

nue sous le nom de *loi de Bode*, quoique l'astronome Bode, qui l'a publiée en 1778, n'en soit pas réellement l'auteur. Voici en quoi elle consiste,

Ecrivons à la suite les uns des autres les nombres :

0, 3, 6, 12, 24, 48, 96,

qui sont tels, que, en faisant abstraction du premier, chacun est

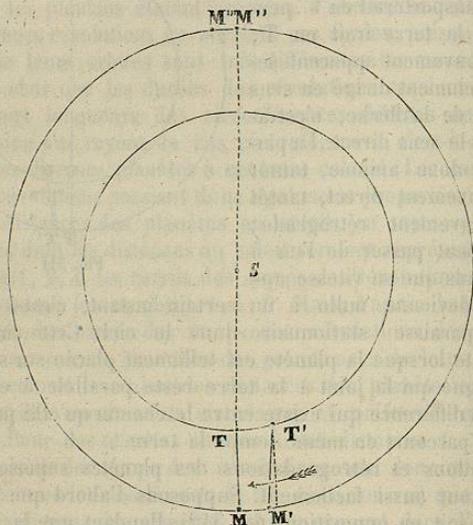


FIG. 312.

double du précédent. Ajoutons 4 unités à chacun de ces nombres, et nous aurons :

4, 7, 10, 16, 28, 52, 100.

Ces nouveaux nombres, à l'exception de 28, sont sensiblement proportionnels aux distances des planètes au soleil. En effet, si l'on multiplie par 10 les valeurs que nous avons assignées précédemment à ces distances (§ 261), on trouve les nombres suivants :

Mercure,	Vénus,	la Terre,	Mars,	.....	Jupiter,	Saturne.
3,9	7,2	10	15,2	.....	52,9	95,4

Ce sont, comme on le voit, à très-peu près, les nombres que nous

avons trouvés au moyen de la règle indiquée. Il n'y a que le dernier, celui qui se rapporte à Saturne, pour lequel il y ait une différence un peu notable.

La loi de Bode ne doit être regardée que comme un moyen simple de retrouver à peu près les valeurs des distances des planètes au soleil. Elle ne se rattache à aucune considération théorique.

§ 266. **Découverte de nouvelles planètes.** — L'emploi des lunettes et des télescopes, pour observer les diverses régions du ciel, a permis d'augmenter considérablement la liste des planètes que l'on peut apercevoir. Au lieu des six planètes (la Terre comprise), dont nous avons parlé jusqu'à présent, et qui étaient seules connues du temps de Copernic et de Kléper, on en compte maintenant cent quarante-six; et, d'après ce qui s'est passé dans ces dernières années, il est probable qu'il ne s'écoulera pas un long temps sans que le nombre en soit encore augmenté.

Le 13 mars 1781, Herschell examinait les petites étoiles de la constellation des Gémeaux, avec un télescope d'un assez fort grossissement, lorsqu'il s'aperçut que l'une d'elles, au lieu de se réduire à un simple point lumineux comme les autres, se montrait avec des dimensions appréciables. L'emploi de grossissements de plus en plus forts augmentait encore son diamètre apparent. Herschell, en s'attachant spécialement à l'observation de cet astre, reconnut bientôt qu'il était en mouvement par rapport aux étoiles voisines. On crut, pendant quelque temps, que c'était une comète; mais on ne tarda pas à s'assurer que c'était une planète, qui se mouvait autour du soleil comme les planètes connues, en restant à peu près à la même distance de cet astre central, et ne s'écartant pas beaucoup du plan de l'écliptique. Cette planète a reçu le nom d'*Uranus*. Sa distance au soleil est égale à 19,18, en prenant la distance du soleil à la terre pour unité; elle est donc située au delà de Saturne, à une distance du soleil à peu près double de celle de cette dernière planète. La loi de Bode se trouve encore sensiblement vraie pour Uranus: car le nombre qu'elle fournit, pour la planète venant immédiatement après Saturne, est 196, qui ne diffère pas beaucoup du nombre 191,8, obtenu en multipliant par 10 la distance d'*Uranus* au soleil.

La série des planètes, qui avait été agrandie par la découverte d'*Uranus*, en 1781, l'a été de nouveau, en 1846, par la découverte de *Neptune*, dont la distance au soleil est encore plus grande que celle d'*Uranus*. Nous parlerons plus loin des circonstances remarquables qui ont amené la connaissance de cette nouvelle planète, observée pour la première fois, le 23 septembre 1846, par M. Galle,

de Berlin, d'après les indications de M. Leverrier. Les observations ont fait voir que la distance de Neptune au soleil est égale à 30,04. La loi de Bode se trouve ici notablement en défaut, car elle indique le nombre 388 pour la planète qui suit immédiatement Uranus, tandis qu'en multipliant par 10 la distance de Neptune au soleil, on ne trouve que 300,4.

Les astronomes n'ont, jusqu'à présent, trouvé aucune planète circulant autour du soleil à une distance de cet astre plus grande que celle de Neptune. L'orbite de Neptune forme la limite extérieure du système planétaire, tel que nous le connaissons.

La loi de Bode, énoncée avant la découverte d'Uranus, découverte qui vint bientôt en confirmer l'exactitude presque complète, signalait une lacune entre Mars et Jupiter : aucune planète connue ne correspondait au nombre 28, compris entre ceux qui se rapportaient à ces deux planètes. Cette lacune a été surabondamment comblée, depuis le commencement du siècle actuel, par la découverte successive de cent quarante-six petites planètes, se mouvant toutes dans la région indiquée par la loi de Bode.

Nous allons faire l'énumération de ces cent quarante-six planètes, dans l'ordre de leur découverte, en les désignant par les noms que les astronomes leur ont attribués.

1. *Cérès*, découverte par Piazzi, à Palerme, le 1<sup>er</sup> janvier 1801 ; sa distance au soleil est 2,77. En multipliant cette distance par 10, on trouve 27,7, au lieu de 28 qu'indiquait la loi de Bode.
2. *Pallas*, découverte par Olbers, à Brême, le 28 mars 1802 ; sa distance au soleil est 2,77.
3. *Junon*, découverte par Harding, à Göttingue, le 1<sup>er</sup> septembre 1804 ; sa distance au soleil est 2,67.
4. *Vesta*, découverte par Olbers, à Brême, le 29 mars 1807 : sa distance au soleil est 2,36.
5. *Astrée*, découverte par M. Hencke, à Driessen, le 8 décembre 1845 ; sa distance au soleil est 2,58.
6. *Hébé*, découverte par M. Hencke, à Driessen, le 1<sup>er</sup> juillet 1847 ; sa distance au soleil est 2,43.
7. *Iris*, découverte par M. Hind, à Londres, le 13 août 1847 ; sa distance au soleil est 2,39.
8. *Flore*, découverte par M. Hind, à Londres, le 18 octobre 1847 ; sa distance au soleil est 2,20.
9. *Métis*, découverte par M. Graham, à Markree (Irlande), le 26 avril 1848 ; sa distance au soleil est 2,39.
10. *Hygie*, découverte par M. de Gasparis, à Naples, le 14 avril 1849 ; sa distance au soleil est 3,15.

11. *Parthénope*, découverte par M. de Gasparis, à Naples, le 11 mai 1850 ; sa distance au soleil est 2,45.
12. *Victoria*, découverte par M. Hind, à Londres, le 13 septembre 1850 ; sa distance au soleil est 2,33.
13. *Egérie*, découverte par M. de Gasparis, à Naples, le 2 novembre 1850 ; sa distance au soleil est 2,58.
14. *Irène*, découverte par M. Hind, à Londres, le 19 mai 1851 ; sa distance au soleil est 2,59.
15. *Eunomia*, découverte par M. de Gasparis, à Naples, le 29 juillet 1851 ; sa distance au soleil est 2,64.
16. *Psyché*, découverte par M. de Gasparis, à Naples, le 17 mars 1852 ; sa distance au soleil est 2,93.
17. *Thétis*, découverte par M. Luther, à Bilk, près Dusseldorf, le 17 avril 1852 ; sa distance au soleil est 2,47.
18. *Melpomène*, découverte par M. Hind, à Londres, le 24 juin 1852 ; sa distance au soleil est 2,30.
19. *Fortuna*, découverte par M. Hind, à Londres, le 22 août 1852 ; sa distance au soleil est 2,44.
20. *Massalia*, découverte par M. de Gasparis, à Naples, le 19 septembre 1852 ; sa distance au soleil est 2,41.
21. *Lutetia*, découverte par M. Goldschmidt, à Paris, le 15 novembre 1852 ; sa distance au soleil est 2,44.
22. *Calliope*, découverte par M. Hind, à Londres, le 16 novembre 1852 ; sa distance au soleil est 2,91.
23. *Thalie*, découverte par M. Hind, à Londres, le 15 décembre 1852 ; sa distance au soleil est 2,63.
24. *Phocea*, découverte par M. Chacornac, à Marseille, le 6 avril 1853 ; sa distance au soleil est 2,40.
25. *Thémis*, découverte par M. de Gasparis, à Naples, le même jour, 6 avril 1853 ; sa distance au soleil est 3,14.
26. *Proserpine*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 5 mai 1853, sa distance au soleil 2,66.
27. *Euterpe*, découverte par M. Hind, à Londres, le 8 novembre 1853 ; sa distance au soleil est 2,35.
28. *Bellone*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 1<sup>er</sup> mars 1854 ; sa distance au soleil est 2,78.
29. *Amphitrite*, découverte par M. Marth, à Londres, le même jour, 1<sup>er</sup> mars 1854 ; sa distance au soleil est 2,55.
30. *Urania*, découverte par M. Hind, à Londres, le 22 juillet 1854 ; sa distance au soleil est 2,37.
31. *Euphrosyne*, découverte par M. Fergusson, à Washington, le 1<sup>er</sup> septembre 1854 ; sa distance au soleil est 3,16.

32. *Pomone*, découverte par M. Goldschmidt, à Paris, le 26 octobre 1854; sa distance au soleil est 2,59.
33. *Polymnie*, découverte par M. Chacornac, à Paris, le 28 octobre 1854; sa distance au soleil est 2,87.
34. *Circé*, découverte par M. Chacornac, à Paris, le 6 avril 1855; sa distance au soleil est 2,69.
35. *Leucothée*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 19 avril 1855; sa distance au soleil est 3,01.
36. *Atalante*, découverte par M. Goldschmidt, à Paris, le 5 octobre 1855; sa distance au soleil est 2,75.
37. *Fidès*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 5 octobre 1855; sa distance au soleil est 2,64.
38. *Léda*, découverte par M. Chacornac, à Paris, le 12 janvier 1856; sa distance au soleil est 2,74.
39. *Lætitia*, découverte par M. Chacornac, à Paris, le 8 février 1856; sa distance au soleil est 2,77.
40. *Harmonia*, découverte par M. Goldschmidt, à Paris, le 31 mars 1856; sa distance au soleil est 2,27.
41. *Daphné*, découverte par M. Goldschmidt, à Paris, le 22 mai 1856; sa distance au soleil est 2,78.
42. *Isis*, découverte par M. Pogson, à Oxford (Angleterre), le 23 mai 1856; sa distance au soleil est 2,44.
43. *Ariane*, découverte par M. Pogson, à Oxford, le 15 avril 1857; sa distance au soleil est 2,20.
44. *Nysa*, découverte par M. Goldschmidt, à Paris, le 27 mai 1857; sa distance au soleil est 2,42.
45. *Eugénia*, découverte par M. Goldschmidt, à Paris, le 11 juillet 1857; sa distance au soleil est 2,72.
46. *Hestia*, découverte par M. Pogson, à Oxford, le 16 août 1857; sa distance au soleil est 2,53.
47. *Melete*, découverte par M. Goldschmidt, à Paris, le 9 septembre 1857; sa distance au soleil est 2,60.
48. *Aglàia*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 15 septembre 1857; sa distance au soleil est 2,88.
49. *Doris*, découverte par M. Goldschmidt, à Paris, le 19 septembre 1857; sa distance au soleil est 3,10.
50. *Palès*, découverte par M. Goldschmidt, à Paris, le même jour 19 septembre 1857; sa distance au soleil est 3,09.
51. *Virginia*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 19 octobre 1857; sa distance au soleil est 2,65.
52. *Nemausa*, découverte par M. Laurent, à Nîmes, le 22 janvier 1858; sa distance au soleil est 2,37.

53. *Europa*, découverte par M. Goldschmidt, à Paris, le 6 février 1858; sa distance au soleil est 3,10.
54. *Calypso*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 4 avril 1858; sa distance au soleil est 2,61.
55. *Alexandra*, découverte par M. Goldschmidt, à Paris, le 10 septembre 1858; sa distance au soleil est 2,71.
56. *Pandore*, découverte par M. Searle, à Albany (Amérique), le 10 septembre 1858; sa distance au soleil est 2,76.
57. *Mnemosyne*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 22 septembre 1859; sa distance au soleil est 3,16.
58. *Concordia*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 24 mars 1860; sa distance au soleil est 2,70.
59. *Danaë*, découverte par M. Goldschmidt, à Châtillon, près Paris, le 9 septembre 1860; sa distance au soleil est 2,99.
60. *Olympia*, découverte par M. Chacornac, à Paris, le 12 septembre 1860; sa distance au soleil est 2,71.
61. *Echo*, découverte par M. Fergusson, à Washington, le 14 septembre 1860; sa distance au soleil est 2,39.
62. *Erato*, découverte par MM. Forster et Lesser, à Berlin, le même jour 14 septembre 1860; sa distance au soleil est 3,13.
63. *Ausonia*, découverte par M. de Gasparis, à Naples, le 10 février 1861; sa distance au soleil est 2,40.
64. *Angelina*, découverte par M. Tempel, à Marseille, le 4 mars 1861; sa distance au soleil est 2,68.
65. *Maximiliana*, découverte par M. Tempel, à Marseille, le 8 mars 1861; sa distance au soleil est 3,42.
66. *Maïa*, découverte par M. Tuttle, à Cambridge (Amérique), le 9 avril 1861; sa distance au soleil est 2,66.
67. *Asia*, découverte par M. Pogson, à Madras, le 17 avril 1861; sa distance au soleil est 2,42.
68. *Leto*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 29 avril 1861; sa distance au soleil est 2,77.
69. *Hesperia*, découverte par M. Schiaparelli, à Milan, le même jour 29 avril 1861; sa distance au soleil est 2,99.
70. *Panope*, découverte par M. Goldschmidt, à Fontenay-aux-Roses, près Paris, le 5 mai 1861; sa distance au soleil est 2,63.
71. *Niobé*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 13 août 1861; sa distance au soleil est 2,76.
72. *Feronia*, découverte par MM. C. H. F. Peters et Safford, à Clinton (Amérique), le 12 février 1862; sa distance au soleil est 2,27.

73. *Clytie*, découverte par M. Tuttle, à Cambridge (Amérique), le 7 avril 1862; sa distance au soleil est 2,67.
74. *Galathee*, découverte par M. Tempel, à Marseille, le 29 août 1862; sa distance au soleil est 2,78.
75. *Eurydice*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 22 septembre 1862; sa distance au soleil est 2,67.
76. *Freia*, découverte par M. Darrest, à Copenhague, le 21 octobre 1862; sa distance au soleil est 3,19.
77. *Frigga*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 15 novembre 1862; sa distance au soleil est 2,67.
78. *Diane*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 15 mars 1863; sa distance au soleil est 2,63.
79. *Eurymome*, découverte par M. Watson, à l'observatoire de Ann-Arbor (Amérique), le 14 septembre 1863; sa distance au soleil est 2,45.
80. *Sapho*, découverte par M. Pogson, à Madras, le 2 mai 1864; sa distance au soleil est 2,30.
81. *Terpsichore*, découverte par M. Tempel, à Marseille, le 30 septembre 1864; sa distance au soleil est 2,86.
82. *Alcmène*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 27 novembre 1864; sa distance au soleil est 2,75.
83. Béatrix, découverte par M. de Gasparis, à Naples, le 26 avril 1865; sa distance au soleil est 2,43.
84. *Clio*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 25 août 1865; sa distance au soleil est 2,36.
85. *Io*, découverte par M. C. H. F. Peters à Clinton, le 19 septembre 1865; sa distance au soleil est de 2,65
86. *Sémélé*, découverte par M. Tietjen, à                    le 4 janvier 1866; sa distance au soleil est 3,11.
87. *Silvia*, découverte par M. Pogson, à Madras, le 17 mai 1866; sa distance au soleil est 3,49.
88. *Thisbé*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 20 juin 1866; sa distance au soleil est 2,77
89. *Julia*, découverte par M. Stéphan, à Marseille, le 6 août 1866; sa distance au soleil est 2,55.
90. *Antiopé*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 1<sup>er</sup> octobre 1866; sa distance au soleil est de 3,14.
91. *Egine*, découverte par M. Borelly, à Marseille, le 4 novembre 1866; sa distance au soleil est 2,56.
92. *Undine*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 7 juillet 1867; sa distance au soleil 3,19.

93. *Minerve*, découverte par M. Watson, à Ann-Arbor, le 24 août 1867; sa distance au soleil est 2,75.
94. *Aurora*, découverte par M. Watson, à Ann-Arbor, le 6 septembre 1867; sa distance au soleil est 3,16.
95. *Aréthuse*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 23 novembre 1867; sa distance au soleil est 3,07.
96. *Eglé*, découverte par M. Coggia, à Marseille, le 17 février 1868; sa distance au soleil est 3,06.
97. *Clotho*, découverte par M. Tempel, à Marseille, le même jour 17 février 1868; sa distance au soleil est 2,67.
98. *Ianthe*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 18 avril 1868; sa distance au soleil est 2,68.
99. *Dike*, découverte par M. Borelly, à Marseille, le 28 mai 1868; sa distance au soleil est 2,83.
100. *Hécate*, découverte par M. Watson, à Ann-Arbor, le 11 juillet 1868; sa distance au soleil est 3,11.
101. *Hélène*, découverte par M. Watson, à Ann-Arbor, le 16 août 1868; sa distance au soleil est 2,57.
102. *Miriam*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 22 août 1868; sa distance au soleil est 2,66.
103. *Héra*, découverte par M. Watson à Ann-Arbor, le 7 septembre 1868; sa distance au soleil est 2,71.
104. *Clymène*, découverte par M. Watson, à Ann-Arbor, le 13 septembre 1868; sa distance au soleil est 3,18.
105. *Artémise*, découverte par M. Watson, à Ann-Arbor, le 16 septembre 1868; sa distance au soleil est 2,38.
106. *Dione*, découverte par M. Watson, à Ann-Arbor, le 10 octobre 1868; sa distance au soleil est 3,20.
107. *Camille*, découverte par M. Pogson, à Madras, le 17 novembre 1868; sa distance au soleil est 3,56.
108. *Hécube*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 6 avril 1869; sa distance au soleil est de 3, 19.
109. *Félicité*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 16 octobre 1869; sa distance au soleil est de 2,70.
110. *Lydie*, découverte par M. Borelly, à Marseille, le 19 avril 1870; sa distance au soleil est de 2,69.
111. *Até*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 14 août 1870; sa distance au soleil est de 2,59.
112. *Iphigénie*, découverte par M. C. H. F. Peters à Clinton, le 19 septembre 1870; sa distance au soleil est de 2,43.
113. *Amalthée*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 12 mars 1871; sa distance au soleil est de 2,38.

114. *Cassandra*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 23 juillet 1871; sa distance au soleil est de 2,66.
115. *Thyra*, découverte par M. Watson, à Ann-Arbor, le 6 août 1871; sa distance au soleil est de 2,40.
116. *Sirona*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 14 septembre 1871; sa distance au soleil est de 2,77.
117. *Lomia*, découverte par M. Borelly, à Marseille, le 12 septembre 1871; sa distance au soleil est de 2,99.
118. *Peitho*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 15 mars 1872; sa distance au soleil est de 2,44.
119. *Althaea*, découverte par M. Watson, à Ann-Arbor, le 8 avril 1872; sa distance au soleil est de 2,58.
120. *Lachésis*, découverte par M. Borelly, à Marseille, le 10 avril 1872; sa distance au soleil est de 3,13.
121. *Hermione*, découverte par M. Watson à Ann-Arbor, le 13 mai 1872; sa distance au soleil est de 3,46.
122. *Gerda*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 1<sup>er</sup> août 1872; sa distance au soleil est de 3,22.
123. *Brunhilda*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 1<sup>er</sup> août 1872; sa distance au soleil est de 2,69.
124. *Alceste*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 24 août 1872; sa distance au soleil est de 2,63.
125. *Liberatrix*, découverte par M. Prosper Henry, à Paris, le 12 septembre 1872; sa distance au soleil est de 3,04.
126. *Velléda*, découverte par M. Paul Henry, à Paris, le 5 novembre 1872; sa distance au soleil est de 2,44.
127. *Johanna*, découverte par M. Prosper Henry, à Paris, le 5 novembre 1872; sa distance au soleil est de 2,75.
128. *Némésis*, découverte par M. Watson, à Ann-Arbor, le 25 novembre 1872; sa distance au soleil est de 2,75.
129. *Antigone*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 5 février 1873; sa distance au soleil est de 2,88.
130. *Electra*, découverte par M. C. H. F. Peters à Clinton, le 17 février 1873; sa distance au soleil est de 3,13.
131. *Vala*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 24 mai 1873; sa distance au soleil est de 2,42.
132. *Aethra*, découverte par M. Watson, à Ann-Arbor, le 13 juin 1873; sa distance au soleil est de 2,36.
133. *Cyrène*, découverte par M. Watson, à Ann-Arbor, le 16 août 1873; sa distance au soleil est de 3,07.
134. *Sophrosine*, découverte par M. Luther, à Bilk, le 27 septembre 1873; sa distance au soleil est de 2,57.

135. *Herta*, découverte par M. H. F. Peters, à Clinton, le 18 février 1874.
136. *Austria*, découverte par M. Palisa, à Pola, le 18 mars 1874.
137. *Mélibée*, découverte par M. Palisa, à Pola, le 21 avril 1874.
138. *Tolosa*, découverte par M. Perrrotin, à Toulouse le 19 mai 1874.
139. Découverte par M. Watson, à Pékin, le 10 octobre 1874; sa distance au soleil est de 2,71.
140. *Siva*, découverte par M. Palisa, à Pola, le 13 octobre 1874.
141. *Lumen*, découverte par M. Paul Henry, à Paris, le 13 janvier 1875; sa distance au soleil est de 2,71.
142. *Solana*, découverté par M. Palisa, à Pola, le 28 janvier 1875.
143. *Adria*, découverte par M. Palisa, à Pola, le 23 février 1875; sa distance au soleil est de 2,75.
144. *Vibilia*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton, le 4 juin 1875.
145. *Adéona*, découverte par M. C. H. F. Peters, à Clinton le 5 juin 1875.
146. Découverte par M. Borelly, à Marseille, le 9 juin 1875.
- § 267. **Comment on découvre les petites planètes.** — La recherche des petites planètes nouvelles est faite systématiquement aujourd'hui dans un grand nombre d'observatoires. Voici comment on opère.
- Les astronomes ont entre les mains des cartes célestes (§ 94) sur lesquelles ont été reportées toutes les étoiles visibles avec leurs instruments. Ces cartes sont divisées en petits carrés correspondant à des surfaces égales du ciel visible; dans chacun de ces carrés on a placé, avec leurs positions exactes, les étoiles qui existent sur la surface correspondante du ciel. Disons de suite que tout le ciel n'a pas été soumis à cet examen minutieux et que les cartes dont se servent les astronomes sont limitées à quelques degrés au-dessus et au-dessous de l'écliptique. C'est en effet dans cette région que les petites planètes et les comètes sont le plus facilement aperçues, puisque ces petits astres deviennent surtout visibles lorsque la distance qui les sépare du soleil est la plus petite possible.
- L'astronome, ayant en main ces *cartes écliptiques* (§ 94), inspecte les portions du ciel correspondant à chaque carré de la carte. Il reconnaît les étoiles qui ont été ainsi cataloguées et ne s'arrête que lorsqu'un astre non porté sur la carte lui apparaît. Quelle est la nature de cet astre nouveau? Est-ce une étoile oubliée? une petite planète nouvelle ou une comète?

Si l'astre n'a pas de mouvement propre, si sa distance aux

étoiles voisines ne change pas, c'est une étoile (§ 58). Dans le cas contraire, on a affaire à une de ces petites planètes qui circulent entre les orbites de Mars et de Jupiter, ou bien à une comète. Les éléments calculés des petites planètes déjà découvertes ou des comètes dont l'apparition a été constatée, indiquent de suite si l'on est en présence d'un astre nouveau. Dans le cas contraire, on n'a plus qu'à rechercher si cet astre est une planète ou une comète. L'aspect de l'astre, la direction de son mouvement, la nature de la courbe qu'il décrit permettent de décider, comme nous le verrons plus loin au § 303 entre ces deux hypothèses.

Dans l'un et dans l'autre cas, trois bonnes observations faites à des intervalles suffisamment éloignés permettront de calculer les éléments de l'orbite de cet astre et de prévoir les circonstances de son mouvement.

Ces recherches nécessitent un ciel d'une grande pureté et l'on comprend pourquoi, en France, les observatoires de Marseille et de Toulouse sont plus spécialement occupés de ces travaux.

§ 268. **Éléments du mouvement des planètes.** — L'observation montre que les nouvelles planètes satisfont aussi bien que les anciennes aux trois lois de Képler. Chacune d'elles décrit une ellipse dont le soleil occupe un des foyers, et parcourt son orbite elliptique conformément à la loi des aires; en comparant les durées de leurs révolutions, soit entre elles, soit avec celles des six planètes connues du temps de Képler, on reconnaît que les carrés de ces durées sont proportionnels aux cubes des grands axes des orbites. Pour achever de donner une idée convenable du système planétaire, nous ferons connaître les principaux éléments des mouvements elliptiques des diverses planètes, savoir : le demi-grand axe de chaque orbite, qui n'est autre chose que la distance moyenne de la planète au soleil; la durée de la révolution sidérale, qui est liée au demi-grand axe par la troisième loi de Képler; l'excentricité de l'orbite, qui fait connaître la différence que présente cette orbite avec un cercle; enfin, l'inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique.

Pour que le mouvement d'une planète soit complètement connu, il ne suffit pas d'avoir les valeurs des éléments qui sont contenus dans le tableau ci-après. L'inclinaison du plan de l'orbite sur l'écliptique ne peut pas, à elle seule, faire connaître la position de ce plan; il faut y joindre l'indication de la direction de la ligne d'intersection de ce plan de l'orbite avec le plan de l'écliptique, c'est-à-dire de la ligne des nœuds de la planète. La distance moyenne de la planète au soleil et l'excentricité de son orbite font

bien connaître la forme et les dimensions de cette orbite; mais il faut, en outre, que l'on donne la direction de son grand axe, pour que la position de l'orbite dans son plan soit entièrement déterminée. Enfin, lorsqu'on connaît la position et les dimensions de l'orbite de la planète, il faut encore que l'on indique en quel point de cette orbite elle se trouve à une époque donnée. La durée de la révolution, combinée avec la loi des aires, suffit dès lors pour que l'on puisse trouver la position que la planète occupe dans l'espace à une époque quelconque.

ÉLÉMENTS DU SYSTÈME PLANÉTAIRE.

NOMS des PLANÈTES.	DISTANCES moyennes AU SOLEIL.	DURÉES DES RÉVOLUTIONS		EXCEN- TRICITÉS.	INCLI- NAISONS.
		EN ANNÉES.			
		EN JOURS.	EN ANNÉES.		
		jours.	ans.		
Mercure.....	0,387 40	87,969	0,24	0,20560	7° 0' 8"
Vénus.....	0,723 33	224,701	0,62	0,00684	3 23 35
La Terre.....	1.000 00	365,256	1,00	0,01677	0 0 0
Mars.....	1,523 69	686,980	1,88	0,09326	1 51 2
Jupiter.....	5,202 80	4 332,585	11,86	0,04824	1 18 40
Saturne.....	9,538 85	10 759,220	29,46	0,05600	2 29 28
Uranus.....	19,182 64	30 686,821	84,02	0,04658	0 46 30
Neptune.....	30,04	60 126,72	164,6	0,00872	1 46 59
	de	de	de	de	de
Petites planètes	2,201 73	1 193,281	3,27	0,02288	0 41 7
entre Mars et	(Flore)	(Flore)	(Flore)	(Lomia)	(Massalia)
Jupiter.....	à	à	à	à	à
	3,492 71	2 384,190	6,53	0,33973	34 32 41
	(Sylvia).	(Sylvia).	(Sylvia).	(Polymnie)	(Pallas).

Le mouvement d'une planète dépend donc de six éléments, qui sont : 1° l'inclinaison du plan de l'orbite sur l'écliptique; 2° l'angle que la ligne des nœuds de l'orbite fait avec une ligne fixe menée par le centre du soleil; 3° le demi-grand axe de l'ellipse, ou, ce qui est la même chose, la distance moyenne de la planète au soleil; 4° l'excentricité de l'ellipse; 5° l'angle que le grand axe de l'ellipse fait avec la ligne des nœuds du plan de l'orbite; 6° enfin, l'angle que le rayon mené de la planète au soleil fait avec le grand axe de l'orbite, à une époque donnée. La durée de la révolution de la planète ne forme pas un élément distinct de ceux que nous venons d'énumérer, puisque cette durée est connue par la troisième loi de Képler, dès que l'on connaît le demi-grand axe de l'orbite.

Nous n'avons donné, dans le tableau précédent, pour chaque

planète, que trois des six éléments qui déterminent son mouvement ; la connaissance des trois autres éléments n'offrirait aucun intérêt aux personnes qui ne s'occupent pas d'une manière toute spéciale de recherches astronomiques.

§ 269. **Détails sur les diverses planètes.** — Des deux planètes inférieures, *Vénus* est celle sur laquelle les astronomes peuvent le plus facilement porter leurs investigations ; aussi c'est par elle que nous commencerons.

L'observation de certaines taches que l'on aperçoit sur le disque de *Vénus* montre que cette planète est animée d'un mouvement de rotation sur elle-même, mouvement qui s'effectue dans le même sens que la révolution de la planète autour du soleil, c'est-à-dire d'occident en orient. Schrœter a trouvé qu'elle fait un tour entier en  $23^{\text{h}}21^{\text{m}}19^{\text{s}}$  ; il a évalué à  $75^{\circ}$  l'angle que le plan de son équateur fait avec le plan de son orbite. On voit, d'après cela, que sur la surface de *Vénus*, les jours sont à peu près égaux aux nôtres ; la durée de l'année y est d'environ 225 de nos jours. Les saisons y sont beaucoup plus prononcées que sur la terre, puisque l'angle qui correspond à l'obliquité de l'écliptique est de  $75^{\circ}$ , au lieu de  $23^{\circ} \frac{1}{2}$ . Il n'y a pas de zones tempérées sur la surface de *Vénus* ; dans chaque hémisphère, la zone torride et la zone glaciale se joignent, et empiètent même beaucoup l'une sur l'autre.

*Vénus* est environnée d'une atmosphère dont la présence est rendue sensible par un phénomène crépusculaire analogue à celui qui se produit sur la terre : l'hémisphère de la planète qui est tourné du côté opposé au soleil se trouve légèrement éclairé sur tout son contour, et dans une certaine largeur, par la lumière répandue dans l'atmosphère, en sorte qu'il y a une diminution graduelle de lumière depuis la partie de la surface qui est directement éclairée par le soleil jusqu'à celle qui est dans l'obscurité. L'atmosphère de *Vénus* est comparable à la nôtre, Schrœter évalue à  $30' \frac{1}{2}$  la réfraction horizontale qu'elle occasionne, tandis que, dans notre atmosphère, cette réfraction horizontale est, comme on sait, de  $33' \frac{2}{3}$  (§ 55).

Le contour circulaire du croissant de *Vénus* paraît beaucoup plus lumineux que le reste de la partie éclairée. On peut expliquer cette particularité par la présence de nuages flottants dans l'atmosphère, dont la surface mate nous renverrait plus de lumière que les autres parties du disque ; d'autant plus que les nuages situés au bord extérieur du croissant reçoivent plus de lumière du soleil que ceux qui sont situés en tout autre point de la partie que nous apercevons.

La ligne de séparation d'ombre et de lumière sur la planète présente quelquefois des dentelures sensibles, comme cela a lieu pour la lune ; quelquefois aussi les cornes du croissant sont tronquées : cela tient à ce qu'il existe sur *Vénus* des aspérités, des montagnes d'une hauteur beaucoup plus grande que celle des principales montagnes de la terre. On a été conduit ainsi à admettre que la hauteur de quelques montagnes de *Vénus* atteint la 144<sup>e</sup> partie du rayon de la planète. Sur la terre, la hauteur des pics les plus élevés de l'Himalaya n'est que la 740<sup>e</sup> partie du rayon terrestre.

Lorsqu' *Vénus* passe entre le soleil et la terre, de manière à se projeter sur le disque du soleil, elle se montre sous forme d'une tache noire exactement circulaire. Les mesures que l'on a effectuées sur cette tache n'ont pu manifester aucun aplatissement sensible. Il est bon d'ajouter qu'un aplatissement pareil à celui du globe terrestre serait trop faible pour pouvoir être aperçu dans de pareilles circonstances, à cause de la petitesse du diamètre apparent de *Vénus*, qui, lors de ses passages sur le disque du soleil, n'est guère que d'une minute.

Le diamètre apparent de *Vénus* varie considérablement d'une époque à une autre ; lorsque la planète se trouve à une distance de la terre égale à celle de la terre au soleil, ce diamètre apparent est, d'après Arago, de  $16''$ , 9. Nous savons que le diamètre apparent de la terre vue à la même distance est le double de la parallaxe horizontale du soleil, et que, par conséquent, il est égal à  $17''$ , 72 : on en conclut que le rayon de *Vénus* est les 0,954 du rayon de la terre. Le volume de *Vénus* est les 0,868 du volume du globe terrestre.

*Vénus* se montre toujours comme une étoile extrêmement brillante. Lorsqu'elle se trouve à l'orient du soleil, on la voit le soir, après le coucher de cet astre ; alors elle commence à se montrer longtemps avant que la lueur crépusculaire se soit assez affaiblie pour laisser voir les étoiles qui l'avoisinent. De même, lorsqu'elle est à l'occident du soleil, on la voit le matin, et l'aurore ne la fait disparaître que la dernière. Son éclat varie nécessairement d'une époque à une autre, à cause des phases qu'elle présente successivement, et aussi à cause de la variation considérable de son diamètre apparent ; à certaines époques, son éclat est tel, qu'on l'aperçoit facilement en plein jour et à l'œil nu. Avec les lunettes et les télescopes, on peut l'observer, lors même qu'elle n'est qu'à une petite distance du soleil.

§ 270. La planète *Mercur*e étant beaucoup plus rapprochée du

soleil que Vénus, l'observation des particularités que présente sa surface ne peut pas se faire aussi facilement que pour Vénus. On est parvenu cependant à certains résultats que nous allons indiquer.

Schrœter a reconnu que Mercure tourne sur lui-même, et qu'il fait un tour entier en 24 heures et 4 ou 5 minutes. L'équateur de la planète est presque perpendiculaire au plan de son orbite. En tenant compte de la légère obliquité du premier de ces deux plans sur le second, on voit que le mouvement de rotation s'effectue d'occident en orient.

Schrœter attribue à Mercure une atmosphère à peu près aussi dense que celle de Vénus. Il a reconnu l'existence de montagnes dont il évalue la plus grande hauteur à  $\frac{1}{126}$  du rayon de la planète.

L'observation de Mercure, lors de ses passages devant le disque du soleil, manifeste un aplatissement sensible de la planète, dans le sens de son axe de rotation.

Le diamètre apparent de Mercure, lorsque sa distance à la terre est égale à la distance moyenne de la terre au soleil, a une valeur de 6",7; on en conclut que le rayon de Mercure est les 0,378 du rayon terrestre.

Mercury est assez rarement visible à l'œil nu : il faut, pour cela, qu'il soit dans le voisinage de ses plus grandes digressions orientales ou occidentales. Habituellement, on ne peut l'observer qu'avec des lunettes.

§ 271. Parmi les planètes supérieures, *Mars* est celle qui se rapproche le plus de nous; lors de ses oppositions, elle n'est guère éloignée de la terre que de la moitié de la distance de la terre au soleil; aussi peut-on observer assez facilement ce qui se passe à la surface de cette planète.

Herschell a trouvé, par l'observation des taches permanentes que présente le disque de la planète, qu'elle tourne sur elle-même, d'occident en orient, et qu'elle met  $24^h 39^m 21^s,7$  à faire un tour entier; d'après le même astronome, son équateur est incliné de  $28^\circ 42'$  sur le plan de son orbite. On voit donc que, sur cette planète il doit y avoir des saisons analogues aux nôtres : sa surface doit présenter, comme la surface de la terre, une zone torride, des zones tempérées et une zone glaciale, avec cette seule différence que les zones tempérées sont un peu plus étroites sur Mars que sur la terre.

Herschell, ayant reconnu des changements sensibles dans les apparences de certaines taches permanentes, en conclut que Mars était environné d'une atmosphère considérable.

Nous avons dit (§ 258) que Mars présente quelques commencements de phases; son disque se rétrécit d'une manière sensible à certaines époques, dans le sens de la ligne qui joint la planète au soleil. Lorsque Mars est en opposition, toute trace de phase disparaît, et la planète se montre sous sa véritable forme. On s'assure facilement alors que sa surface a la forme d'un sphéroïde aplati, comme la terre; mais l'aplatissement est beaucoup plus prononcé : il est égal à  $\frac{1}{33}$ .

Ce que Mars présente de plus remarquable, ce sont deux taches blanches, situées dans les régions qui avoisinent les deux pôles de la planète. Ces taches sont probablement dues à des amas de neige et de glace pareils à ceux qui existent dans les régions polaires de la terre. Ce qui nous confirme dans cette opinion, c'est que les deux taches augmentent et diminuent alternativement de grandeur; et ces variations sont tellement liées aux diverses positions que l'axe de rotation de la planète prend successivement par rapport au soleil, qu'il est impossible de ne pas y voir l'effet des variations de température, qui, à certaines époques, déterminent la fonte des glaces vers un des deux pôles et l'augmentation progressive des glaces vers l'autre pôle, tandis qu'à d'autres époques ce sont les phénomènes inverses qui se produisent. La figure 313 représente Mars avec les deux taches polaires dont nous venons de parler; son disque est légèrement déprimé dans le sens transversal, parce que la planète est figurée à une époque à laquelle l'hémisphère qu'elle tourne vers la terre n'est pas entièrement éclairé par le soleil, ce qui fait qu'une portion de cet hémisphère est invisible.

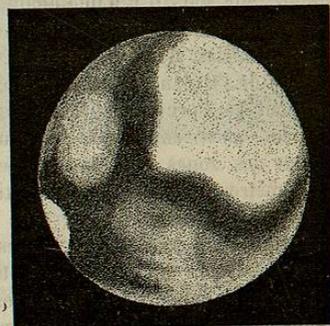


Fig. 313.

Le diamètre apparent équatorial de Mars, à la distance moyenne du soleil à la terre, est de 9",57; son diamètre apparent polaire, à la même distance, est de 9",28. Le rayon équatorial et le rayon polaire de la planète sont donc respectivement les 0,540 et 0,524 du rayon de la terre.

Mars paraît, à l'œil nu, comme une belle étoile d'une teinte rougeâtre; elle est beaucoup moins brillante que Vénus.