carte, cela tient au système de projection qui a été adopté dans sa construction, et qui représente en raccourci ces montagnes situées près du contour de l'hémisphère tourné vers nous.

On peut se faire une idée assez nette de ces montagnes circulaires de la lune en les comparant aux cratères des volcans éteints

qui existent sur la surface de la terre. Il y a cependant, entre les volcans de la terre et les montagnes de la lune, une différence essentielle : c'est que ces dernières ont des dimensions transversales incomparablement plus grandes que celles des volcans. Il serait difficile d'admettre que des cratères d'éruption aient pu avoir des diamètres si considérables. Aussi regarde-t-on plutôt ces montagnes de la lune comme étant analogues à certains cirques montagneux que l'on rencontre sur la terre, et auxquels on donne en

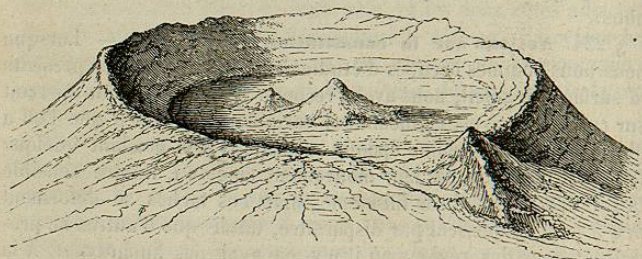


Fig. 268.

géologie le nom de cratères de soulèvement. Parmi les plus grandes montagnes circulaires de la lune, on peut citer Tycho et Archimède, qui ont, la première 91 200 mètres, et la seconde 87 500 mètres de diamètre ; à partir de là, on en trouve pour ainsi dire de toutes les dimensions, jusqu'à celles qui sont trop petites pour qu'on puisse les distinguer facilement avec les lunettes. Comme termes de comparaison pris sur la terre, nous pouvons citer le cirque de l'île de Ceylan dont le diamètre est de 70 000 mètres, le cirque de l'Oisans (Dauphiné) dont le diamètre est 20 000 mètres, et le cirque du Cantal (Auvergne) dont le diamètre est de 10 000 mètres. Quant aux volcans terrestres, leurs diamètres sont beaucoup moindres : celui de l'Etna, dans son maximum, a été de 1 500 mètres ; celui du Vésuve n'a atteint que 700 mètres ; celui du Puy de Pariou (volcan éteint de l'Auvergne) est seulement de 310 mètres.

Les taches grisâtres que l'on aperçoit à l'œil nu sur le disque de la lune ne sont autre chose que des parties de la surface de l'astre qui réfléchissent moins bien les rayons solaires que les régions environnantes. On remarque que ces parties moins brillantes ne renferment presque pas de montagnes. Hévélius leur avait donné le nom de mers ; mais nous allons voir que ce nom,

qui a été conservé jusqu'à présent, ne se rattache qu'à une idée fautive, puisqu'il ne peut pas exister d'eau à la surface de la lune.

§ 225. Il est naturel de se demander si la lune est entourée d'une atmosphère gazeuse comme la terre. Cette question peut être complètement résolue au moyen de diverses observations très-simples, comme nous allons le voir.

Nous pouvons affirmer d'abord que, s'il existe une atmosphère autour de la lune, cette atmosphère ne renferme jamais de nuages, comme celle au milieu de laquelle nous vivons ; car ces nuages nous cacheraient nécessairement certaines portions de la surface de l'astre, et il en résulterait un aspect général qui varierait d'un instant à un autre, suivant que les nuages seraient plus ou moins nombreux, ou bien qu'ils couvriraient telle ou telle partie du disque. Nous savons au contraire, que le disque lunaire se présente toujours à nous avec le même aspect, et que rien ne s'oppose jamais à ce que nous apercevions les aspérités qui existent dans les diverses parties de la surface de l'astre, quand ces parties sont directement éclairées par les rayons du soleil.

Ainsi nous savons déjà que l'atmosphère de la lune, si elle existe, reste toujours entièrement transparente. Mais nous pouvons aller plus loin. Une atmosphère transparente doit occasionner sur la surface de la lune un phénomène analogue à notre crépuscule (§ 138). Une moitié de la lune recevant directement la lumière du soleil, à un instant donné, les rayons solaires doivent être renvoyés par l'atmosphère de la lune dans une portion de l'autre moitié, de manière à y répandre une certaine clarté décroissant graduellement à partir des bords de l'hémisphère directement éclairé. La lune, vue de la terre, devrait donc présenter une partie brillante et une partie obscure, mais sans qu'il y ait de transition brusque de l'une à l'autre ; il devrait y avoir une dégradation de lumière dans une certaine largeur, depuis la partie qui est tournée vers le soleil, jusqu'à celle qui, étant tournée du côté opposé, est tout à fait invisible pour nous. Or, il n'en est rien ; la partie éclairée et la partie obscure de la lune sont séparées l'une de l'autre par une ligne extrêmement nette et tranchée. Cette ligne est plus ou moins sinueuse et irrégulière, à cause des aspérités de la surface de la lune ; mais elle ne présente aucune trace de cette dégradation de lumière, qui serait la conséquence nécessaire de l'existence d'une atmosphère autour de la lune. On voit donc qu'on est obligé d'admettre que la lune n'a pas d'atmosphère, ou au moins que, si elle en a une, elle doit être très-faible, puisque le crépuscule auquel elle donne lieu est tout à fait insensible pour nous.