

| NOMS des ASTRES. | Rayons. | Surfaces. | Volumes. | Masses. | Densités moyennes. |
|------------------------|---------|-----------|----------|---------|-----------------------|
| Mercure..... | 0,38 | 0,14 | 0,05 | 0,08 | 7,7 |
| Vénus..... | 0,95 | 0,91 | 0,87 | 0,79 | 5,0 |
| La Terre..... | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 5,6 |
| Mars..... | 0,54 | 0,29 | 0,16 | 0,11 | 4,0 |
| Jupiter..... | 11,16 | 125,00 | 1390,00 | 309,03 | 1,3 |
| Saturne..... | 9,53 | 91,00 | 865,00 | 92,39 | 0,7 |
| Uranus..... | 4,22 | 18,00 | 75,00 | 15,77 | 1,2 |
| Neptune..... | 4,41 | 19,00 | 86,00 | 18,54 | 1,2 |
| La Lune..... | 0,27 | 0,07 | 0,02 | 0,01 | 3,4 |

Un calcul analogue donnerait pour le soleil, une densité égale à 1,4 c'est-à-dire peu supérieure à celle de l'eau.

CHAPITRE SEPTIÈME

DES ÉTOILES ET DES NÉBULEUSES.

§ 339. Après avoir parcouru, dans les chapitres précédents, tout le cercle des connaissances que l'on possède relativement au système planétaire, il ne nous reste plus qu'à exposer les notions que l'on a pu acquérir sur le reste de l'univers, et sur le rôle qu'y joue le soleil avec son cortège de planètes et de satellites. C'est ce que nous allons faire dans ce dernier chapitre. Nous donnerons d'abord quelques détails sur ce que l'observation a fait connaître relativement aux étoiles proprement dites; puis nous nous occuperons des nébuleuses, dont l'étude est d'autant plus importante et curieuse, qu'elle conduit à des idées très-probables sur la formation de tous ces corps que nous apercevons au milieu de l'immensité.

ÉTOILES.

§ 340: **Irradiation.** — Lorsque nous avons indiqué (§ 58) les caractères qui permettent de distinguer les planètes des étoiles, nous avons dit qu'en augmentant le grossissement d'une lunette, on augmente en même temps les dimensions apparentes du disque de la planète, tandis que les étoiles ne paraissent jamais avoir des dimensions appréciables.

Cette différence d'action des lunettes sur une étoile et sur une planète tient à ce que la planète est beaucoup moins éloignée de nous que l'étoile. Les lunettes nous font voir la planète avec des dimensions de plus en plus grandes, à mesure que le grossissement est plus fort, ce qui est tout naturel. Tandis que l'étoile est tellement éloignée de nous, que le grossissement des lunettes qu'on emploie ne peut pas rendre ses dimensions sensibles. Un grossissement de 1000 produit, sous le rapport de la grandeur apparente de l'étoile, le même effet que si nous la regardions à l'œil nu en nous plaçant à une distance mille fois plus petite que celle qui existe entre elle et nous : or, cette distance mille fois plus petite serait encore tellement grande, par rapport aux dimensions réelles de l'étoile, qu'elle nous paraîtrait toujours comme un point.

Mais alors on va se demander comment il se fait qu'à l'œil nu les planètes ne paraissent pas plus grosses que des étoiles : d'où vient qu'elles semblent, au contraire, avoir les mêmes dimensions, tandis que, vues à travers une même lunette, elles prennent des dimensions apparentes si différentes. Cela tient à un phénomène d'optique auquel on donne le nom d'*irradiation*.

Deux objets ayant exactement les mêmes dimensions, et étant placés à une même distance de l'œil, ne semblent pas égaux, si l'éclat de leurs surfaces n'est pas le même; celui des deux dont la surface envoie le plus de lumière à l'œil paraît plus grand que l'autre. C'est ce qu'on peut vérifier très-facilement à l'aide de la figure 354, sur laquelle on voit un cercle blanc et un cercle noir

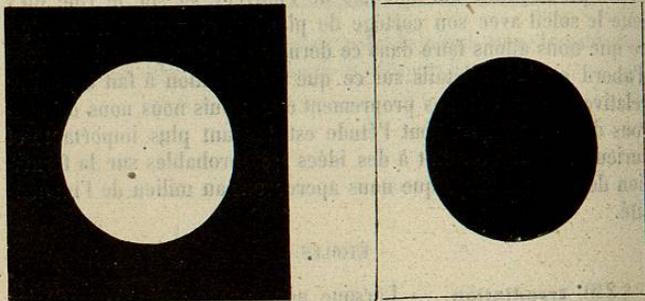


Fig. 354.

qui ont exactement le même rayon; si l'on examine ces deux cercles en même temps, le cercle blanc paraît notablement plus grand que le cercle noir. C'est cette illusion qui constitue l'*irradiation*.

On comprend, d'après cela, comment il se fait qu'une étoile paraisse aussi grosse qu'une planète, tandis que, en raison de son énorme éloignement, elle devrait avoir des dimensions apparentes beaucoup plus petites: la grande quantité de lumière que l'étoile nous envoie occasionne une irradiation considérable, qui nous la fait voir sous des dimensions bien plus grandes que celles qu'elle a réellement. La planète, au contraire, dont l'éclat intrinsèque est incomparablement plus faible, ne paraît pas notablement agrandie par l'effet de l'*irradiation*. Les lunettes jouissent de la propriété de diminuer l'effet de l'*irradiation*, et cela d'autant plus que leur grossissement est plus fort; c'est ce qui fait que, tandis qu'elles font voir la planète de plus en plus grosse, elles montrent, au contraire, l'étoile avec des dimensions de plus en

plus faibles; à mesure que le grossissement de la lunette augmente, l'étoile et la planète approchent de plus en plus de prendre les dimensions relatives sous lesquelles nous les verrions s'il n'y avait pas d'*irradiation*.

§ 341. *Scintillation*. — Nous avons dit (§ 58) que le phénomène de la *scintillation* permettait souvent de distinguer une planète d'une étoile. Voici, d'après Arago, comment on peut se rendre compte de ce phénomène.

On sait de quelle manière les phénomènes lumineux sont expliqués par les ondulations d'un fluide extrêmement rare, et répandu partout, auquel on donne le nom d'*ether*. Une source de lumière, quelle qu'elle soit, détermine un mouvement oscillatoire des molécules de l'*ether*; ce mouvement se propage tout autour de la source, en formant des espèces d'ondes sphériques concentriques, absolument de la même manière qu'une pierre, lancée sur la surface d'une eau tranquille, y produit ces ondes circulaires que l'on voit se succéder et s'agrandir progressivement, jusqu'à

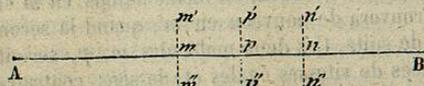


Fig. 355.

ce qu'elles aient atteint les bords de la masse d'eau. Soient A (fig. 355) une source de lumière homogène, de lumière rouge, par exemple, et AB une direction quelconque suivant laquelle nous allons examiner les circonstances de la propagation du mouvement vibratoire occasionné par cette source de lumière. Une molécule m d'*ether*, prise sur la ligne AB, effectue ses oscillations suivant une ligne $m'm''$ perpendiculaire à AB. Lorsque cette molécule a commencé à osciller, elle agit sur la molécule suivante qui oscille à son tour; celle-ci agit sur une troisième molécule, et ainsi de suite, de telle sorte que le mouvement oscillatoire se propage de proche en proche sur la ligne AB, jusqu'à une distance indéfinie du point A. C'est ce mouvement des diverses molécules d'*ether* rangées le long d'une ligne telle que AB, qui constitue un *rayon lumineux*.

La propagation du mouvement vibratoire, le long d'un semblable rayon s'effectue avec une très-grande rapidité; la vitesse de cette propagation de la lumière est, en effet, d'environ 75 000 lieues de 4 kilomètres par seconde. Soit mn l'étendue dans laquelle le mouvement se propage sur la ligne AB, pendant que

la molécule m effectue une oscillation complète de part et d'autre de sa position d'équilibre. La molécule n commencera sa première oscillation à l'instant même où la molécule m finira la sienne et en recommencera une seconde; ces deux molécules oscilleront donc en même temps et de la même manière. Lorsque la première sera en m' , la seconde sera en n' ; elles reviendront en même temps à leurs positions primitives m, n ; lorsque la première sera en m'' , la seconde sera en n'' . En un mot, ces deux molécules se trouveront à chaque instant dans des positions correspondantes, sur les chemins qu'elles parcourent respectivement, et elles y seront animées de vitesses égales et parallèles. Si nous prenons une autre molécule d'éther, située en p , au milieu de la distance mn , le mouvement se propagera de la molécule m à la molécule p , pendant que la première effectuera la moitié de son oscillation complète. La molécule m sera allée en m' , puis sera revenue en m , à l'instant où la molécule p se mettra en mouvement; la première sera en m'' quand la seconde sera en p' ; elles reviendront en même temps en m et p ; la première se retrouvera de nouveau en m' , quand la seconde sera en p' , et ainsi de suite. Ces deux molécules m, p , seront à chaque instant animées de vitesses égales et de sens contraires. La distance mn de deux molécules successives dont les mouvements concordent complètement, se nomment *longueur d'ondulation*.

On sait que la lumière blanche est formée par la réunion d'une infinité de couleurs, parmi lesquelles on distingue sept couleurs principales, savoir : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge. Ces diverses lumières ont la même vitesse de propagation, c'est-à-dire qu'elles mettent le même temps à franchir la même distance; mais leurs longueurs d'ondulation sont différentes. On a trouvé que, pour le violet, la longueur d'ondulation est de $0^{\text{mm}},000423$; pour le vert, de $0^{\text{mm}},000512$; et pour le rouge, de $0^{\text{mm}},000620$. On peut juger par là de la rapidité extraordinaire avec laquelle s'effectuent les oscillations des molécules d'éther, puisque la lumière, qui parcourt 75 000 lieues en une seconde de temps, ne parcourt qu'environ la moitié d'un millièbre de millimètre pendant la durée d'une de ces oscillations.

Ces notions étant rappelées, imaginons que deux rayons de lumière homogène, partis d'un même point lumineux, cheminent à côté l'un de l'autre. Si l'on vient à recevoir ces deux rayons, sur une lentille convergente, ils la traverseront et iront ensuite concourir en un même point. La molécule d'éther située à ce point de concours sera en conséquence animée à la fois de deux mouve-

ments oscillatoires, qui se combineront entre eux de manière à produire son mouvement définitif. Si les deux rayons depuis leur arrivée à ce point de concours, se sont trouvés identiquement dans les mêmes conditions, les deux mouvements que la molécule d'éther dont il s'agit prendra en vertu de ces deux rayons, seront exactement les mêmes; les vitesses dans ces deux mouvements, devront être à chaque instant égales et de même sens : il est clair qu'il en résultera pour la molécule d'éther un mouvement unique de même nature que chacun de ses mouvements partiels, mais d'une intensité double. Si, au contraire, par une cause quelconque, l'un des deux rayons a éprouvé un retard, les choses pourront se passer tout autrement. Supposons, par exemple, que ce retard soit précisément d'une demi-longueur d'ondulation, la molécule d'éther située au point de concours des deux rayons ne prendra plus deux mouvements concordants, en vertu du passage de ses rayons par le point où elle se trouve : elle sera, au contraire, à chaque instant, animée de deux vitesses partielles égales et opposées l'une à l'autre; et, par suite, elle restera immobile. Cette circonstance amènera donc une destruction de lumière au point de concours des deux rayons : il s'y produira une *interférence*. Il est aisé de reconnaître qu'il y aura ainsi interférence, toutes les fois que l'un des deux rayons lumineux aura éprouvé sur l'autre un retard égal à une fois, trois fois, cinq fois, et en général un nombre impair de fois une demi-longueur d'ondulation; tandis que, toutes les fois que le retard de l'un des deux rayons sur l'autre sera d'une, deux, trois... longueurs d'ondulations, les choses se passeront absolument de la même manière que s'il n'y avait eu aucun retard.

Considérons maintenant une étoile, que nous pouvons regarder comme un simple point lumineux, ainsi que cela résulte de ce que nous avons dit précédemment (§ 340). Deux rayons lumineux homogènes, partis en même temps de cette étoile, arrivent à l'œil d'un observateur, après avoir traversé l'atmosphère. Les changements continuels qui se produisent dans la température, la pression, le degré d'humidité de l'air atmosphérique, font que ces deux rayons, quelque rapprochés qu'ils soient l'un de l'autre, ne traversent pas des masses d'air absolument identiques. Or, on sait qu'un rayon lumineux est toujours retardé par son passage à travers un milieu quelconque, et qu'il l'est d'autant plus que ce milieu est plus réfringent. Il résulte de là que les deux rayons venus de l'étoile sont retardés chacun d'une certaine quantité, par leur passage à travers l'atmosphère, et que le retard de l'un est généralement différent

du retard de l'autre. Si l'excès du retard de l'un des rayons sur le retard de l'autre est d'un nombre impair de demi-longueurs d'ondulation, ces deux rayons, rendus convergents après qu'ils ont pénétré dans l'œil, y produisent une interférence.

Prenons maintenant tout le faisceau de rayons homogènes, de rayons rouges, par exemple, que l'étoile envoie à l'intérieur de l'œil, les divers rayons qui le composent éprouvent des retards inégaux de la part des couches atmosphériques qu'ils traversent : on conçoit donc qu'une portion de ces rayons puisse détruire les autres par interférence, après qu'ils se sont introduits dans l'œil ; mais cette destruction pourra n'être que partielle, et d'ailleurs elle sera plus ou moins grande d'un instant à un autre, en raison des changements qui arrivent constamment dans les masses d'air que ces rayons rencontrent sur leur chemin. La sensation produite par ce faisceau de rayons rouges émanés de l'étoile sera donc très-variable, tantôt faible, tantôt forte, et ces variations se produiront souvent avec une grande rapidité. Si l'étoile n'émettait que des rayons rouges, elle présenterait un éclat variable d'un instant à un autre.

Mais une étoile n'émet pas que des rayons rouges ; généralement sa lumière est blanche, c'est-à-dire qu'elle se compose des diverses lumières simples dont nous avons parlé précédemment. Or, il est clair que ce que nous avons dit pour les rayons rouges, nous pouvons le répéter pour les rayons bleus, pour les rayons verts, etc. En sorte que, par suite des interférences de ces diverses espèces de rayons, l'étoile présentera un éclat très-variable d'un instant à un autre. Observons de plus que, les longueurs d'ondulations n'étant pas les mêmes pour les diverses couleurs, le retard d'un rayon sur un autre ne devra pas être le même pour qu'il y ait interférence, suivant que ces rayons seront rouges ou verts, ou violets : on conçoit donc que l'interférence de deux rayons rouges ne peut pas se produire en même temps que celle de deux rayons verts, ou bleus, ou violets, qui suivent exactement la même route que les premiers. Ainsi, dans l'ensemble des rayons lumineux que l'étoile envoie à un instant déterminé à l'intérieur de l'œil, il doit se produire des interférences entre les rayons des diverses couleurs ; mais ces interférences peuvent être plus nombreuses pour certaines couleurs que pour d'autres : les rayons rouges, par exemple, peuvent se détruire presque complètement, tandis que les rayons verts ne se détruisent qu'en petite quantité. Il en résulte que les diverses couleurs qui composent la lumière blanche venue de l'étoile éprouvent des diminutions inégales d'intensité, et

que, par suite, elles ne se trouvent plus dans les proportions convenables pour former de la lumière blanche par leur réunion ; l'étoile doit donc sembler colorée. Cette coloration de l'étoile doit d'ailleurs varier d'un instant à un autre suivant que telle ou telle couleur devient prédominante, par suite des variations continuelles du milieu que traversent les rayons envoyés par l'étoile à l'intérieur de l'œil. La scintillation des étoiles se trouve par là complètement expliquée ; voyons maintenant ce qui doit arriver dans le cas d'une planète.

Une étoile peut être assimilée à un point lumineux, puisque les plus fortes lunettes la font toujours voir sans dimensions appréciables ; mais il n'en est pas de même d'une planète, dont les dimensions sont rendues très-sensibles par l'emploi des lunettes. Les rayons lumineux qu'une planète nous envoie sont donc dans les mêmes conditions que s'ils venaient d'une agglomération de points lumineux très-rapprochés les uns des autres, mais pas assez pour se confondre en un seul. Chacun de ces points lumineux, pris isolément, doit se comporter comme une étoile ; les rayons qu'il envoie dans l'œil doivent éprouver des interférences variables d'un instant à un autre ; en un mot, s'il était seul, on le verrait scintiller. Les divers points lumineux, que nous supposons placés à côté les uns des autres, scintillent tous ensemble ; mais leurs scintillations sont généralement discordantes. Tandis que l'un d'eux jette un vif éclat, un autre semble s'éteindre ; lorsque le premier se colore en rouge, le second prend une teinte verte ou bleue. Ce n'est qu'accidentellement que les scintillations de ces divers points concordent, et alors l'agglomération de ces points scintille elle-même ; mais le plus habituellement, les scintillations partielles, se contrarient plus ou moins, et il en résulte, pour l'ensemble des points, une scintillation très-faible, sinon tout à fait nulle. On comprend, par là, comment il se fait que le phénomène de la scintillation est beaucoup moins prononcé pour les planètes que pour les étoiles, ce qui permet souvent de distinguer les unes des autres à la simple vue.

On a remarqué que la scintillation des astres se produit surtout lorsque l'air ayant été sec pendant quelque temps, de l'humidité vient à s'y répandre ; en sorte que ce phénomène est, pour les marins, un présage de mauvais temps. Ce fait vient confirmer l'explication si ingénieuse et si satisfaisante que Arago a donnée de la scintillation, et que nous venons d'analyser rapidement. On voit en effet que, dans ces circonstances, l'air se trouve dans les conditions convenables pour agir inégalement sur les divers rayons qu'un astre

envoi à l'intérieur de l'œil, et pour déterminer les interférences qui donnent lieu au phénomène de la scintillation.

§ 342. **Étoiles colorées.** — La lumière des étoiles est généralement blanche comme celle du soleil. Mais il y en a quelques-unes qui présentent une coloration assez prononcée. Nous pouvons citer notamment *Antarès* ou le *Cœur du Scorpion*, *Aldébaran*, *Pollux* et α d'*Orion*, qui sont rougeâtres; la *Chèvre* et *Altair*, qui sont légèrement jaunes. Parmi les étoiles d'un moindre éclat, il y en a qui ont une teinte verte ou bleue.

Il résulte des indications fournies par plusieurs ouvrages de l'antiquité que *Sirius* était anciennement rougeâtre. La lumière de cette belle étoile étant actuellement du blanc le plus pur, on doit en conclure qu'elle a perdu la coloration qu'elle présentait d'abord. C'est à peu près le seul exemple bien constaté que l'on ait du changement de couleur de la lumière d'une étoile.

§ 343. **Changement d'éclat des étoiles.** — Lorsque nous avons parlé de la constellation de la grande Ourse (§ 62), nous avons dit que les sept étoiles principales qui la composent sont de 2^e grandeur, à l'exception de δ qui est de 3^e grandeur. A l'époque où Bayer a publié ses cartes célestes en 1603, la succession des lettres α , β , γ , δ ... par lesquelles il désignait les étoiles les plus brillantes de chaque constellation, indiquait le rang que ces diverses étoiles occupaient les unes par rapport aux autres, eu égard à leur éclat : α s'appliquait à l'étoile dont l'éclat était le plus grand, β à celle qui brillait le plus après la première, γ à la suivante, et ainsi de suite (§ 61). Il est clair, d'après cela, qu'à cette époque l'étoile δ de la grande Ourse était plus brillante que les étoiles ε , ζ , η de la même constellation; et, comme elle est maintenant d'un éclat bien inférieur à celui de ces trois étoiles, on doit en conclure qu'elle s'est très-notablement affaiblie.

On a un assez grand nombre d'exemples d'étoiles dont l'éclat a notablement varié depuis une époque plus ou moins reculée. Les unes se sont affaiblies, comme l'étoile de la grande Ourse dont nous venons de parler, et même plusieurs ont complètement disparu du ciel; d'autres, au contraire, sont devenues plus brillantes qu'elles ne l'étaient d'abord.

§ 344. **Étoiles périodiques.** — Il existe un certain nombre d'étoiles dont l'éclat varie périodiquement. Une des plus remarquables est *Algol*, ou β de *Persée*, dont l'éclat varie de la 2^e grandeur à la 4^e grandeur. Pendant 2i 14^h, cette étoile est de 2^e grandeur, sans que son éclat semble changer; au bout de ce temps elle commence à s'affaiblir, et décroît jusqu'à la 4^e grandeur,

dans l'espace d'environ 3^h $\frac{1}{2}$; ensuite son éclat augmente de nouveau, et, après un même temps de 3^h $\frac{1}{2}$ environ, elle se retrouve de 2^e grandeur. A partir de là, elle reste encore invariable pendant 2i 14^h, décroît de nouveau, puis revient à son éclat primitif, et ainsi de suite. La durée totale de chacune de ces périodes successives est de 2i 20^h 48^m.

L'étoile σ de la constellation de la *Baleine* est également périodique; mais la période de ses variations est beaucoup plus longue, et en outre son éclat diminue tellement à chaque période, qu'elle devient complètement invisible pendant un certain temps. Après avoir brillé comme une étoile de 2^e grandeur pendant environ quinze jours, elle décroît peu à peu pendant environ trois mois; il s'écoule ensuite près de cinq mois sans qu'on puisse l'apercevoir, puis elle reparait et met encore à peu près trois mois à reprendre son plus grand éclat. La durée totale de la période de ses variations est de 334 jours. Ces modifications successives de l'étoile dont il s'agit ne se produisent pas toujours de même; lorsqu'elle atteint son plus grand éclat, elle n'est pas toujours de 2^e grandeur; souvent elle s'arrête à la 3^e grandeur. La durée de ce plus grand éclat, et les temps qu'elle emploie, soit à décroître jusqu'à sa disparition, soit à croître après sa réapparition, varient en général d'une période à une autre.

On peut encore citer, parmi les étoiles périodiques, γ de *Céphée*, qui varie de la 3^e à la 5^e grandeur, et dont la période est de 5j 8^h 37^m; β de la *Lyre*, qui varie de la 3^e à la 5^e grandeur, et dont la période est de 6j 9^h; η d'*Antinoüs*, qui varie de la 4^e à la 5^e grandeur, et dont la période est de 6j 4^h 15^m; α d'*Hercule*, qui varie de la 3^e à la 4^e grandeur, et dont la période est de 60j 6^h; χ du *Cygne*, qui varie de la 6^e à la 11^e grandeur, et dont la période est de 396j 21^h; la 34^e du *Cygne*, qui est tantôt de 6^e grandeur, tantôt complètement invisible, et dont la période est de 18 ans.

On a cherché à expliquer le changement périodique d'éclat qu'éprouvent les étoiles dont nous venons de parler, en admettant, ou bien que ces étoiles tournent sur elles-mêmes, et nous montrent ainsi successivement des parties de leurs surfaces qui ne sont pas également brillantes, ou bien qu'elles sont environnées de satellites qui circulent autour d'elles et qui viennent de temps en temps s'interposer entre elles et nous, de manière à produire de véritables éclipses. Mais ce ne sont là que de simples conjectures, auxquelles on ne doit attacher que peu d'importance.

§ 345. **Étoiles temporaires.** — Le soir du 11 novembre 1572, Tycho-Brahé, sortant de son observatoire d'Uranibourg pour retourner chez lui, rencontra un groupe de personnes occupées à regarder dans le ciel une étoile d'un éclat très-vif. Cette étoile se trouvait dans la constellation de Cassiopée, à une place où il n'en avait pas existé jusque-là : et il est certain que, si elle eût été visible une demi-heure auparavant, Tycho-Brahé l'eût aperçue de son observatoire : son apparition avait donc été tout à fait brusque, et elle avait acquis en quelques instants un éclat comparable à celui de Sirius. A partir de là, son éclat alla en augmentant jusqu'à surpasser celui de Jupiter en opposition, et elle devint même visible en plein jour. Au bout d'un mois, en décembre 1572, elle commença à décroître progressivement, et, au mois de mars 1574, elle avait complètement disparu. Pendant tout le temps qu'on put la voir, elle conserva une position invariable par rapport aux étoiles voisines.

Cette étoile de 1572 est loin d'être le seul exemple de ce genre. Nous pouvons citer, entre autres, l'étoile qui se montra subitement dans le ciel, en l'an 125 avant Jésus-Christ, et qui, ayant fixé l'attention d'Hipparque, fut la cause qu'il entreprit son catalogue d'étoiles; une étoile qui parut en l'an 389, près de α de l'Aigle, qui eut, pendant trois semaines, un éclat pareil à celui de Vénus, et qui disparut ensuite entièrement; une étoile très-brillante que l'on aperçut le 10 octobre 1604 dans la constellation du Serpente, et qui resta visible pendant un an. Une étoile de 3^e grandeur parut en 1670 dans la tête du Cygne; cette étoile disparut bientôt, se montra de nouveau, puis disparut encore, après avoir subi, dans l'espace de deux ans, quelques alternatives d'accroissement et de diminution; depuis cette époque, on ne l'a plus revue.

Récemment, au mois de mai 1866, une étoile de 3^e grandeur a paru subitement dans la constellation de la Couronne boréale; puis elle s'est affaiblie peu à peu, et a fini par disparaître au bout de quelques jours. Nous verrons plus loin quel parti l'analyse spectrale a permis de tirer de ce curieux phénomène.

§ 346. **Étoiles doubles, triples.** — Beaucoup d'étoiles, observées à l'œil nu, ou bien à l'aide de lunettes d'un faible grossissement, paraissent comme de simples points lumineux, tandis que, vues dans de fortes lunettes, elles se dédoublent : chacune d'elles se compose de deux étoiles très-voisines, qui se confondent de manière à donner l'apparence d'une étoile unique tant qu'on n'a pas recours à des instruments d'un fort grossissement.

Ce grand rapprochement de deux étoiles dans le ciel peut n'être qu'un effet de perspective; il peut se faire que les deux étoiles ne paraissent voisines que parce qu'elles sont à peu près sur une même ligne droite aboutissant à la terre, tout en étant réellement à une grande distance l'une de l'autre. Mais ce n'est que très-exceptionnellement qu'il en est ainsi; on a reconnu que, dans la plupart des cas, deux étoiles que l'on voit très-près l'une de l'autre sont réellement voisines dans l'espace. Pour que l'on se fasse une idée du grand nombre des étoiles qui présentent la singularité que nous venons de signaler, il nous suffira de dire que, sur environ 120 000 étoiles observées par W. Struve à Dorpat, cet astronome en a trouvé 3057 doubles, c'est-à-dire que, moyennement sur 40 étoiles, il y en a une qui est double. Parmi ces étoiles doubles, W. Struve en a trouvé 987 dans lesquelles la distance angulaire des deux étoiles composantes était de moins de 4"; 675 dans lesquelles cette distance était comprise entre 4" et 8"; 659 dans lesquelles elle était comprise entre 8" et 16"; et enfin 736 dans lesquelles elle était plus grande que 16", sans dépasser 32".

L'observation suivie d'un certain nombre d'étoiles doubles a fait voir à Herschell que les deux éléments dont chacune d'elles se compose tournent l'un autour de l'autre; en même temps la distance angulaire de ces deux éléments augmente et diminue périodiquement. Savary, ayant étudié avec soin les changements successifs de position et de distance des deux étoiles dont se compose l'étoile double ξ de la grande Ourse, arriva à ce résultat important, que le mouvement relatif de l'une de ces deux étoiles autour de l'autre s'effectue conformément aux deux premières lois de Képler. Depuis on a fait pour plusieurs autres étoiles doubles ce que Savary avait fait pour ξ de la grande Ourse, et l'on a trouvé des résultats concordants avec celui qu'il avait obtenu. Nous donnons ici, comme exemples, les valeurs trouvées par M. Yvon Villarceau pour les principaux éléments du mouvement relatif des deux parties de quelques-unes des étoiles doubles qui ont été observées avec le plus de soin.

| NOMS des étoiles doubles. | DISTANCE MOYENNE des deux étoiles composantes vues de la terre. | EXCENTRICITÉ de l'orbite relative. | DURÉE de la révolution. |
|------------------------------------|--|--|-------------------------------|
| ζ d'Hercule..... | 1",25 | 0,448 | ans. 36,33 |
| ξ de la grande Ourse. | 2,44 | 0,431 | 61,58 |
| η de la Couronne bo- réale..... | 1,20 | 0,404 | 67,31 |
| ρ d'Ophiuchus..... | 4,97 | 0,444 | 92,34 |

L'extension des lois du mouvement elliptique aux systèmes binaires qui constituent les étoiles doubles montre que les étoiles dont chacune d'elles se compose gravitent l'une vers l'autre, d'après la loi de Newton, de même que les diverses parties de notre système planétaire gravitent les unes vers les autres. On peut ajouter que, dès qu'on sera parvenu à connaître avec une certaine exactitude la distance qui nous sépare d'une étoile double, ainsi que les éléments du mouvement relatif des deux étoiles qui la composent, on en conclura sans peine la valeur de la masse de ces deux étoiles prises ensemble. Car la connaissance de la distance à laquelle se trouve l'étoile double, jointe à celle des dimensions apparentes de l'orbite relative de ses deux parties, conduira à la connaissance des dimensions réelles de cette orbite; en tenant compte de la durée de la révolution, on trouvera la quantité dont chacune des deux étoiles composantes tombe vers l'autre en une seconde de temps; enfin, en comparant la quantité ainsi obtenue à la quantité dont la terre tombe vers le soleil dans le même temps, on en déduira le rapport qui existe entre la somme des masses des deux étoiles et la masse du soleil. Les résultats de ce genre, que l'on a pu obtenir jusqu'à présent, sont trop peu exacts pour que nous en fassions mention ici.

Les deux étoiles qui composent une étoile double ne sont pas, en général, de même intensité. Très-souvent elles présentent des teintes différentes : ainsi la plus forte des deux est souvent rougeâtre ou jaunâtre, et la plus faible a plus souvent encore une nuance d'un vert ou d'un bleu assez prononcé. Ces différences de teintes sont certainement dues quelquefois à un simple effet de contraste; mais il est impossible d'attribuer à cette cause unique la

coloration si fréquente et souvent si prononcée qu'on remarque dans les étoiles doubles.

La différence d'intensité des deux étoiles composantes d'une étoile double peut être telle que l'une d'elles soit très-visible, et que l'autre ne puisse être aperçue que par l'emploi des plus puissants moyens d'observation. Nous en avons un exemple remarquable dans la belle étoile Sirius. Bessel avait remarqué, en 1844, qu'elle était animée d'un mouvement périodique, et il avait attribué ce mouvement à l'action d'un corps obscur situé dans le voisinage de l'étoile. Ce *compagnon de Sirius*, soupçonné par Bessel, a été découvert en 1862 aux États-Unis d'Amérique, par M. Clark, à l'aide d'une lunette de 47 centimètres d'ouverture.

L'observation fait voir qu'il existe dans le ciel des étoiles triples et quadruples, c'est-à-dire formées par la réunion de trois ou quatre étoiles situées réellement à de petites distances les unes des autres. Mais ces étoiles sont beaucoup moins nombreuses que les étoiles doubles. Ainsi, sur les 120 000 étoiles observées par W. Struve, et dans lesquelles il a trouvé plus de 3 000 étoiles doubles, il n'y avait que 52 étoiles triples. On peut citer parmi les étoiles triples, ζ de l'Écrevisse et ξ de la Baleine, où les étoiles composantes sont toutes les trois assez brillantes.

§ 347. *Voie lactée.* — Tout le monde connaît cette immense traînée lumineuse qui s'étend à travers un grand nombre de constellations, et qu'on nomme la *voie lactée*. Elle est figurée sur les cartes célestes (planches I et II). Si on la suit dans le ciel, on voit qu'elle fait tout le tour de la sphère céleste, et qu'elle est dirigée dans son ensemble à peu près suivant un grand cercle qui coupe l'écliptique vers les deux solstices. Dans une partie de cet immense contour, un tiers environ, elle se divise en deux branches, qui se dirigent à côté l'une de l'autre, en laissant entre elles un espace de peu de largeur, et se rejoignent à leurs extrémités.

Quand on dirige une lunette vers une partie quelconque de la Voie lactée, on reconnaît que la lueur blanche qu'elle présente est due à l'existence d'un nombre prodigieux d'étoiles extrêmement petites, disséminées dans cette région.

On peut se rendre compte de la forme circulaire sous laquelle nous voyons cet amas d'étoiles, en admettant, avec Herschell, qu'elles sont répandues dans l'espace de manière à s'éloigner assez peu d'un plan; qu'elles forment ainsi, par leur ensemble, une couche ou une sorte de disque dont l'épaisseur est petite, relativement à sa largeur; et que le soleil, avec les planètes qui l'accompagnent, se trouve situé à peu près au centre de ce disque et au milieu de