
VINGT-SEPTIÈME LEÇON.

Considérations générales sur l'astronomie sidérale, et sur la cosmogonie positive.

La seule branche de l'astronomie sidérale qui paraisse comporter jusqu'à présent une certaine suite d'études exactes, concerne les mouvemens relatifs des *étoiles multiples*, dont la première découverte est due au grand observateur Herschell. Les astronomes entendent par là des étoiles extrêmement rapprochées, dont la distance angulaire n'excède jamais une demi-minute, et qui semblent pour cette raison n'en faire qu'une, non-seulement à la vue simple, mais avec les lunettes ordinaires de nos observatoires, les plus puissans télescopes pouvant seuls les séparer. Il faut considérer, en outre, que les mouvemens relatifs de ces astres tendent souvent à faire méconnaître leur multiplicité effective, comme on l'a vu plus d'une fois, en produisant pendant un temps plus ou moins long des occultations mutuelles, qui ne permettent point alors la sépara-

tion. Parmi plus de trois mille étoiles multiples actuellement enregistrées dans les catalogues, quoique le ciel austral soit encore à cet égard très peu exploré, presque toutes sont seulement doubles, la triplicité même étant extrêmement rare, et aucun degré supérieur de multiplicité n'ayant jamais été observé, ce qui ne tient peut-être qu'à l'imperfection de nos meilleurs télescopes, comme, avant Herschell, la simple dualité était ignorée. Ces groupes remarquables ne constituent évidemment, par leur nature, qu'un cas très particulier dans l'univers, puisque l'intervalle des astres qui les composent est probablement d'un ordre beaucoup moindre que les distances mutuelles des principaux soleils; en sorte que, dans ces mouvements relatifs, quand même ils pourraient être un jour parfaitement connus, ce qui est en soi fort douteux, d'après les considérations indiquées à la fin de la vingt-quatrième leçon, il ne s'agirait encore nullement des phénomènes célestes les plus généraux, quelque intérêt que doive inspirer une telle étude. La spécialité du cas deviendrait même bien autrement prononcée, si, comme la rigueur scientifique me semble l'exiger, les astronomes ne formaient leur catégorie des étoiles doubles que de celles dont ils ont pleinement constaté les mouvements, et qui sont jusqu'ici

en très petit nombre. Car, la dualité de presque toutes les autres n'indique peut-être aucune relation réelle, puisque, malgré le rapprochement des directions, les intervalles mutuels peuvent être tels, que les deux astres ne forment pas plus un vrai système que deux étoiles quelconques combinées au hasard dans le ciel, si ces astres sont très inégalement éloignés de nous, circonstance à l'égard de laquelle nous n'avons encore aucune sorte de renseignement direct ou indirect. S'autoriser e quelques exemples incontestables pour envisager cette multitude d'étoiles doubles comme autant de systèmes binaires, où la moindre masse circule autour de la plus grande, ce serait, à mon avis, s'écarter étrangement de l'indispensable sévérité de méthode qui seule constitue l'admirable positivité de la véritable astronomie, en confondant, peut-être le plus souvent, avec un vrai phénomène céleste, un simple accident de position, tenant uniquement au point de l'univers occupé par notre monde. La seule analogie est ici évidemment insuffisante, car elle pourrait bien n'être due qu'à l'impuissance de nos explorations. Quel astronome oserait maintenant garantir que, si les télescopes étaient susceptibles d'être un jour suffisamment perfectionnés, nous ne parviendrions pas à distinguer, entre les étoiles

que leur distance nous porte le plus à classer aujourd'hui comme indépendantes, une multitude d'intermédiaires très resserrés, qui rendraient le cas de la dualité presque général? Le voisinage apparent serait-il alors un motif suffisant de présumer toujours une circulation mutuelle, dont la pensée ne nous est suggérée actuellement par analogie, qu'en vertu de l'extrême singularité d'une telle circonstance, qui cesserait ainsi d'être exceptionnelle? On ne doit donc reconnaître jusqu'ici, en astronomie sidérale, d'autre étude réellement positive que celle des mouvemens relatifs bien connus de certaines étoiles doubles, dont le nombre ne s'élève encore qu'à sept ou huit. On ne saurait d'ailleurs espérer d'introduire jamais, dans la détermination géométrique de la vraie figure des orbites correspondantes, une certitude à beaucoup près comparable à celle qu'admet la connaissance précise de nos orbites planétaires; puisque les rayons vecteurs apparens sont tellement petits que l'erreur de ces mesures délicates s'élève peut-être ordinairement au quart ou au tiers de leur valeur totale. Il en est de même à l'égard des temps périodiques, quand ils n'ont pas pu être directement observés, ce qui est jusqu'à présent le cas habituel. On concevrait surtout bien difficilement, comme je l'ai indiqué ailleurs, que ces

études pussent jamais acquérir assez d'exactitude pour fournir une base suffisamment solide à des conclusions dynamiques vraiment irrécusables; de manière à démontrer, par exemple, l'extension effective de la théorie de la gravitation à l'action mutuelle des deux élémens d'une étoile double, ce qui serait d'ailleurs très loin de constater la rigoureuse universalité de cette théorie. L'importance générale de ces recherches est en outre beaucoup diminuée par cette réflexion que jusqu'ici notre monde, dès lors envisagé comme essentiellement réduit au soleil, n'appartient à aucun de ces groupes, non-seulement étudiés, mais simplement signalés. Cette circonstance remarquable ne me semble nullement fortuite; car, si notre monde fait effectivement partie de quelque étoile double, comme rien n'empêche de l'imaginer, il nous sera probablement toujours impossible d'apercevoir réellement, à côté du soleil, l'étoile qui constituerait le second élément de ce petit système, et dont la direction devrait être si rapprochée que sa lumière se perdrait nécessairement dans la lumière solaire. Un tel cas, néanmoins, pourrait seul avoir pour nous un puissant intérêt scientifique, non-seulement comme utile à la connaissance des déplacements de notre monde, mais encore comme comportant naturellement une étude beaucoup, plus

précise, par cela même que l'observateur serait alors situé sur l'un des astres du couple stellaire.

Les sept orbites d'étoiles doubles établies jusqu'ici, et dont la première est due aux travaux de M. Savary, présentent en général des excentricités très considérables, dont la moindre est presque double, et la plus grande quadruple de la plus forte qui existe dans nos ellipses planétaires. Quant à leurs temps périodiques, le plus court excède un peu quarante ans, et le plus long six cents. Du reste, l'excentricité et la durée de la révolution ne paraissent avoir entre elles aucune relation fixe; et ni l'une ni l'autre ne semblent d'ailleurs dépendre de la distance angulaire plus ou moins grande des deux élémens des couples correspondans. Tel est en général le résumé exact, quoique succinct, des seules connaissances réelles que nous possédions encore à cet égard.

Tant que les distances linéaires de ces astres à la terre, et par suite entre eux, resteront ignorées, ces notions ne sauraient avoir une grande importance, ni peut-être même une solidité suffisante. Si ces distances pouvaient être un jour bien connues, on évaluerait aisément les masses des couples correspondans, en supposant que la loi de la gravitation leur fût légitimement applicable. Il suffi-

rait, pour cela, d'employer une méthode essentiellement analogue aux deux dernières de celles indiquées dans la vingt-cinquième leçon à l'égard des masses planétaires. La quantité, dès lors déterminée, dont l'étoile secondaire tend à tomber, en un temps donné, vers l'étoile principale, étant comparée à la chute des corps à la surface de la terre, préalablement ramenée à la même distance, suivant la loi ordinaire, fournirait immédiatement en effet la valeur du rapport entre la masse du couple et celle de la terre. Mais, la répartition de cette masse totale entre ses deux élémens resterait évidemment encore incertaine, puisqu'il est très possible qu'elle doive s'opérer d'une manière beaucoup moins inégale qu'entre nos planètes et leurs satellites. Cette dernière considération fait d'ailleurs rejaillir sur l'ensemble d'une telle étude un nouveau motif fondamental d'incertitude. Car, si les masses des deux élémens de chaque couple stellaire différaient réellement assez peu, comparativement à leur distance et à leur grandeur, pour que le centre de gravité du système s'écartât sensiblement de l'astre principal (ce que nous ignorons encore entièrement), c'est à ce centre inconnu qu'il faudrait nécessairement rapporter les mouvemens observés; et, dès lors, quelle exacte conclusion dynamique pourrait-on

tirer des orbites elliptiques autour de l'astre majeur comme foyer, en les supposant même irrécusablement constatées ?

Il me reste à caractériser à ce sujet l'ingénieuse méthode si heureusement imaginée par M. Savary, d'après laquelle on parviendra peut-être un jour à déterminer effectivement, du moins entre certaines limites, les distances de quelques étoiles doubles à la terre ou au soleil. Cette méthode constitue réellement jusqu'ici la seule conception scientifique qui soit propre à l'astronomie sidérale. Elle a le mérite capital d'être essentiellement indépendante de toute hypothèse hasardée sur la forme rigoureuse des orbites stellaires et sur l'extension de la théorie de la gravitation. Il lui suffit, en réalité, que ces courbes soient symétriques, relativement à leur plus long diamètre, et que l'astre mineur y circule avec la même vitesse aux deux points également distans de l'astre majeur, ce qui est certainement très admissible.

Ce procédé est fondé, comme la théorie générale de l'aberration, sur la durée de la propagation de la lumière, dont nous savons, d'après la vingt-deuxième leçon, que la vitesse est exactement connue. Seulement, tandis que, dans l'aberration ordinaire, il s'agit d'une erreur de lieu, on considère ici une erreur de temps.

Concevons une orbite stellaire dont le petit axe soit situé perpendiculairement au rayon visuel mené du soleil ou de la terre, qui peuvent ici être confondus. S'il en était de même du grand axe, et, par suite, du plan de l'orbite, les deux moitiés de la révolution, que l'astre mineur accomplit réellement toujours en des temps exactement égaux, devraient encore nous paraître évidemment d'égale durée, quelque lente que pût être, à chaque position, la transmission de la lumière. Mais, il ne peut plus en être ainsi, quand le plan de l'orbite est fortement incliné vers le rayon visuel, sans que toutefois il doive le contenir, ce qui rendrait impossible l'observation fondamentale. Dans ce cas, la durée de la demi-révolution, correspondante à la moitié de la courbe où l'astre se dirige vers nous, devra nous sembler moindre qu'elle n'est en réalité, et celle relative à la moitié où il s'en éloigne de plus en plus, paraîtra au contraire augmentée, en vertu de la différence des temps que la lumière doit employer à nous parvenir des deux points de l'orbite les plus inégalement distans de la terre. Ainsi, quoique le temps périodique total ne doive être nullement altéré, les deux moitiés de la révolution n'auront donc pas exactement la même durée apparente, et, si leur inégalité peut être bien observée, elle fera immé-

diatement connaître, d'après la vitesse effective de la lumière, la vraie différence entre les distances de la terre aux deux points extrêmes de l'orbite. Dès lors, cette différence deviendra évidemment une base géométrique suffisante pour estimer, avec une approximation correspondante, les dimensions linéaires de l'orbite, et sa véritable distance à la terre, son inclinaison et son étendue angulaire étant d'ailleurs préalablement données (1). Tout se réduit donc à constater une inégalité appréciable entre les durées des deux demi-révolutions. Mais il est indispensable que cette appréciation s'opère d'après l'observation effective d'une révolution entière, afin que son exactitude ne dépende d'aucune hypothèse sur la nature géométrique de l'orbite stellaire, et sur la loi relative à la vitesse avec laquelle l'astre la parcourt.

Tel est ce procédé, dont l'esprit est éminemment approprié à l'immensité des distances qu'on s'y propose d'estimer, et qui serait au contraire évidemment illusoire envers nos petites orbites planétaires. Jusqu'à ce que l'expérience ait prononcé, nous ignorerons nécessairement si les rayons

(1) M. Arago a très nettement expliqué cette ingénieuse méthode dans sa notice sur les étoiles doubles, annexée à l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1834.

des orbites stellaires sont en réalité assez considérables par rapport à leur éloignement, pour que nous puissions apercevoir quelque différence très sensible entre les deux parties du temps périodique. En le supposant, à l'égard d'orbites convenablement situées, il est d'ailleurs évident que l'incertitude inséparable d'observations aussi délicates, et l'extrême lenteur des révolutions, ne permettront un jour de connaître cette différence qu'entre certaines limites plus ou moins écartées. Or, indépendamment du peu de précision que comporte la mesure effective des autres éléments du calcul, chaque seconde d'erreur sur ce temps, qui n'est probablement susceptible d'être jamais apprécié qu'à plusieurs jours près, tend à introduire une erreur d'au moins 32000 myriamètres dans l'évaluation de la distance cherchée. Aussi l'inventeur de cette méthode l'a-t-il toujours présentée comme seulement propre à déterminer un *maximum* et un *minimum*, peut-être fort écartés, relativement à notre éloignement effectif des couples stellaires auxquels elle pourra devenir applicable. Quelle que soit son imperfection nécessaire, elle n'en doit pas moins inspirer un profond intérêt, par l'espoir qu'elle nous donne d'obtenir plus tard, à l'aide d'un détour très ingénieux, quelque approximation certaine à l'égard

de plusieurs de ces distances qui ne comportent encore qu'une grossière limite inférieure, commune à l'ensemble des astres innombrables que le ciel nous présente.

Cette discussion philosophique de la seule portion de l'astronomie sidérale qui semble présenter aujourd'hui quelque consistance scientifique, est sans doute très propre à confirmer directement le principe général que je me suis efforcé d'établir sous divers rapports dans plusieurs leçons précédentes, sur la restriction essentielle et nécessaire de nos véritables recherches célestes à l'étude approfondie des phénomènes intérieurs de notre monde. On voit combien deviennent bornées et incertaines nos connaissances réelles, même dans les plus simples questions, aussitôt que nous tentons de franchir ces limites naturelles, quoique nous restions encore très loin de la vraie considération de l'univers. L'étude indiquée [ci-dessus, et qui est toute récente, devra sans doute faire dans la suite des siècles quelques progrès notables; mais les causes évidentes de son imperfection sont trop fondamentales, pour qu'on puisse espérer qu'elle présente jamais un caractère scientifique aucunement comparable à celui de notre astronomie solaire.

Je dois maintenant procéder à l'examen général de ce qui comporte un certain caractère de positivité dans les hypothèses cosmogoniques. Il serait sans doute superflu d'établir spécialement à cet égard ce préliminaire indispensable, que toute idée de *création* proprement dite doit être ici radicalement écartée, comme étant par sa nature entièrement insaisissable, et que la seule recherche raisonnable, si elle est réellement accessible, doit concerner uniquement les *transformations* successives du ciel, en se bornant même, au moins d'abord, à celle qui a pu produire immédiatement son état actuel. Ces considérations préalables sont trop évidentes pour qu'il convienne de les expliquer davantage aux lecteurs de cet ouvrage.

La question réelle consiste donc à décider si l'état présent du ciel offre quelques indices appréciables d'un état antérieur plus simple, dont le caractère général soit susceptible d'être déterminé. A cet égard, la séparation fondamentale que je me suis tant occupé de constituer solidement entre l'étude essentiellement inaccessible de l'univers et l'étude nécessairement très positive de notre monde, introduit naturellement une distinction profonde, qui restreint beaucoup le champ des recherches effectives. On conçoit, en effet, que