

0
2020
V^{TE} DE MONTESSUS DE BALLORE

LE MONDE
DES ÉTOILES

~~~~~  
EXTRAIT DU *CORRESPONDANT*  
(25 JUILLET 1904)  
~~~~~

PARIS

L. DE SOYE ET FILS, IMPRIMEURS

48, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 48

—
1904

Exclu du prêt
BIBLIOTHÈQUE
DE L'USTL

A 1904-1

Magasin

LE MONDE DES ÉTOILES

Vers la fin du dix-neuvième siècle, l'astronomie est entrée dans une phase nouvelle.

Jusqu'alors, le seul instrument employé dans l'étude des astres était le télescope, inventé au dix-septième siècle.

Bien que porté à un haut degré de perfection par les Dollon et les Herschell, le télescope restait impuissant à fixer l'image fugitive des phénomènes célestes et à nous renseigner sur la constitution intime des astres.

Les documents astronomiques *relevés à la main* portaient l'empreinte de l'imperfection humaine, et leur véracité n'était point telle qu'elle ne pût être discutée. Même les grossissements de plus en plus forts des télescopes mettaient une barrière à l'activité des astronomes : ceux-ci devaient se borner à représenter les grandes lignes du fouillis de détails qui se révélaient à leurs yeux.

Vint un jour où l'on entreprit d'adapter la photographie et le spectroscopie à l'étude des astres : et les espérances conçues furent dépassées.

On parvint à réaliser mécaniquement les images du Soleil, des planètes, des étoiles, à centupler ainsi la portée des observations.

L'observation directe avait fixé les positions, et au prix de quels efforts! de quelques centaines de milliers d'étoiles : la photographie porta ce nombre à 30 millions!

L'emploi simultané du spectroscopie vint ouvrir à son tour une voie nouvelle et nous révéler la constitution chimique des astres les plus lointains, en même temps qu'il permettait de calculer directement les vitesses de leurs déplacements...

Aussi bien on a pu dire que les derniers lustres du dix-neuvième siècle avaient marqué l'aurore d'une ère nouvelle. Les résultats à attendre des méthodes d'observation alors inaugurées sont tels que nul ne peut encore en prévoir la portée.

Déjà les questions touchant à la distribution des étoiles dans le Ciel, à la constitution des systèmes stellaires, à la chimie des astres, à la stabilité de leurs mouvements sont en bonne voie de solution. Et que nous réserve le siècle qui commence, si quelques années seulement ont permis d'avancer si loin dans l'inconnu?

Exclu du



BIBLIOTHÈQUE DE L'USTL
A 1904 - 1
Magasin

*
* *

Les vues ordinaires perçoivent 6000 étoiles, classées d'après leurs éclats en six ordres de grandeurs apparentes. Les télescopes élèvent ce chiffre à plusieurs millions. Aussi, en l'absence de cartes célestes, serait-il impossible d'entreprendre l'étude des étoiles. La première préoccupation des astronomes a donc été de relever la figure des constellations.

Les mesures, d'abord grossières, ont pris peu à peu un degré de précision difficile à faire sentir : si le Ciel était représenté sur une sphère de 4 kilomètres de diamètre, la position des étoiles y serait marquée au millimètre près. L'exactitude des mesures astronomiques est telle que les positions relatives des observatoires de Greenwich et de Paris ont pu être calculées tout récemment, à 2 mètres près.

Lors de la construction de la grande carte de France qu'entreprit au siècle dernier notre Etat-major, on détermina d'abord les positions de points de repère fondamentaux, puis on rapporta les points de moindre importance à ceux-ci... Le même principe a servi à construire les cartes modernes du ciel.

On a choisi en premier lieu de belles étoiles, dites *fondamentales*, et on a déterminé leurs positions avec toute l'exactitude possible. Bessel, en 1830, en avait adopté 36; Leverrier porta ce nombre à 306; de nos jours il est d'environ 1 millier. En mai 1896, une commission internationale réunie à Paris fixa de manière définitive les étoiles à étudier ainsi plus particulièrement.

A ces étoiles sont rapportés des astres de moindre importance, mais en nombre beaucoup plus grand; Lalande, en 1800, en avait catalogué 47 000, jusqu'à la 9^e grandeur inclusivement : toutes ces étoiles sont visibles dans les petits télescopes d'amateurs; Argelander et Schönfeld ont atteint le chiffre de 450 000; le catalogue de la Société astronomique d'Allemagne, non encore achevé, contiendra 130 000 étoiles; enfin l'observatoire de Paris vient de publier son catalogue, commencé par Arago en 1837, ouvrage considérable qui ne comprend pas moins de 8 volumes in-folio.

Ce sont là œuvres gigantesques, qui ont absorbé la vie de nombre d'astronomes : et cependant les quelques centaines de mille étoiles ainsi cataloguées ne forment qu'une minime part des étoiles visibles dans les télescopes.

Aussi bien, il y a quelque vingt ans, on se préoccupa de substituer la photographie à l'observation directe. Le projet, étudié dès 1887 à Paris, aboutit bientôt à la formation d'un comité inter-

national, réuni en 1896, à Paris encore 15. grands observatoires, répartis dans le monde entier, s'engagèrent à exécuter d'après des données uniformes la carte photographique du ciel entier et l'ensemble de leurs travaux, presque achevés aujourd'hui, donnera *d'abord* les positions précises de toutes les étoiles, boréales et australes, de 11^e grandeur au moins, soit de 2 millions d'astres. Les positions de ces étoiles seront rapportées aux étoiles des catalogues construits auparavant et, *qui plus est*, ces 2 millions d'étoiles serviront elles-mêmes à fixer les positions des 30 millions d'astres de moindre importance qu'enregistreront conjointement les 22 000 clichés pris à cet effet.

Au début, le succès de cette œuvre gigantesque, entreprise par l'amiral Mouchez, semblait douteux. Les difficultés à vaincre étaient immenses.

Venait d'abord la nécessité d'une entente entre tous les grands observatoires du monde, entente qui fut des plus difficiles à réaliser, en raison même des doutes qu'inspirait le succès de l'œuvre.

Puis les difficultés techniques semblaient s'accumuler. Les lunettes ordinaires, propres à la vision directe, ne conviennent pas, on le sait, à la photographie. Les verres d'un appareil photographique ne sont pas identiques aux verres d'une lorgnette. Il fallait donc construire des lunettes spéciales et ce n'est pas mince affaire que de tailler les grandes lentilles, — de 30, 40 centimètres et plus, — des lunettes astronomiques! Et il fallait suivre les étoiles dans leurs déplacements pendant la pose, la sensibilité des plaques n'étant pas telle qu'on pût obtenir des clichés instantanés... Cette difficulté fut levée par l'emploi d'une lunette ordinaire établie sur la même monture que la lunette photographique. Au centre du champ visuel de celle-ci sont placés des fils très fins qui permettent de viser une étoile déterminée et de maintenir constamment son image au même point du champ : les deux lunettes étant solidaires, l'image formée sur la plaque photographique impressionnera indéfiniment la même région. Les poses longues ainsi obtenues offrent le grand avantage d'accumuler les impressions lumineuses sur un même point de la plaque et de révéler des objets dont le peu d'importance aurait échappé à la vision directe.

Autre difficulté : il était nécessaire de savoir distinguer les points noirs formés sur les plaques photographiques par les étoiles, des grains ou défauts inhérents à la couche gélatineuse, support des sels d'argent. On dut convenir qu'il serait fait trois poses pour chaque cliché et qu'entre chacune des poses on déplacerait un peu l'appareil : à toute étoile correspond ainsi un triangle

microscopique de trois points noirs, facile à distinguer des accidents de la plaque.

On aura une idée de la richesse des documents obtenus quand on saura qu'il est des clichés portant chacun plus de 5000 étoiles.

L'ensemble des travaux concernant la carte photographique du Ciel est aujourd'hui presque achevé. Les astronomes de demain pourront, à l'aide de ce document, résoudre les problèmes importants dont nous parlions au début et que nous allons aborder.

*
* *

Voici longtemps qu'on s'est efforcé de mettre en évidence les mouvements des étoiles; mais, de nos jours seulement, la comparaison des mesures récentes aux mesures prises au dix-huitième siècle a permis d'énoncer quelques résultats précis.

Halley, en 1718, soupçonnait qu'*Aldébaran*, *Sirius* et *Arcturus* sont doués de mouvements propres et, peu après, Cassini II, s'appuyant sur les observations de Ptolémée, démontra que les latitudes d'*Arcturus* et de trois étoiles de la constellation de l'Aigle éprouvaient des variations sensibles. En 1756, Tobie Mayer donna les mouvements propres de 80 étoiles. En 1808, la *Connaissance des temps* porta ce nombre à 500. Enfin M. Bossert l'éleva plus récemment à 2641.

Ces mouvements sont presque imperceptibles : il faudrait 214 ans à l'étoile dont le mouvement propre est le plus accentué pour parcourir un arc égal au diamètre apparent moyen de la lune. Certaines étoiles parcourraient seulement la sixième partie de cet arc dans le même temps. En fin de compte, d'après M. Russell, la forme apparente des constellations n'aura subi, dans 5000 ans, que des modifications peu importantes. *Sirius*, cependant, sera 2 degrés plus au sud qu'aujourd'hui (la Lune mesure $1/2$ degré de diamètre environ), tandis qu'*Arcturus* se sera rapproché de 3 degrés $1/2$ de l'*Epi* de la Vierge, et qu'*Alpha* et *Bêta* du Centaure, séparés aujourd'hui par un arc de 5 degrés, paraîtront confondus. Nous ne nous attachons ici qu'aux principales étoiles, celles qui figurent sur les cartes célestes placées en tête des atlas de géographie ordinaires.

Quelles sont les vitesses de ces déplacements, c'est ce qu'on ignore, sauf cas exceptionnels, car les distances des étoiles à la Terre sont, en général, inconnues.

Un automobile se déplace sur une route, dans le lointain. Si l'observateur connaît la distance qui le sépare de la route, un calcul simple lui permet de déduire la vitesse effective de l'automobile de l'angle que parcourt celui-ci dans un temps donné.

Du petit au grand : la vitesse des étoiles peut être calculée, quand on connaît leurs distances à la Terre; mais ce cas est l'exception.

L'étoile la plus proche de la terre, *Alpha* du Centaure, est 300 000 fois plus éloignée de nous que le Soleil, et la lumière, qui parcourt 300 000 kilomètres en une seconde, met 4 ans 1/2 à franchir cet abîme. Si quelque catastrophe venait à anéantir l'étoile, nous ne constaterions l'événement qu'après cette longue durée de 4 ans 1/2! La distance de *Sirius* est de 9 années de lumière, et la dernière des quelque vingt étoiles dont on a pu mesurer l'éloignement est deux fois plus éloignée. On pense généralement que la lumière met 140 ans à nous venir des dernières étoiles visibles à l'œil nu et 3000 ans pour arriver des étoiles de 17^e grandeur, les plus faibles que les grands télescopes nous révèlent : mais ce ne sont là que conjectures, qui ne sauraient nous renseigner sur la vitesse de déplacement des étoiles. Encore faut-il dire que la vitesse des étoiles mesurée par l'observation directe, dont il est ici question, n'est que la *composante perpendiculaire au rayon visuel* de la vitesse réelle. On n'est donc renseigné qu'imparfaitement au sujet de cette vitesse.

Par bonheur, le spectroscopie est venu révolutionner cette branche de l'astronomie, car cet instrument permet de mesurer la composante de la vitesse des étoiles *dans le sens du rayon visuel*, c'est-à-dire la vitesse du mouvement rapprochant ou éloignant l'astre de la Terre : comparant cette donnée avec la composante perpendiculaire que l'observation directe permet parfois de mesurer, on en déduit la vitesse et la direction *absolues* du mouvement de l'étoile.

Qui plus est, la méthode spectroscopique s'applique aux plus petites étoiles, si faibles d'éclat et si éloignées soient-elles : si l'on ne peut mesurer, — en raison de l'ignorance où l'on est de leurs distances à la Terre, — la composante perpendiculaire *D* au rayon visuel de la vitesse de celles-ci, la connaissance seule de la composante de la vitesse dans le sens du rayon visuel donne, du moins, de précieux renseignements sur leurs mouvements.

La méthode nouvelle dont il s'agit est basée sur l'*Analyse spectrale*. Si l'on examine, au moyen d'un spectroscopie, instrument composé de prismes en verre, un corps incandescent, liquide ou solide, on voit une sorte d'arc-en-ciel, qu'on appelle un *spectre*. Un corps gazeux, — une flamme de gaz où l'on a introduit quelques parcelles de sel marin, par exemple, — donne lieu à un phénomène de même ordre, mais différent : l'arc-en-ciel est remplacé par un ensemble de raies brillantes se détachant sur un fond noir

et toujours les mêmes pour un même corps introduit dans la flamme. Un dispositif spécial permet enfin de transformer les raies brillantes en raies obscures et, du même coup, le fond noir de tout à l'heure reprend les couleurs de l'arc-en-ciel.

Les raies qui se détachent sur l'arc-en-ciel caractérisent, j'insiste sur ce point, le corps introduit dans la flamme : l'observation spectroscopique permet donc d'analyser chimiquement une flamme. On a pu déterminer ainsi les compositions chimiques du Soleil, des atmosphères des planètes et même des étoiles, et nous aurons à revenir sur ce point.

Il y a plus. Fizeau énonça, en 1848, le principe que voici : « Si un corps sonore, émettant un son continu et identique, se meut avec une vitesse comparable à celle du son, les ondes sonores ne seront pas symétriquement disposées autour du corps sonore, comme cela a lieu lorsqu'il est au repos ; mais elles seront plus rapprochées les unes des autres dans la région vers laquelle aura lieu le mouvement et plus éloignées dans la région opposée : pour un observateur placé en avant ou en arrière du corps sonore, le son sera donc différent, plus aigu dans la première position, plus grave dans la seconde. »

Placez-vous sur le quai d'une gare peu importante à l'heure où doit passer un train express. Lors de son arrivée, le mécanicien fait jouer le sifflet de la locomotive et, si vous êtes attentif, vous vous apercevrez que la hauteur du son monte quand le train approche et baisse quand il s'éloigne : c'est l'effet du déplacement, effet qu'on peut constater aussi, mais à un degré moindre, quand passe un cycliste muni d'un avertisseur continu.

Un phénomène semblable se produit dans le spectre d'une source lumineuse en mouvement. Les raies, caractéristique de la nature chimique de la source, se déplacent dans un sens ou dans l'autre, par rapport aux couleurs en arc-en-ciel du fond, selon que le corps observé s'éloigne ou se rapproche.

Ce principe, prévu par Fizeau et aussi par Doppler, ne fut contrôlé par l'expérience que vingt ans plus tard. C'est que les instruments peu puissants du temps ne grossissaient pas, n'étaient pas suffisamment les spectres.

La vérification devait porter sur le déplacement de deux raies particulières que montre le spectre du Soleil et qui, par suite de la rotation de l'astre sur lui-même, devaient se montrer plus à gauche ou plus à droite, selon qu'on observait le bord occidental ou le bord oriental de l'astre : l'effet de la rotation du Soleil sur lui-même étant de rapprocher le bord occidental de l'observateur et d'en éloigner le bord oriental, on est en présence de deux

sources lumineuses, l'un et l'autre bord, se déplaçant avec des vitesses connues. L'une des sources s'éloigne de 2 kilomètres par seconde, l'autre se rapproche d'autant.

Or le déplacement résultant, qui, différence des deux premiers, atteint 4 kilomètres par seconde, ne dévie les deux raies à observer que de la 75^e partie de leur distance mutuelle et, jusqu'en 1868, les spectroscopes *distinguaient à peine* ces deux raies l'une de l'autre. Il eût été plus facile de distinguer avec une loupe ordinaire le millième de millimètre que de constater la déviation prévue.

Il fallut attendre l'apparition de spectroscopes plus puissants, et ce n'est guère qu'en 1880 que Thollon, astronome attaché à l'observatoire de Nice, put vérifier le principe. L'observation alternative du bord oriental et du bord occidental du Soleil, combinée à l'observation de raies dues au pouvoir absorbant de l'atmosphère terrestre, et nommées pour cette raison *telluriques*, mit alors en évidence le déplacement prévu.

Vérifié encore en 1889 sur la planète Vénus et la comète Wells, le principe devenait applicable en toute rigueur aux étoiles et, en 1891, M. Cornu pouvait dire en conséquence : « L'astronomie stellaire entre dans une phase nouvelle. »

Depuis lors, en effet, l'étude des vitesses radiales a pris une importance telle que de grands observatoires, Meudon, en France, et Lick, en Californie, en ont fait l'objet de travaux spéciaux.

Les vitesses constatées atteignent et dépassent 100 kilomètres à la seconde. Ainsi M. Vogel, à Potsdam, a constaté que l'étoile *Bêta* du Bélier se déplaçait à raison de 60 à 70 kilomètres à la seconde, tandis que pour *Oméga* de la Grande-Ourse, toute petite étoile à peine visible à l'œil nu, ce chiffre se réduit à 45 kilomètres, et tombe même à 20 kilomètres pour l'étoile de la même constellation qui, la première du timon, est la plus proche du chariot.

Fait bizarre : on a remarqué des variations régulières dans la vitesse de certains déplacements. M. Slipher, à l'observatoire Lowell, a reconnu que l'étoile *Bêta* du Scorpion se rapproche tantôt de la Terre et tantôt s'en éloigne. La vitesse, dans la période d'éloignement, atteint 109 kilomètres à la seconde et s'élève, dans l'autre période, à 146 kilomètres. Enfin, après 6 jours et 21 heures, la vitesse redevient ce qu'elle était auparavant.

Le phénomène a sa cause dans ce fait que les étoiles ont des compagnons et, qu'à l'exemple de notre soleil, elles entraînent avec elles des cortèges de satellites : cette question touche à la constitution des mondes stellaires.

*
**

C'est un fait bien connu qu'un grand nombre d'étoiles, plus de dix mille, sont pourvues de compagnons qui gravitent alentour, comme la Terre et les planètes gravitent autour du Soleil. La plupart de ces systèmes sont formés de deux étoiles seulement, mais il en est qui comptent 3, 4, 5 et même 6 composantes, comme *Thêta* d'Orion qui, malgré son peu d'éclat, est célèbre pour ce motif.

Le plus souvent, les grands télescopes seuls permettent de distinguer les étoiles satellites des étoiles principales; c'est au point que le nombre des systèmes reconnus croît en raison directe de la puissance des instruments.

Il est cependant des étoiles, aujourd'hui 50 environ, reconnues comme *doubles*, malgré que les télescopes n'en aient jamais pu distinguer les composantes; telles sont *Dzêta* de la Grande-Ourse, l'étoile du milieu du timon, *Bêta* du Cocher et la Polaire. Chacune des composantes d'un système, en effet, s'éloigne et se rapproche tour à tour de la Terre, parce que la révolution de l'une ou de l'autre s'effectue autour du centre de gravité commun. On est donc en droit de conclure que les variations de vitesse décelées par le spectroscopie ont leur raison d'être en ceci, que l'étoile observée fait partie d'un système. Si les composantes ne peuvent être distinguées l'une de l'autre, c'est que l'un des deux astres est noyé dans les rayons de son compagnon plus éclatant. Qui n'a remarqué que la Lune dans son plein éteint les étoiles?

Il se peut, d'ailleurs, que le compagnon de l'étoile principale soit obscur, et tel paraît être le cas d'*Algol*, dans la constellation de Persée.

Cette étoile passe en 2 jours, 20 heures, 49 minutes de la grandeur 2,3, à la grandeur 3,5, et, d'après les observations spectroscopiques, se meut *dans un sens* avant l'époque du minimum d'éclat et *en sens contraire* aussitôt après; la composante radiale de la vitesse, composante dans le sens du rayon visuel, périodique comme l'éclat de l'astre, passe de 45 kilomètres à la seconde, lors de la période d'éloignement, à 46 kilomètres, quand le rapprochement s'opère; la variation de vitesse atteint ainsi 91 kilomètres par seconde.

La variation de vitesse observée donne à penser qu'*Algol* possède un mouvement orbital. Si l'on fait cette hypothèse qu'*Algol* a un compagnon, de grandes dimensions, mais *obscur*, et que ce compagnon s'interpose périodiquement entre la Terre et lui, l'éclipse pour mieux dire, on explique du même coup la variation de vitesse et la variation d'éclat.

Cette hypothèse sera-t-elle un jour vérifiée par la vue directe? La puissance des télescopes permettra-t-elle jamais d'apercevoir les corps obscurs, les planètes qui, peut-être, circulent autour des étoiles?

Ces planètes, astres obscurs par définition, ne brillent, comme la Lune, que d'un éclat emprunté aux étoiles, aux soleils qui les éclairent, et quelque énormes que puissent être leurs masses, il est douteux que les télescopes actuels, même perfectionnés, puissent en révéler la présence. Une planète deux fois plus brillante que le magnifique *Jupiter* ne brillerait pas plus à la distance des étoiles les moins éloignées qu'une toute petite étoile de 21^{me} grandeur. Or les plus grands instruments d'aujourd'hui n'atteignent que les étoiles de 17^{me} grandeur, et le télescope capable de nous montrer *Jupiter* dans ces conditions hypothétiques devrait avoir 7 mètres d'ouverture.

On a regardé comme une merveille la grande lunette de l'Exposition de 1900 où l'objectif avait 1 mètre 25 cm. de diamètre. Que sont cependant ces dimensions auprès des 7 mètres nécessaires à la solution du problème posé? Sait-on qu'une lentille de cette dimension nécessiterait un tube long de 100 mètres au moins, en admettant même que les rayons lumineux parcourent trois fois le tube avant de passer de l'oculaire à l'objectif, comme dans certains instruments récemment construits?

Or, voici que l'observation spectrale fait voir l'imperceptible. Une étoile, située à une distance inimaginable, qui paraît absolument fixe sur la voûte céleste, est reconnue douée d'un mouvement orbital. Bien plus, la vitesse de ce mouvement est décelée, et de sa comparaison avec la période de variation d'éclat, qui représente la durée de la révolution, on déduit le chemin parcouru, c'est-à-dire la circonférence de l'orbite; Algol décrit un cercle de 1 700 000 kilomètres de rayon, 80 fois moindre que le rayon de l'orbite terrestre.

Au contraire de ce que nous venons de dire, les variations d'éclat de l'étoile *Mira Ceti*, de la Baleine, comparables à première vue aux variations d'Algol, ne peuvent être attribuées à la présence d'un compagnon obscur. Si l'étoile passe régulièrement de la grandeur 3 à la grandeur 9, la vitesse radiale de son déplacement a la valeur *constante* de 66 kilomètres à la seconde. Les variations d'éclat doivent donc être attribuées à des causes internes. Peut-être la surface de l'étoile est-elle en partie obscure. Les étoiles possédant vraisemblablement, comme le Soleil et les planètes, un mouvement de rotation sur elles-mêmes, le minimum d'éclat aurait lieu à l'époque où l'étoile nous présente la partie

obscur de son disque. De récentes observations, faites à l'observatoire Lick, confirment cette manière de voir.

L'analyse spectrale donne encore la solution d'un problème important concernant les étoiles doubles. Il est des étoiles qui paraissent doubles au télescope et qui cependant ne le sont qu'en apparence; les deux composantes, bien que situées dans des directions très voisines, sont, malgré cela, fort éloignées l'une de l'autre et n'ont aucun lien réciproque. Leur rapprochement tient à une illusion d'optique.

L'observation directe distingue difficilement ces systèmes, dits *optiques*, des systèmes vrais ou *physiques*; sans doute, il suffit de constater que l'un des deux astres est doué d'un mouvement de révolution autour de l'autre pour être en droit d'affirmer le caractère physique du système, mais, d'ordinaire, de tels mouvements ne peuvent être mis en évidence que par de longues années d'observation.

Par contre, la seule comparaison des vitesses radiales de l'une et l'autre étoile du système permet de conclure en toute certitude et sans délai : ce procédé a permis de reconnaître récemment que les deux composantes de l'étoile n° 61 de la constellation du Cygne, l'un des systèmes les moins éloignés de la terre et séparé de nous par sept ans et cinq mois de lumière seulement (!) constituent un couple *physique*, encore qu'au télescope elles aient paru jusqu'ici cheminer parallèlement l'une à l'autre.

Ainsi les étoiles semblent être en général des centres d'attraction comme notre soleil et, si l'on ne peut affirmer qu'elles sont comme lui pourvues de cortèges planétaires, cette assertion, du moins, ne contredit en rien les phénomènes observés : bien au contraire. L'étude des systèmes stellaires semble même montrer que ces astres lointains suivent les lois qui régissent notre monde solaire et que les découvertes de Képler concernant les relations fondamentales entre les dimensions des orbites, les masses et les durées des révolutions des planètes peuvent être transportées aux étoiles.

Au fait, le qualificatif de « soleils » appliqué aux étoiles paraît être d'une rigoureuse exactitude. Les étoiles sont des astres lumineux par eux-mêmes; l'analyse spectrale nous montre que leur constitution est analogue à celle du Soleil et il est vraisemblable que cette analogie s'accroîtra avec la puissance des télescopes. Le jour où la puissance actuelle de ceux-ci sera centuplée, les étoiles qu'ils nous montrent encore comme de simples points inévidents paraîtront, les plus proches du moins, comme comparables en dimensions au Soleil vu à l'œil nu : et il n'est point

téméraire de penser que nous y apercevrons des phénomènes identiques à ceux qui se manifestent à la surface du Soleil, taches, facules, et autres...

*
**

Le monde des étoiles vit et meurt.

Déjà, en 1867, le P. Secchi classait les étoiles en trois types principaux :

D'abord, les plus jeunes, les étoiles blanches ou bleues, comme *Véga*. Les raies de leurs spectres qui correspondent aux éléments métalliques sont très faibles. Au contraire, les raies de l'hydrogène y sont très marquées. C'est la classe d'étoiles la plus nombreuse.

Puis viennent les étoiles jaunes, déjà proches du déclin. *Arcturus* et notre Soleil sont du nombre. Les raies métalliques de leurs spectres sont très accentuées.

Ce sont enfin les étoiles rouges ou orangées, comme *Antarès*. Témoins des temps passés, leur activité se révèle amoindrie par les bandes obscures qui en sillonnent les spectres.

D'après M. Gore, qui a comparé les grandeurs apparentes actuelles de certaines étoiles aux grandeurs relevées par Ptolémée et Al-Sufi, disons les pouvoirs lumineux, vingt-six auraient diminué d'éclat : *Denebola*, par exemple, l'étoile la plus brillante de la constellation du *Cygne*, a passé de la grandeur 1 à la grandeur 2. Au contraire, vingt étoiles auraient augmenté d'éclat.

D'autre part, le phénomène des étoiles *temporaires* confirme cette hypothèse : qu'à l'exemple des corps organisés de notre milieu terrestre, les étoiles sont le siège de modifications incessantes.

En 1572, Tycho aperçoit une étoile magnifique qui apparaît tout à coup dans la constellation de Cassiopée et disparaît seize mois plus tard. Képler, trente-deux ans après, voit à son tour un astre presque aussi brillant et guère moins éphémère dans la constellation d'Ophiucus. Depuis, ce phénomène s'est répété bien souvent. Tout récemment encore, un astre semblable est apparu dans Persée. Reconnue par M. Anderson, à Edimbourg, le 21 février 1901, la *Nova* augmenta rapidement d'éclat, puis vint à décliner et disparut un jour...

La *Nova* de Persée, apparue subitement, n'avait pas été étudiée dans la première période de son existence. On ignorait l'histoire, éphémère sans doute, mais combien suggestive, de sa brillante jeunesse... Au grand dam des astronomes, l'analyse spectrale n'avait enregistré que les transformations chimiques de son âge mûr, de son déclin.

Or, voici qu'une nouvelle étoile temporaire, apparue le 25 mars 1903 dans le constellation des Gémeaux, a comblé les vœux des savants, encore que moins brillante que la *Nova* de Persée. Il s'est trouvé, en effet, que plusieurs observatoires avaient photographié la région où elle se trouve *plusieurs jours avant qu'on l'ait aperçue* et son histoire s'est ainsi trouvée écrite par ces témoins irrécusables qui sont les plaques photographiques.

La région où fut reconnue la *Nova* des Gémeaux avait été, en effet, photographiée à l'aide du grand réflecteur de l'observatoire d'Yerkes, le 21 février 1903, trente-trois jours avant que l'observation directe l'eût révélée. L'examen du cliché montra, à l'endroit même indiqué pour la *Nova*, une étoile de 15^e grandeur, dont une photographie de la même région, prise le 16 février par M. Wolf, ne portait aucune trace. L'étoile se retrouve encore sur divers clichés pris à l'observatoire d'Harvard et l'ensemble de ces documents permet d'écrire jour par jour l'histoire si importante de ses variations d'éclat.

La *Nova* de Persée fut caractérisée par la présence d'une nébulosité entourant l'étoile, phénomène qui ne se renouvela pas pour la *Nova* des Gémeaux. La nébuleuse de la *Nova* de Persée existait-elle avant la conflagration qui, avivant l'éclat de l'étoile, est venue en imposer l'étude aux astronomes? Était-elle un effet de la conflagration? Les étoiles sont-elles des nébuleuses condensées, comme le veut l'opinion commune, ou bien les nébuleuses proviennent-elles de la dissociation des étoiles? Questions que l'étude des *Nova* a soulevées et qui ne sont point résolues. Contrairement aux premières espérances, la *Nova* des Gémeaux n'a permis d'édifier aucune théorie satisfaisante de ces phénomènes; ce genre d'études a prouvé seulement que les étoiles sont le siège de transformations chimiques incessantes, et ce résultat n'est pas mince: il permet d'affirmer que le monde des étoiles vit et meurt.

La simple analogie vient encore étayer cette conclusion. Comme les étoiles, le Soleil se meut dans l'espace. L'observation des étoiles le montre. On conçoit, en effet, que si le Soleil se dirige vers un point du Ciel, les étoiles avoisinant ce point sembleront s'éloigner les unes des autres, au lieu que les étoiles situées à l'opposé se condenseront en un amas de plus en plus serré: de même, les arbres d'une forêt semblent s'écarter en avant du voyageur et se resserrer en arrière.

Les étoiles s'écartent-elles les unes des autres dans telle région du Ciel, se groupent-elles dans telle autre, mettent-elles ainsi en évidence un mouvement de translation de notre soleil? *A première vue*, non: les mouvements des étoiles paraissent indépen-

dants les uns des autres, sans lien aucun. Rien de surprenant. Les étoiles sembleraient s'écarter dans le sens de la translation et se resserrer dans le sens opposé si elles étaient immobiles dans l'espace : or, elles ne sont pas immobiles.

Un examen approfondi de ces mouvements propres vient cependant à l'appui de cette opinion que le Soleil, comme les étoiles, est doué d'un mouvement de translation : d'où confirmation de l'analogie présupposée.

Cet examen se base sur la *loi des moyennes*. Le seul procédé permettant d'éliminer les mouvements propres des étoiles vis-à-vis de celui du Soleil, de mettre en évidence celui-ci indépendamment de ceux-là, est de considérer les mouvements propres des étoiles comme ayant lieu indistinctement dans toutes les directions et comme devant se compenser, s'annuler à peu près *dans les moyennes*.

Au cas où le soleil serait immobile dans l'espace, les mouvements des étoiles devraient donc se compenser. Un défaut de compensation marqué sera, par suite, l'indice d'un déplacement du Soleil, d'un mouvement propre, semblable à celui des étoiles ; et ce défaut de compensation a été constaté. Herschell, Prévost de Genève, Argelander, Tisserand, Newcomb ont ainsi prouvé que le Soleil était doué d'un mouvement propre, comme le pensaient déjà Fontenelle et Lalande, et ont même fixé, avec une certaine approximation, la position du point de la sphère céleste vers lequel il paraît se diriger. Ce point, l'*Apex*, serait proche d'une étoile de la constellation d'Hercule.

On a enfin déterminé comme suit la vitesse de translation du soleil :

Les étoiles situées dans le voisinage de l'*Apex* devront se rapprocher du soleil : effet du mouvement propre de notre système. Admettant qu'*en moyenne* leurs mouvements propres se neutralisent, on pourra conclure qu'*en moyenne* aussi, la vitesse radiale de ces étoiles, mesurée au spectroscopie, est égale et de sens contraire à la vitesse du mouvement propre du Soleil. M. Vogel, qui a comparé les unes aux autres les vitesses radiales d'une quarantaine d'étoiles, a trouvé que la vitesse cherchée est d'environ 12 kilomètres à la seconde. M. Tisserand, se basant sur les vitesses radiales des nébuleuses, a trouvé le chiffre de 15 kilomètres.

Ainsi, analogie entre les mouvements propres du Soleil et des étoiles.

Analogie encore entre les températures, quelques milliers de degrés, du Soleil et des étoiles...

Eh bien, il est démontré que le système solaire tend vers un état de repos final, qui sera la mort par essence : pourquoi non des étoiles ?

On a démontré bien souvent la *stabilité* du système solaire. Lagrange a établi que les orbites planétaires ne pouvaient varier que peu autour de leurs valeurs moyennes. Poisson a reconnu que ces valeurs moyennes mêmes, sauf *un* cas exceptionnel, n'étaient soumises qu'à des variations se compensant les unes les autres. Delaunay, Tisserand et Gylden ont ramené le cas exceptionnel au cas ordinaire où il y a compensation.

Mais ces démonstrations se rapportent à des intervalles de temps très longs et non pas *indéfinis* et permettent seulement d'affirmer que les éléments du système solaire resteront ce qu'ils sont pendant quelques milliers de siècles.

Qui plus est, M. Poincaré a remarqué que les démonstrations de la stabilité s'appliquent seulement à des astres fictifs, réduits à de simples points matériels et soumis à l'action exclusive des lois de la gravitation, ce qui n'est pas conforme à la réalité, et il a posé la question : la stabilité du système solaire sera-t-elle plus vite détruite par le simple jeu de l'attraction newtonnienne que par les forces complémentaires négligées jusqu'ici dans les démonstrations ? Si la réponse est affirmative, et seulement dans ce cas, on doit regarder la stabilité comme pratiquement acquise.

Or la résistance que les milieux interplanétaires opposent aux mouvements des astres, les déformations que leurs attractions mutuelles et les résistances électro-magnétiques leur font subir, les frottements qu'occasionnent les marées, sont autant de raisons de penser que les corps célestes suivent cette loi de Carnot, d'après laquelle leurs énergies physiques se convertissent en chaleur et par là même se dissipent. Il semble bien que cette transformation soit relativement plus rapide que celle qui tendrait à écarter sensiblement les planètes de leurs positions vis-à-vis du Soleil. Le système solaire tendrait alors vers l'état de repos final, repos absolu : *il mourrait ainsi*.

Devons-nous étendre cette conclusion aux étoiles, mondes semblables au Soleil, quant aux mouvements propres et quant à la constitution chimique tout au moins ?

Sans doute, et nous dirons : comme le Soleil, les étoiles vivent ; comme le Soleil, les étoiles tendent vers le repos final ; comme le Soleil, les étoiles s'éteindront un jour ; comme le Soleil et tous les êtres de notre monde créé, les étoiles sont vouées à la mort.

