

tel travail lorsque nous aurons ajouté que ces 20 000 raies exigent pour leur identification un dessin qui n'a pas moins de 13 mètres de longueur!

Evidemment, notre spectroscope simplifié ne peut nous faire même entrevoir la complexité de cette science nouvelle dont les applications fécondes ont déjà transformé notre connaissance de l'univers. Néanmoins, il nous a servi à comprendre le principe sur lequel repose la spectroscopie. Grâce à lui, nous entrevoyons dès maintenant la possibilité de pénétrer plus avant dans la connaissance des mondes éloignés et nous sommes à même d'apprécier ces belles théories qui ont permis à l'astronome d'analyser les substances multiples brûlant dans les étoiles et celles moins nombreuses qui s'agglomèrent lentement au sein des pâles nébulosités où se forment les mondes.



L'AUTEUR EXAMINANT LES PROTUBÉRANCES SOLAIRES
AU SPECTROSCOPE



CHAPITRE VII

L'ÂGE DES ÉTOILES

La tendance actuelle de tous les systèmes cosmogoniques est de considérer les nébuleuses déjà étudiées dans *D'où venons-nous?* comme le premier stade de la condensation de la matière. De ces agglomérations, informes au début, naîtront des soleils souvent accompagnés de corps plus petits.

Mais lorsque l'étoile sera formée, lorsque, sphère gazeuse incandescente, elle aura rayonné une partie de sa chaleur dans l'espace environnant, qu'advient-il de sa constitution?

Chaque étoile a eu un commencement; elle atteindra son entier développement dans le cours du temps; elle aura une fin. Cette étoile a donc un âge: seul *Celui qui est éternellement* n'a pas d'âge, car il échappe au cycle des phénomènes justiciables du temps.

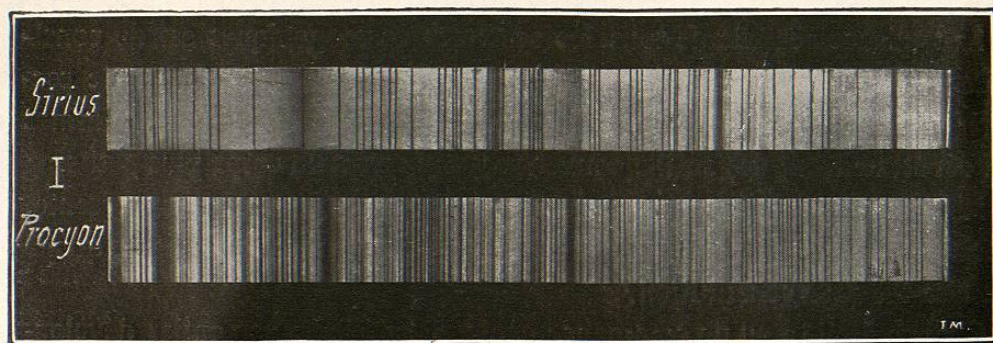
Pouvons-nous alors déterminer l'âge des étoiles? Il ne s'agit pas ici de l'âge absolu, ce calcul échapperait à nos moyens d'action; la question, pour être plus simple en apparence, nous offrira encore bien des difficultés. On peut la poser ainsi: Quelles sont les phases d'évolution des étoiles? A quelles apparences certaines reconnaitrons-nous que tel soleil en est à sa première jeunesse alors que tel autre, déjà mûr, se hâte vers la mort?

Supposons qu'une personne parcourant une demeure abandonnée rencontre une horloge en mouvement. Si le visiteur n'a jamais vu semblable appareil, s'il n'est pas familiarisé avec les principes de la mécanique, il peut s'imaginer que cette machine contient en elle-même de quoi la faire marcher indéfiniment, jusqu'à usure complète des rouages. Mais si la personne en question a déjà vu « des mécaniques », elle saura très bien que le mouvement continu d'un balancier ne se fait pas sans une dépense de force.

L'horloge puise donc l'énergie quelque part, et même si les flèches étaient absentes, il serait facile, en examinant les autres pièces, de se convaincre que leur mouvement et l'entretien de ce mouvement sont dus à un poids qui tombe constamment.

Supposons maintenant que notre visiteur n'ait pas le temps de constater cette chute du poids moteur; il n'en sera pas moins convaincu de son existence, et il conclura à coup sûr qu'à un moment donné, si une force étrangère à la pendule ne vient pas remonter le poids, l'horloge cessera de marcher.

Depuis combien de temps marche-t-elle? Ici notre problème se complique. Mais si notre observateur a des loisirs, il parviendra à la solution en étudiant la marche du mécanisme.



DANS LES ÉTOILES TRÈS CHAUDES ET DU PREMIER TYPE
LES RAIES SPECTRALES DE L'HYDROGÈNE APPARAISSENT LARGES ET ACCENUÉES

D'abord il découvrira que le poids ne saurait dépasser en hauteur une certaine limite. La corde qui le soutient a une longueur mesurable: quand le poids aura déroulé *toute* cette corde, il ne pourra tomber plus bas et l'horloge s'arrêtera.

Mais, inversement, une personne qui surviendrait à ce moment-là et qui remonterait la masse mobile serait bientôt arrêtée après avoir enroulé *toute* la corde autour du treuil communiquant le mouvement aux rouages.

Donc, on peut affirmer qu'une horloge en mouvement, quel que soit le moment choisi, marche depuis un temps déterminé: le commencement de cette marche peut aussi être fixé en considérant de combien le poids est descendu dans l'intervalle d'une minute, par exemple.

Enfin, si une personne était placée devant des horloges identiques, elle pourrait, par le seul examen de la position des poids, dire à coup sûr celle

qui marche depuis plus longtemps et celles qui s'arrêteront les premières.

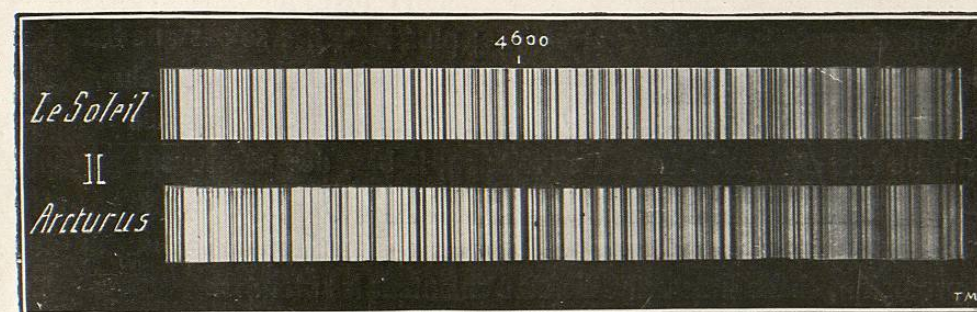
Eh bien! nous pouvons considérer l'univers stellaire comme un ensemble d'horloges en mouvement.

Tous les jours les étoiles perdent de leur chaleur; il est vrai qu'elles en gagnent aussi par la condensation, par la contraction sur elles-mêmes.

Tant que la chaleur gagnée par cette contraction sera plus forte que la chaleur rayonnée dans l'espace, la chaleur totale de l'étoile augmentera.

A un moment donné cependant, une sorte de balance s'établira: actif et passif s'équilibreront tout comme dans un organisme vivant.

Toutefois, cette phase ne saurait durer indéfiniment: un beau jour, lorsque



LE SECOND TYPE STELLAIRE COMPREND DES ÉTOILES DU GENRE DE NOTRE SOLEIL
LES RAIES SPECTRALES SONT FINES ET TRÈS MULTIPLIÉES

la contraction se fera plus lente, la chaleur perdue l'emportera et l'étoile s'affaiblira peu à peu.

Vous voyez bien que notre étoile est en tout point comparable à l'horloge en mouvement.

Notre première question: depuis combien de temps est-elle en marche? semble maintenant bien simplifiée.

Nous pouvons par la pensée remonter en arrière.

Primitivement, l'étoile était nébuleuse, perdue dans une immense atmosphère.

Avant cette phase, la condensation était encore moins avancée; pour revenir à notre comparaison de l'horloge, le poids était moins bas hier qu'aujourd'hui, plus près de sa plus grande hauteur autrefois qu'actuellement.

Donc, à un moment donné, notre nébuleuse *a commencé*, de même que dans l'horloge le poids *a commencé* de tomber.

Non seulement, comme on l'a dit souvent, la montre prouve l'horloger, mais, toute idée de création et de fabrication mise à part, une pendule qui

marche prouve que quelqu'un est passé par là à un certain moment et lui a donné l'impulsion première; en d'autres termes, quelqu'un a remonté l'horloge.

L'Astronomie est en mesure aujourd'hui de nous dire quelles sont dans le ciel les horloges qui fonctionnent depuis plus longtemps, la course exacte que leur poids a parcourue et le moment où elles devront s'arrêter.

Or, remarquez bien que tous ces problèmes seraient insolubles si nos horloges fonctionnaient depuis un temps *infini*: dans ces conditions, elles en seraient toutes au même point. Et c'est précisément le contraire que nous constatons.

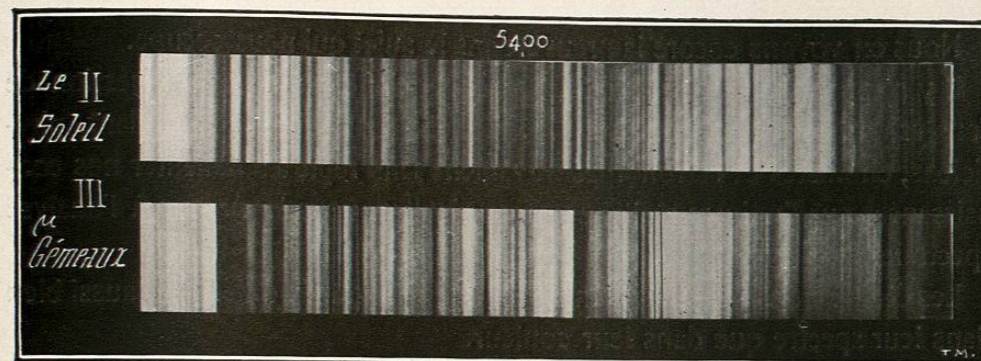
Les étoiles — ces horloges célestes — sont toutes plus ou moins avancées: là sont des soleils encroûtés et éteints; plus loin, des soleils que les glaces de l'âge commencent à envahir; ici, des étoiles étincelantes en plein développement; ailleurs, de faibles astres encore entourés de brumes épaisses, comme une chrysalide en son enveloppe; là-bas, des nébuleuses phosphorescentes s'illuminant sous l'impulsion des premiers souffles de la vie et du mouvement; en maint endroit, enfin, c'est la poussière cosmique répandue à profusion, chaos indescriptible où s'enfantent les mondes.

Je n'ignore pas que pour se passer de Celui qui a créé cette matière et lui a donné le mouvement, on a imaginé un cycle de transformations qui recommenceraient dans le même ordre indéfiniment. Il faut laisser à de « pauvres vulgarisateurs » la responsabilité de ces hypothèses futiles. Ni la Physique ni la Mécanique ne sauraient s'en accommoder.

Admettre qu'après être descendu un certain temps et avoir entretenu ainsi la marche d'une horloge, un poids puisse de lui-même se remonter vous paraît absurde; une telle proposition ne se discute même pas; et l'on voudrait qu'après avoir dissipé toute leur énergie, les étoiles puissent, comme l'ancien Phénix, renaître de leurs cendres, se rallumer et donner naissance à des nébuleuses qui se transformeraient en étoiles, et ainsi de suite! Voilà, j'imagine, de la haute fantaisie, et la Science ne se paye pas de pareille monnaie.

Si ces théories inventées pour les besoins de la cause vous agréent et vous suffisent, soit; mais ne venez pas me dire que la Science sait se passer d'une Cause première et que, sans elle, vous pouvez tout expliquer.

On nous reproche souvent d'adhérer à des mystères et on veut répudier ceux-ci au nom de la Raison. Mais il ne faut pas confondre *mystère* avec *absurdité*, et ce que l'on voudrait nous faire admettre en est une.



COMPARAISON ENTRE LE SPECTRE DU SOLEIL ET CELUI D'UNE ÉTOILE DU TROISIÈME TYPE
Ces dernières présentent des raies métalliques nombreuses.

Tout récemment, d'ailleurs, la mode a changé — elle change si souvent! — et on s'est mis à l'abri de retranchements nouveaux.

« Jamais, dit certaine école, nous ne parviendrons à découvrir les causes premières, elles sont trop loin de nous, et nous ne saurions avoir la prétention de les aborder. » C'est la doctrine de l'*Inconnaissable*, et c'est un pur sophisme.

Si d'avance vous imposez des limites à la science, le jour où je viendrai vous dire que nous avons précisément franchi ces frontières, vous pourrez m'accueillir par une fin de non-recevoir; car, selon vous, je n'aurai jamais le droit d'aller si loin.

La Science fournit à chaque instant la justification de principes opposés à la théorie de l'*Inconnaissable*.

Pendant que les Santos-Dumont, les Whright, les Farman, les Delagrange et tant d'autres construisaient et essayaient leurs aéroplanes, savez-vous comment certains théoriciens utilisaient leurs loisirs? Ils composaient pour l'Académie des Sciences des notes où, en un langage hérissé de termes techniques et de formules savantes, ils s'escrimaient à démontrer que jamais l'homme ne parviendrait à voler. Les plus timides hasardaient quelques objections, faisant observer respectueusement que les formules pouvaient pécher par quelque endroit, montrant que leur application même ne tendait à rien moins qu'à prouver l'impossibilité du vol des oiseaux. De part et d'autre, on se garda de les écouter..... : la même année, en dépit des théories, l'homme planait dans les airs.

Le grand public, crédule, devrait savoir une fois pour toutes que la Science n'est pas responsable des erreurs des savants; ces derniers n'ont pas le droit d'imposer une limite définie à nos connaissances, pas plus d'ailleurs que les philosophes.

Nous en voyons encore la preuve dans le sujet qui nous occupe.

Il y a un peu plus d'un siècle, personne n'eût osé poser la question de l'analyse des corps brûlant dans les étoiles; actuellement, cependant, physiciens, chimistes et astronomes travaillent sans répit à augmenter nos connaissances sur l'univers stellaire: et ce résultat, nous le devons à l'analyse spectrale.

Les étoiles nous montrent, en effet, une très grande différence, aussi bien dans leur spectre que dans leur couleur.

Un astre arrive-t-il à son entier développement, il émet des rayons voisins du violet. Depuis que nous avons constaté un fait analogue pour une barre de métal chauffée à blanc et mieux encore pour la lampe à arc, ceci n'offre rien d'extraordinaire.



LE R. P. SECCHI, CÉLÈBRE ASTRONOME ITALIEN, CRÉATEUR DE LA PHYSIQUE SOLAIRE (1818-1878)

La lumière stellaire, dans ce cas, nous paraît donc blanc bleuâtre. Le ciel nous en offre de très nombreux exemples. Ce sont souvent de belles étoiles comme *Sirius* du Grand Chien, *Véga* de la Lyre, *Altair* ou *Procyon*.

Au spectroscopie, les raies de l'hydrogène y apparaissent larges et accentuées, preuve que ces astres sont entourés d'une puissante atmosphère.

Dans ces épouvantables fournaies, non seulement les métaux sont volatilisés, mais la dissociation chimique est l'état permanent, et nos éléments actuels, ceux mêmes que nous considérons comme simples, y sont réduits en éléments moins avancés, parfois inconnus de notre chimie terrestre.

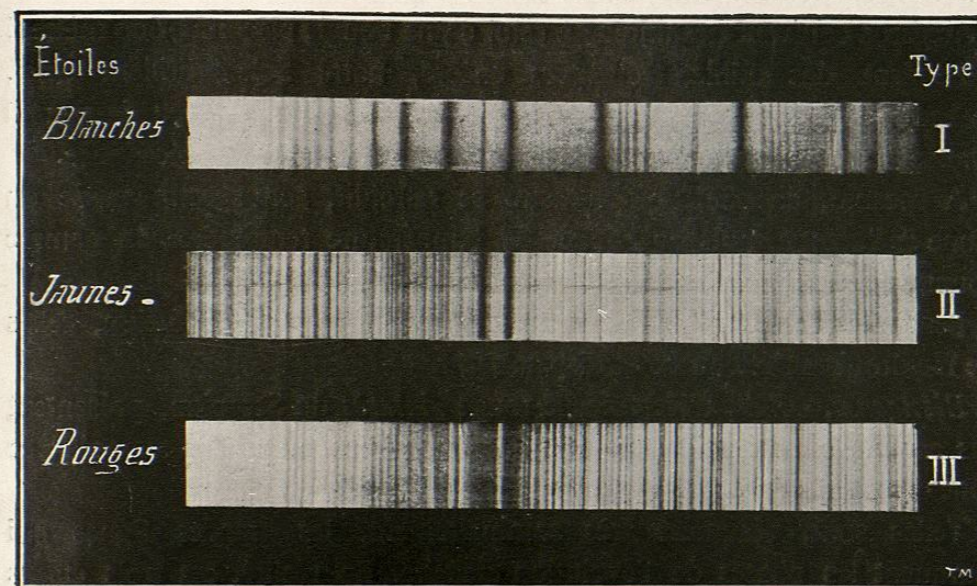
Combien de temps doit durer cette période d'exaltation? Nul ne saurait le dire. Des centaines de millions d'années pour les unes, des dizaines ou des unités de millions pour les autres.

Dans le monde des étoiles, en effet, la lutte pour la vie est tout à fait simplifiée; elle dépend de la résistance au froid de l'espace, et cette résistance elle-même est nécessairement liée au volume.

N'avons-nous pas vu le même fait se produire pour Jupiter, le premier-né de la famille solaire? Sa surface est encore chaude, alors que notre satellite, mis au monde après lui, a précipité son évolution et roule depuis longtemps dans l'espace un cadavre refroidi.

Ainsi, lentement, le temps fait son œuvre, le froid envahit tout; pour résister davantage, les gros soleils auront le même sort que leurs frères plus petits.

La condensation s'opère peu à peu, l'atmosphère s'épaissit à mesure que diminue sa hauteur; les raies de l'hydrogène s'affaiblissent, de nouvelles combinaisons chimiques deviennent possibles. Au sein de températures plus voisines que celles que nous obtenons, naissent des composés métalliques identiques à ceux qui nous sont familiers. En même temps, la couleur générale de l'étoile descend la gamme du spectre; la phase jaune commence.



CLASSIFICATION DES ÉTOILES EN TROIS TYPES D'APRÈS LEUR ASPECT VU AU SPECTROSCOPE
Étoiles blanches comme Sirius. — Étoiles jaunes comme notre Soleil. — Étoiles rouges comme Antares.

Notre soleil est presque parvenu à cet état; il n'a plus l'éclat de la jeunesse, et son rayonnement est celui qui précède la maturité de l'âge.

Dans son spectre, nous retrouvons un grand nombre d'éléments terrestres; au milieu de son atmosphère hydrogénée, nous apercevons des lignes fines dues à la présence du calcium, du fer, du nickel, du titane, du cuivre, etc.

Certains métaux n'existent pas encore dans cet effroyable creuset: ni bismuth, ni antimoine, ni mercure. L'oxygène même y est probablement contenu dans un état différent de celui qu'il adopte sur la Terre.

L'illumination électrique joue là-bas un rôle incontestable et l'atmosphère du Soleil, qui atteint parfois 7 000 ou 8 000 degrés peut-être, nous offre l'image d'un orage perpétuel.