

On peut opérer évidemment de même en mesurant la distance de la lune au soleil ou à une planète, au lieu de mesurer sa distance à une étoile.

§ 247. **Détermination des longitudes par les éclipses et les occultations.** — Il est aisé de voir que l'observation du commencement ou de la fin d'une éclipse de soleil ou d'une occultation d'étoile par la lune, équivaut à la mesure de la distance angulaire du centre de la lune au centre du soleil ou à l'étoile; puisque, dans le premier cas, la distance des centres des deux astres est égale à la somme de leurs demi-diamètres apparents, et que, dans le second cas, la distance des centres des deux astres est égale à la moitié du diamètre apparent de la lune. Aussi une pareille observation peut-elle fournir la longitude du lieu où l'on est placé, tout aussi bien que la mesure directe de la distance du centre de la lune au centre du soleil ou à une étoile. Il est même bon d'ajouter que cette observation du commencement et de la fin d'une éclipse de soleil ou d'une occultation d'étoile est susceptible d'une bien plus grande précision que la mesure d'une distance lunaire, en sorte qu'on arrive par là à une détermination beaucoup plus exacte de la longitude que l'on cherche. Aussi, lorsqu'on veut mesurer une longitude, a-t-on soin de profiter d'une éclipse de soleil et des occultations d'étoile que l'on peut observer : et ce n'est qu'à défaut de phénomènes de ce genre que l'on a recours à la mesure de la distance de la lune à une étoile, ou au soleil, ou même à une planète.

Les éclipses de lune peuvent être employées à la détermination des longitudes, mais d'une tout autre manière. L'entrée d'un des points remarquables du disque lunaire dans l'ombre de la terre est un phénomène instantané qui peut être observé d'un grand nombre de lieux à la fois; et il semble qu'on puisse s'en servir, aussi bien que d'un signal de feu (§ 99), pour comparer la marche de deux horloges situées loin l'une de l'autre. Mais l'influence de la pénombre et de l'atmosphère terrestre fait que cette observation n'est pas susceptible de précision; un point brillant, que l'on examine spécialement sur la lune, perd peu à peu sa lumière, en pénétrant dans l'ombre de la terre, et l'on ne peut pas dire au juste à quel instant il passe de la pénombre à l'ombre pure. C'est pour ce motif qu'on ne se sert pas des éclipses de lune pour la détermination des longitudes, quoique, par leur nature, elles semblent tout à fait propres à remplacer les signaux de feu, dont l'emploi est nécessairement très-restreint.

CHAPITRE CINQUIÈME

DES PLANÈTES ET DES COMÈTES

§ 248. Après avoir étudié en détail ce qui se rapporte au soleil et à la lune, nous allons nous occuper des autres astres errants (§ 57). Ces astres sont, d'une part, les planètes avec leurs satellites; d'une autre part, les comètes. Il nous est impossible, quant à présent, de faire sentir d'une manière convenable la différence qui existe entre les planètes et les comètes; la distinction à établir entre elles ressortira des détails dans lesquels nous allons entrer relativement à chacune de ces deux espèces d'astres.

PLANÈTES

§ 249. **Planètes connues des anciens.** — Les planètes connues des anciens, en mettant de côté le soleil et la lune, étaient au nombre de cinq. Les noms qu'ils leur ont attribués, et que nous avons conservés, sont *Mercur*e, *Vénus*, *Mars*, *Jupiter* et *Saturne*. Ces astres, habituellement visibles à l'œil nu, nous présentent à très-peu près le même aspect que les étoiles; en sorte que les personnes qui ne sont pas très-exercées dans l'astronomie d'observation les confondent toujours avec ces dernières. Mais si l'aspect seul ne permet pas de distinguer les planètes des étoiles, il suffit de quelques jours d'observation attentive pour qu'on soit certain que tel astre qu'on a examiné spécialement appartient à la première ou à la seconde de ces deux classes. En effet, les planètes se déplacent parmi les constellations; les distances de chacune d'elles aux étoiles qui l'entourent varient d'une manière très-sensible dans un court espace de temps. Les étoiles, au contraire, restent immobiles les unes par rapport aux autres; elles conservent entre elles les mêmes positions relatives, les mêmes distances. Pour reconnaître d'une manière certaine si un astre particulier est une planète ou une étoile, on n'aura donc qu'à graver dans sa mémoire, ou mieux encore à figurer sur un dessin la position que cet astre occupe un certain jour par rapport aux étoiles qui l'environnent; puis les jours suivants, on examinera s'il se trouve dans la même position que précédemment, ou bien s'il est déplacé d'une manière appréciable.

A l'aide des cartes célestes, on distingue facilement les planètes des étoiles. En effet, la mobilité des premières parmi les constellations fait qu'on ne peut pas les figurer sur ces cartes; les étoiles seules y sont représentées. Si donc on aperçoit dans le ciel un astre qui ressemble à une étoile, et si cet astre ne se trouve pas sur la carte, on pourra en conclure que c'est une planète; ou au moins il y aura une grande probabilité pour qu'il en soit ainsi, car nous verrons plus tard qu'il peut se présenter certaines circonstances exceptionnelles qui fassent que cette conclusion soit inexacte.

§ 250. Lorsqu'on veut trouver la position qu'une planète occupe dans le ciel, un jour donné, on peut se servir avec avantage des indications fournies par la *Connaissance des temps*. On trouve, en effet, dans ce recueil, les valeurs que doivent prendre successivement l'ascension droite et la déclinaison de chacun des astres dont nous nous occupons, valeurs qui ont été calculées d'avance, d'après la connaissance qu'on a du mouvement de ces astres, et qui correspondent à des époques assez rapprochées les unes des autres. En y prenant l'ascension droite et la déclinaison de la planète que l'on cherche, pour l'époque particulière dont il s'agit, puis reportant cette ascension droite et cette déclinaison sur une carte ou sur un globe, on verra tout de suite au milieu de quelle constellation se trouve la planète, et comment elle est placée dans cette constellation. Dès lors il suffira de jeter un coup d'œil sur le ciel pour y reconnaître immédiatement la planète.

L'observation montre que les planètes visibles à l'œil nu ne s'écartent jamais beaucoup du grand cercle de l'écliptique. Cette circonstance fait que, pour arriver à reconnaître une de ces planètes dans le ciel, on peut se contenter de savoir à quelle heure elle passe au méridien, en se servant d'une carte telle que celle de la planche II, qui donne le développement des régions équatoriales de la sphère. Voici en quoi consiste la marche qu'on doit suivre pour cela. Observons d'abord que la carte porte, au haut et au bas, l'indication des divers jours de l'année, se succédant de droite à gauche, et commençant au 22 septembre, qui correspond à l'équinoxe du printemps; les choses ont été disposées de telle manière que, si l'on joint par une ligne droite les divisions du haut et du bas de la carte qui correspondent à un même jour, au 15 janvier par exemple, cette ligne passe par les points du ciel qui traversent le méridien à minuit, le 15 janvier. Observons encore que, outre les degrés d'ascension droite, les heures du temps sidéral se trouvent inscrites en chiffres romains le long de l'équa-

teur, et aussi au bas de la carte, immédiatement au-dessus de la ligne qui contient l'indication des jours. Il est aisé de se rendre compte de la disposition de ces heures, qui vont de 0 à 24 à partir du point équinoxial du printemps, et de comprendre comment on peut s'en servir; on verra, par exemple, que, le 15 janvier, à minuit, il est 7^h 34^m de temps sidéral. Supposons donc que l'on veuille trouver la place que la planète Vénus occupe dans le ciel le 5 mars 1851. L'*Annuaire du Bureau des longitudes*, qui donne les heures des passages des principales planètes au méridien, pour le 1^{er}, le 11 et le 21 de chaque mois, indique que, le 4 mars 1851, Vénus passe au méridien de Paris à 9^h 7^m du matin, temps moyen: ce qui, d'après la valeur de l'équation du temps (§ 186) pour ce jour-là, équivaut à 8^h 55^m de temps vrai. Or, on voit sur la carte que le 3 mars, à minuit, il est 10^h 39^m de temps sidéral; si à ces 10^h 39^m on ajoute 8^h 55^m, que l'on peut prendre sans grande erreur pour des heures et minutes sidérales, on trouve que le 4 mars, à 8^h 55^m du matin, temps vrai, il est 19^h 34^m de temps sidéral. En prenant, au bas de la carte, la division qui correspond à 19^h 34^m, et menant par cette division une ligne droite perpendiculaire à l'équateur, on trouvera sur cette ligne les points de la sphère céleste qui passent au méridien de Paris le matin du 4 mars 1851, à 8^h 55^m de temps vrai, ou à 9^h 7^m de temps moyen. La planète Vénus doit donc être quelque part sur cette ligne; et, comme elle n'est jamais très-éloignée de l'écliptique, elle doit se trouver dans le voisinage du point où la ligne courbe qui représente l'écliptique est rencontrée par la ligne droite dont nous venons de parler. On voit par là qu'à cette époque, Vénus doit être un peu à l'orient des étoiles principales de la constellation du Sagittaire, ce qui permet de la trouver immédiatement dans le ciel.

§ 251. *Zodiaque*. — Nous venons de dire que les planètes visibles à l'œil nu ne s'écartent jamais beaucoup de l'écliptique. Les anciens avaient observé que leur distance à ce grand cercle, d'un côté ou de l'autre, ne dépassait jamais 8 degrés; en sorte

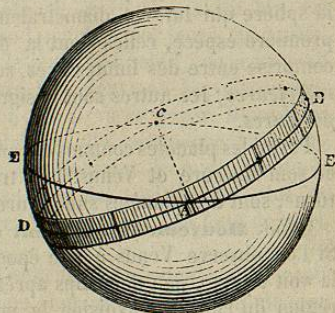


FIG. 292.

que, si l'on imagine une zone enveloppant la sphère tout le long de l'écliptique, et s'étendant de part et d'autre de ce cercle jusqu'à une distance de 8 degrés (fig. 292), les planètes restent toujours à son intérieur. C'est à cette zone, d'une largeur totale de 16 degrés, que les anciens ont attribué le nom de *zodiaque*.

Nous avons indiqué (§ 131) en quoi consiste la division de l'écliptique en douze signes, division qui a été longtemps adoptée par les astronomes. Si par chacun des points de division on mène un arc de grand cercle perpendiculaire à l'écliptique, ces douze arcs partageront le zodiaque en douze parties égales, qui sont ce qu'on nomme les *signes du zodiaque*. On attribue à ces signes les noms que nous avons déjà fait connaître comme étant ceux des signes de l'écliptique.

§ 252. **Distinction des planètes en deux espèces.** — Les planètes se meuvent sur la sphère céleste en restant toujours dans le voisinage de l'écliptique, et parcourant successivement les diverses régions du ciel que traverse ce grand cercle. Mais elles ne conservent pas constamment la même position par rapport au soleil; tantôt elles se rapprochent de lui, tantôt elles s'en éloignent; elles se placent, tantôt à l'orient, tantôt à l'occident de cet astre. En examinant pendant un certain temps les diverses positions qu'elles prennent ainsi relativement au soleil, on reconnaît qu'elles ne se comportent pas toutes de même : les unes ne s'éloignent jamais de cet astre au delà de certaines limites, et, lorsqu'elles ont atteint ces limites, elles commencent à se rapprocher de lui; les autres, au contraire, s'en éloignent à toute distance, jusqu'à se placer de temps à autre au point de la sphère qui lui est diamétralement opposé. Les planètes de la première espèce, celles dont la distance au soleil reste toujours comprise entre des limites fixes, sont ce qu'on nomme les *planètes inférieures*; les autres sont désignées sous le nom de *planètes supérieures*.

Parmi les planètes connues des anciens, il y en a deux inférieures : ce sont Mercure et Vénus. Les trois autres, Mars, Jupiter et Saturne, sont des planètes supérieures.

§ 253. **Mouvement apparent des planètes inférieures.** — Si l'on observe Vénus à une époque convenablement choisie, on la voit le soir, peu de temps après le coucher du soleil, dans la région du ciel qui avoisine le point de l'horizon où le soleil a disparu. Elle se montre comme une des plus brillantes étoiles du firmament. Bientôt le mouvement diurne du ciel, auquel la planète participe comme tous les autres astres, l'amène elle-

même jusqu'à l'horizon, et elle disparaît à son tour. Les jours suivants, on voit encore Vénus à la même heure, et dans la même région du ciel; mais elle paraît de plus en plus éloignée du point de l'horizon où le soleil s'est couché, et elle se couche elle-même de plus en plus tard. Il y a, sous ce rapport, de l'analogie entre les apparences que présente le mouvement de Vénus sur la sphère, et celles du mouvement de la lune à partir d'une nouvelle lune (§ 197); cependant il existe entre ces deux mouvements une différence essentielle qu'il faut signaler : c'est que le changement qu'on observe d'un jour au lendemain, dans la position de l'astre par rapport à l'horizon, après le coucher du soleil, est beaucoup moins sensible pour Vénus que pour la lune.

Ces apparences résultent évidemment de ce que la planète, située à l'est du soleil sur la sphère céleste, s'éloigne de plus en plus de lui, en s'avancant vers l'orient. Au bout de quelque temps, Vénus cesse de s'éloigner du soleil, et commence au contraire à s'en rapprocher peu à peu; en sorte que l'on continue à la voir le soir, un peu après le coucher du soleil, mais dans des positions de plus en plus voisines du point de l'horizon où le soleil a disparu. Bientôt la planète se trouve si près du soleil qu'on ne peut plus la voir; lorsque la lueur crépusculaire s'est assez affaiblie pour que Vénus puisse être aperçue, cette planète s'est déjà abaissée au-dessous de l'horizon.

Après quelques jours, pendant lesquels Vénus ne peut pas être aperçue, on peut l'observer de nouveau, mais à l'ouest du soleil. Alors on la voit le matin, du côté de l'orient, quelque temps avant le lever de cet astre; car, en vertu de la nouvelle position qu'elle occupe sur la sphère, elle se lève et se couche avant lui. En l'observant pendant un assez grand nombre de jours successifs, le matin, peu de temps avant le lever du soleil, on reconnaît qu'elle s'éloigne de cet astre vers l'occident; on la voit de plus en plus loin du point de l'horizon où il va se lever. Bientôt sa distance au soleil n'augmente plus, et elle commence à se rapprocher de lui peu à peu; on la voit toujours le matin, avant le lever du soleil, mais elle se trouve dans des positions de plus en plus voisines du point où cet astre doit apparaître au bout de quelques instants.

Enfin la planète se rapproche tellement du soleil, qu'on cesse de la voir pendant plusieurs jours. Lorsqu'on l'aperçoit de nouveau, elle se retrouve à l'est du soleil; c'est le soir qu'elle est visible, et, à partir de là, on la voit repasser successivement par les diverses positions qu'on l'avait vue prendre précédemment.

Vénus, en un mot, oscille de part et d'autre du soleil, en restant toujours à peu près sur le grand cercle de l'écliptique. Se trouvant, à certaines époques, à peu près dans la direction du soleil S (fig. 293), elle marche de S en A : puis elle revient de A en S, dépasse le soleil S, et va de S en B ; enfin elle retourne de B en S ;

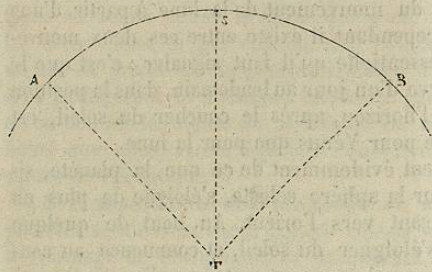


Fig. 293.

et, à partir de là, elle recommence comme précédemment. On la voit le soir, après le coucher du soleil, tant qu'elle est entre S et A ; on la voit, au contraire, le matin, avant le lever du soleil, tant qu'elle est entre S et B. Dans ce mouvement, sa vitesse va en diminuant tant qu'elle s'éloigne du soleil, et en augmentant, au contraire, lorsqu'elle s'en rapproche.

Les plus grandes digressions orientales STA, et occidentales STB, de Vénus n'ont pas toujours les mêmes valeurs, sans cependant varier beaucoup d'une époque à une autre ; elles restent comprises entre 45° et $47^\circ \frac{2}{3}$ environ. La durée d'une oscillation complète de la planète, par rapport au soleil, c'est-à-dire le temps qu'elle met, en partant du point A, à revenir au même point A, est en moyenne de 584 jours.

§ 254. Le soleil se mouvant constamment le long de l'écliptique, il est clair que Vénus ne doit pas avoir, par rapport aux étoiles, le même mouvement apparent que par rapport au soleil. On se fera une idée de ce mouvement de Vénus par rapport aux étoiles, en imaginant qu'elle oscille le long de l'arc AB, de part et d'autre du soleil S, et qu'en même temps le soleil emporte cet arc dans son mouvement annuel sur la sphère. Il doit en résulter évidemment, pour Vénus, un mouvement irrégulier sur la sphère : sa vitesse doit être tantôt grande, tantôt petite, et même il peut arriver que cette vitesse change de sens, lorsque la planète se trouve vers le milieu de l'arc AB, et qu'elle parcourt cet arc de l'est à l'ouest. C'est, en effet, ce qui arrive, comme l'indique l'observation.

Pour étudier la marche de Vénus parmi les étoiles, il faut opérer comme nous avons déjà fait pour le soleil et pour la lune. Chaque jour on peut marquer sur un globe céleste, ou sur une

carte, la position où se trouve la planète, soit que cette position ait été déterminée à la simple vue par la comparaison des distances de l'astre aux étoiles qui sont dans son voisinage, soit que, pour plus d'exactitude, on l'ait obtenue par la mesure de son ascension droite et de sa déclinaison. On voit ainsi que Vénus se meut à peu près suivant le grand cercle de l'écliptique, en passant tantôt d'un côté, tantôt de l'autre de ce cercle ; son mouvement, qui est généralement direct comme celui du soleil, est tantôt accéléré, tantôt retardé : de temps à autre, le sens de ce mouvement change, et il s'effectue pendant un certain nombre de jours de l'est à l'ouest, pour reprendre ensuite le sens direct qu'il avait d'abord. La figure 294 est la reproduction d'une partie de la planche II sur laquelle on a marqué les positions successives de Vénus, de 6

en 6 jours depuis le 27 septembre 1850 jusqu'au 7 mars 1851. On voit que la route suivie par la planète, dans cet intervalle de temps, se trouve en partie au sud, en partie au nord

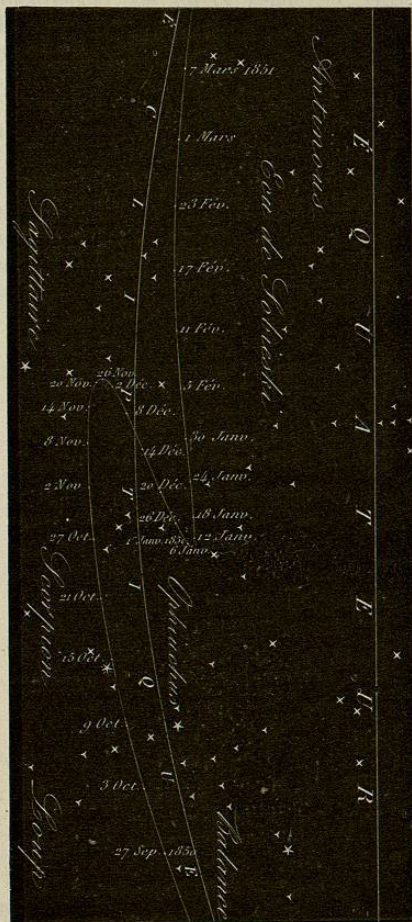


Fig. 294.

en 6 jours depuis le 27 septembre 1850 jusqu'au 7 mars 1851. On voit que la route suivie par la planète, dans cet intervalle de temps, se trouve en partie au sud, en partie au nord

de l'écliptique, sans s'éloigner beaucoup de ce grand cercle, ni d'un côté ni de l'autre. Le mouvement de Vénus est d'abord

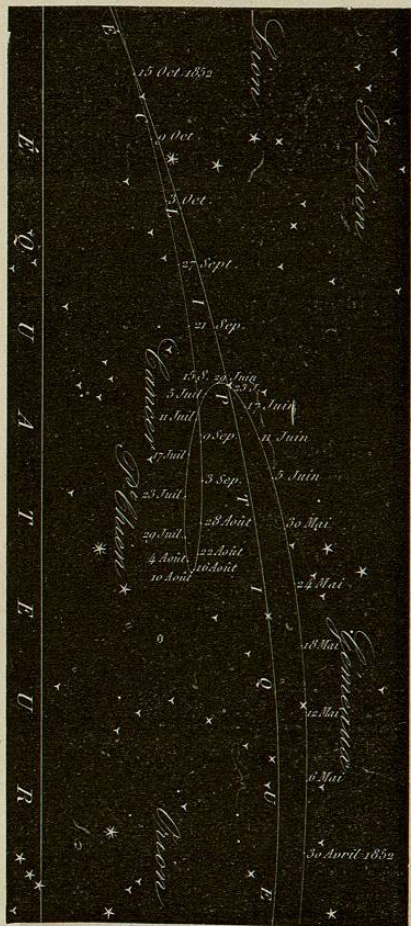


FIG. 295.

inversement. D'après ce que nous venons de voir, Vénus décrit sur la sphère une ligne présentant certaines sinuosités de part et d'autre de l'écliptique, et formée de parties successives où la pla-

nète est animée alternativement d'un mouvement direct et d'un mouvement rétrograde. La durée moyenne de l'intervalle de temps pendant lequel le mouvement est direct comprend environ 542 jours; la durée de son mouvement rétrograde est beaucoup plus courte, et seulement de 42 jours environ. Quant au temps que Vénus emploie à faire le tour du ciel, il n'est pas toujours le même, puisque sa vitesse varie d'une époque à une autre et que souvent elle change de sens; mais, la planète ne faisant qu'osciller de part et d'autre du soleil, il est aisé de voir qu'en moyenne ce temps est le même que celui de la révolution du soleil autour de la terre, c'est-à-dire une année.

On nomme *stations* de la planète les positions par lesquelles elle passe, lorsque son mouvement change de sens, c'est-à-dire lorsque ce mouvement, de direct qu'il était, devient rétrograde, ou

nète est animée alternativement d'un mouvement direct et d'un mouvement rétrograde. La durée moyenne de l'intervalle de temps pendant lequel le mouvement est direct comprend environ 542 jours; la durée de son mouvement rétrograde est beaucoup plus courte, et seulement de 42 jours environ. Quant au temps que Vénus emploie à faire le tour du ciel, il n'est pas toujours le même, puisque sa vitesse varie d'une époque à une autre et que souvent elle change de sens; mais, la planète ne faisant qu'osciller de part et d'autre du soleil, il est aisé de voir qu'en moyenne ce temps est le même que celui de la révolution du soleil autour de la terre, c'est-à-dire une année.

§ 255. Pour expliquer les apparences du mouvement de Vénus, les anciens ont eu recours à l'hypothèse de l'épicycle et du déferent, dont nous avons déjà parlé à l'occasion du soleil (§ 147) et

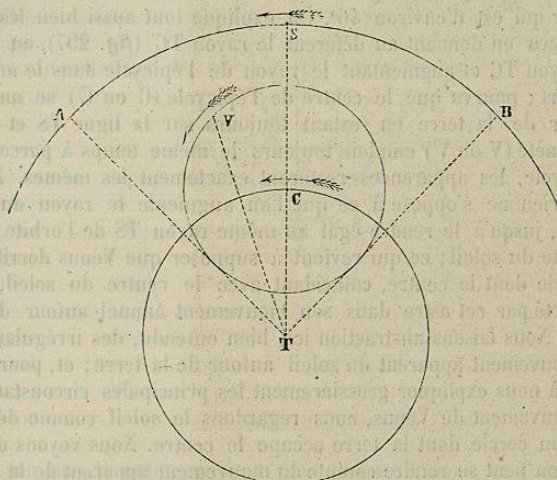


FIG. 296.

de la lune (§ 215). Ils ont supposé que la planète V (fig. 296) se meut sur un cercle dont le centre C parcourt lui-même un autre cercle ayant la terre T pour centre; et, pour tenir compte de ce que Vénus semble osciller de part et d'autre du soleil en s'en écartant également des deux côtés, ils ont admis que le centre C de l'épicycle se meut sur le déferent de manière à être toujours sur la ligne droite qui joint la terre T au soleil S. On comprend sans

peine, en effet, qu'une pareille hypothèse peut facilement rendre compte à la fois du mouvement oscillatoire de la planète par rapport au soleil, et de son mouvement alternativement direct et rétrograde par rapport aux étoiles.

Si le plan de l'épicycle coïncidait exactement avec le plan de l'écliptique, Vénus devrait paraître constamment sur ce dernier cercle, mais il suffit de supposer que le plan de l'épicycle est un peu oblique par rapport au plan de l'orbite apparente du soleil, pour expliquer le transport de la planète tantôt d'un côté, tantôt de l'autre de l'écliptique.

Dans les circonstances du mouvement apparent de Vénus, il n'y a rien qui puisse déterminer la grandeur du rayon du déferent, ni celle du rayon de l'épicycle; le rapport seul de ces deux rayons est déterminé par la condition que l'angle ATS soit égal à la valeur de la plus grande digression orientale ou occidentale de Vénus, valeur qui est d'environ 46° . On explique tout aussi bien les apparences en donnant au déferent le rayon TC' (fig. 297), au lieu du rayon TC et augmentant le rayon de l'épicycle dans le même rapport; pourvu que le centre de l'épicycle (C ou C') se meuve autour de la terre en restant toujours sur la ligne TS et que la planète (V ou V') emploie toujours le même temps à parcourir l'épicycle, les apparences resteront exactement les mêmes. Mais alors rien ne s'oppose à ce que l'on augmente le rayon du déferent, jusqu'à le rendre égal au même rayon TS de l'orbite apparente du soleil; ce qui revient à supposer que Vénus décrit un épicycle dont le centre, coïncidant avec le centre du soleil, est emporté par cet astre dans son mouvement annuel autour de la terre. Nous faisons abstraction ici, bien entendu, des irrégularités du mouvement apparent du soleil autour de la terre; et, pour arriver à nous expliquer grossièrement les principales circonstances du mouvement de Vénus, nous regardons le soleil comme décrivant un cercle dont la terre occupe le centre. Nous voyons donc que l'on peut se rendre compte du mouvement apparent de la planète qui nous occupe, en lui faisant parcourir un cercle autour du soleil comme centre, et supposant que le soleil emporte cette orbite avec lui dans son mouvement autour de la terre.

L'observation a permis de vérifier que c'est en effet ainsi que les choses se passent. Une particularité que nous n'avons pas encore signalée, et qui était inconnue aux anciens astronomes, a montré que la planète tourne autour du soleil, et ne reste pas toujours en deçà de cet astre en parcourant son épicycle, comme ils le croyaient. Vénus est un globe qui n'est pas lumineux par lui-

même; de même que la lune, cette planète reçoit sa lumière du soleil, et c'est ce qui fait que nous pouvons l'apercevoir. L'hémisphère de Vénus qui se trouve ainsi éclairé par le soleil n'occupe

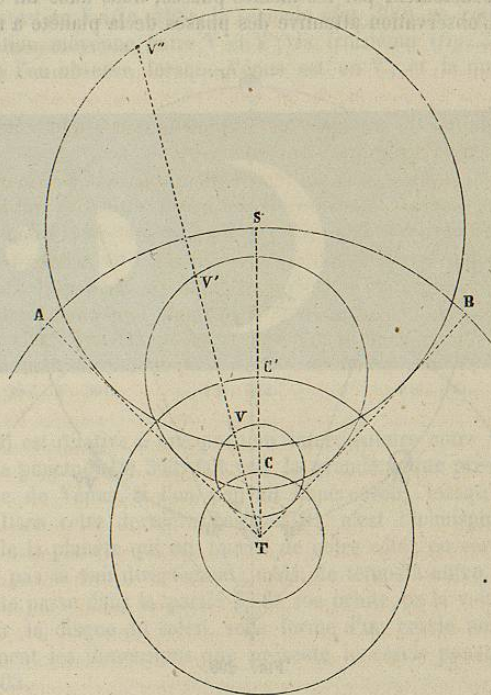


FIG. 297.

pas toujours la même position par rapport à nous, et il doit en résulter des phases analogues à celles de la lune. C'est ce que reconnut Galilée dès qu'il eut dirigé une lunette vers cette planète. Or, en suivant les modifications qu'éprouvaient successivement ces phases, il s'assura qu'elles s'accordaient complètement avec l'idée d'un mouvement de la planète sur une circonférence de cercle ayant le soleil pour centre. Dans un pareil mouvement, Vénus doit se montrer à nous sous forme d'un cercle lumineux, lorsqu'elle est en V (fig. 298); en allant de V en V' , elle doit passer insensiblement de la forme que nous venons d'indiquer à celle d'un

semi-cercle lumineux; de V en V', elle doit prendre la forme d'un croissant de plus en plus délié; en V'', elle doit être tout à fait invisible; enfin en allant de V'' en V''', puis en V, elle doit repasser exactement par les mêmes phases, mais dans un ordre inverse. L'observation attentive des phases de la planète a montré à

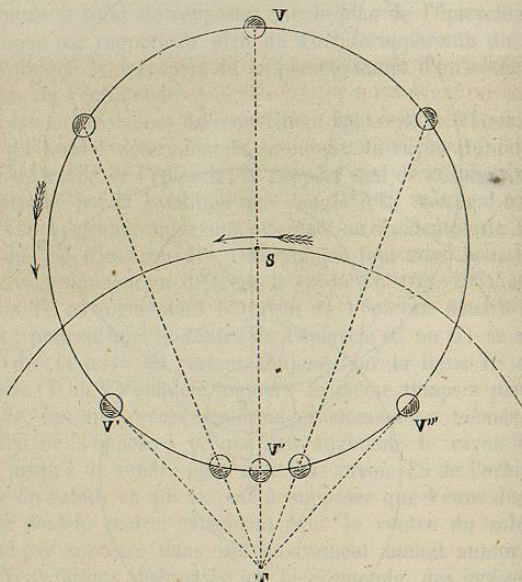
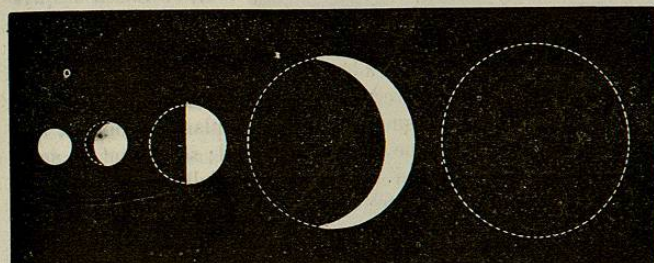


FIG. 298.

Galilée que c'était précisément de cette manière que les choses se passaient. Si Vénus décrivait un épicycle en restant toujours entre le soleil et la terre, ou toujours au delà du soleil, ou bien encore si l'épicycle de Vénus embrassait le soleil, en ayant son centre notablement éloigné de cet astre, il en résulterait dans la succession des phases des circonstances essentiellement différentes de celles qui correspondent au cas où la planète décrit un cercle autour du soleil comme centre, circonstances dont on aurait pu facilement constater l'existence par l'observation.

En même temps que Vénus présente des phases diverses, son diamètre apparent change de grandeur, en raison de l'augmentation ou de la diminution de sa distance à la terre. Cette variation

du diamètre apparent s'effectue même dans des limites assez étendues, comme on peut le voir par les figures 299 à 303, qui montrent les diverses formes de la planète construites à une même échelle. La première de ces formes (fig. 299) correspond au cas où Vénus est en V (fig. 298), la seconde (fig. 300) se rapporte à une position moyenne entre V et V'; la troisième (fig. 301) est celle que l'on observe lorsque Vénus est en V', et la quatrième



F. 299. F. 300. F. 301.

FIG. 302.

FIG. 303.

(fig. 302) est relative à une position intermédiaire entre V' et V''. Le cercle ponctué (fig. 303) fait voir la grandeur que présenterait le disque de Vénus, si l'on pouvait l'apercevoir, lorsqu'elle est en V''. Dans cette dernière position V'', c'est l'hémisphère non éclairé de la planète qui est tourné de notre côté; en sorte qu'on ne peut pas la voir directement; mais, de temps à autre, lorsque la planète passe dans la partie V'' de son orbite, on la voit se projeter sur le disque du soleil, sous forme d'un cercle noir qui a précisément les dimensions que présente le cercle ponctué de la figure 303.

§ 256. Le mouvement apparent de Mercure est tout à fait analogue à celui de Vénus. Cette planète, qui est beaucoup moins brillante que Vénus, peut être observée comme elle, tantôt le soir, peu de temps après le coucher du soleil, tantôt le matin, peu de temps avant le lever du même astre; on reconnaît ainsi qu'elle semble osciller de part et d'autre du soleil, en restant toujours à peu près sur le grand cercle de l'écliptique. Mais ce mouvement oscillatoire présente moins de régularité que celui de Vénus. Les plus grandes digressions orientales et occidentales de Mercure n'ont pas toujours la même valeur; elles varient entre $16^{\circ} \frac{1}{4}$ et $28^{\circ} \frac{3}{4}$. La durée d'une oscillation complète de cette planète par rapport au soleil, c'est-à-dire le temps qu'elle met à aller de sa

plus grande digression orientale à sa plus grande digression occidentale, et à revenir ensuite à sa première position, varie de 106 jours à 130 jours.

L'hypothèse qui avait servi aux anciens astronomes à se rendre compte des circonstances du mouvement apparent de Vénus a été également adoptée par eux pour Mercure; seulement elle a dû être compliquée de l'addition de nouveaux épicycles, comme nous l'avons déjà indiqué pour la lune (§ 215), en raison des irrégularités que nous venons de signaler dans le mouvement de la planète qui nous occupe. Les raisons que nous avons développées, et qui nous ont conduit à admettre que Vénus décrit un cercle dont le centre coïncide avec le centre du soleil, sont applicables à Mercure. Les phases que présente cette planète montrent que, comme Vénus, elle tourne autour du soleil; seulement on serait trop loin de la réalité, si l'on admettait qu'elle décrit uniformément un cercle dont le centre est au centre du soleil: on approche beaucoup plus de la vérité en regardant la planète comme décrivant un cercle excentrique au soleil, et cela avec une vitesse variable entre certaines limites.

Mercure se mouvant ainsi autour du soleil, sur une orbite que le soleil emporte avec lui dans son mouvement apparent autour de la terre, il en résulte pour la planète un mouvement irrégulier par rapport aux étoiles; elle traverse les constellations zodiacales, tantôt rapidement, tantôt lentement, et de temps à autre son mouvement, qui est généralement direct, devient rétrograde pendant quelques jours, pour reprendre ensuite le sens direct qu'il avait précédemment. La durée de cette rétrogradation de la planète est moyennement d'environ 23 jours. Mercure, comme Vénus, emploie en moyenne une année à faire le tour du ciel, c'est-à-dire à parcourir les diverses constellations zodiacales.

§ 257. **Mouvement apparent des planètes supérieures.** — Nous avons dit que les planètes supérieures se distinguent des planètes inférieures en ce que les premières s'éloignent du soleil à toute distance, jusqu'à se placer en opposition avec cet astre, tandis que les dernières ne font qu'osciller de part et d'autre du soleil, sans s'en éloigner au delà de certaines limites. Mais, quand on examine le mouvement des planètes supérieures par rapport aux étoiles, on trouve, au contraire, que ce mouvement est tout à fait analogue à celui des planètes inférieures.

Considérons en particulier la planète Mars. En marquant sur une carte céleste la suite des positions qu'elle occupe successivement dans le ciel, on voit qu'elle se meut à peu près suivant le

grand cercle de l'écliptique, dont elle ne s'écarte que de petites quantités, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. Après avoir marché pendant un assez long temps dans le sens direct, elle rebrousse chemin, et se meut pendant quelque temps en sens contraire; puis elle reprend son mouvement direct, pour rétrograder plus tard comme elle vient déjà de le faire, et ainsi de suite. La figure 304 montre la route décrite par Mars à la fin de l'année 1851 et au commencement de 1852. On voit qu'après s'être avancée du côté de l'orient jusqu'au 20 décembre 1851, la planète a rétrogradé jusque vers le 24 février 1852, et qu'ensuite elle a repris son mouvement direct. Mars conserve son mouvement direct pendant environ 707 jours, ou près de deux ans; la durée de son mouvement rétrograde est beaucoup plus courte, et se compose seulement d'environ 73 jours: en sorte que chaque période complète du mouvement de Mars, comprenant à la fois son mouvement direct et le mouvement rétrograde qui le suit, renferme environ 780 jours ou 2 ans et 50 jours. Mars fait tout

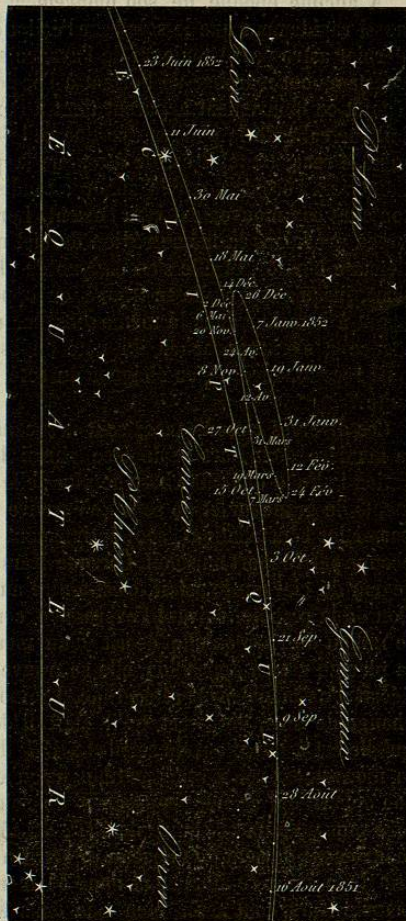


FIG. 304.