

Les astronomes ont alors recours à d'autres considérations que nous allons étudier sommairement.

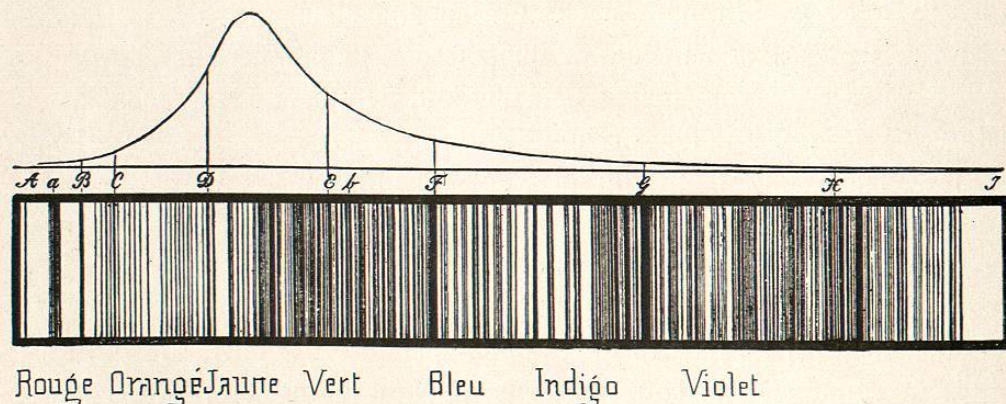
Les expériences précédentes ne nous ont, en somme, fourni qu'une sorte de thermomètre. L'examen de différents spectres va nous guider dans des voies autrement fécondes. Jusqu'ici, nous n'avions observé que des spectres continus plus ou moins larges, sans doute, mais s'offrant à nous sous l'aspect d'un ruban ininterrompu : ce sont les spectres des objets solides ou liquides incandescents.

Même dans notre bec de gaz, le spectre était produit par de petites particules solides lumineuses.

Procurons-nous une lampe à alcool ordinaire ; la flamme n'est plus éclairante ; elle ne donne aucun spectre visible dans notre instrument, mais comme elle est très chaude, elle va nous servir à volatiliser des substances, en d'autres termes à rendre gazeux des corps solides ou liquides.

Projetons donc au milieu de la flamme quelques fragments de sel de cuisine que les chimistes désignent sous le nom de chlorure de sodium. Immédiatement un spectre apparaît, non plus sous forme de bande, mais sous l'apparence d'une ligne extrêmement étroite. L'aiguille de notre instrument ne donne plus une image étalée. Toutes les couleurs ont disparu, excepté un mince filet lumineux situé dans le jaune. C'est ce que l'on appelle la raie du sodium. Avec un spectroscopie plus perfectionné, cette raie se dédoublerait en deux autres très rapprochées.

Maintenant si, au lieu de projeter un sel de sodium, nous avons introduit dans notre flamme un sel d'une autre substance, nous observerions

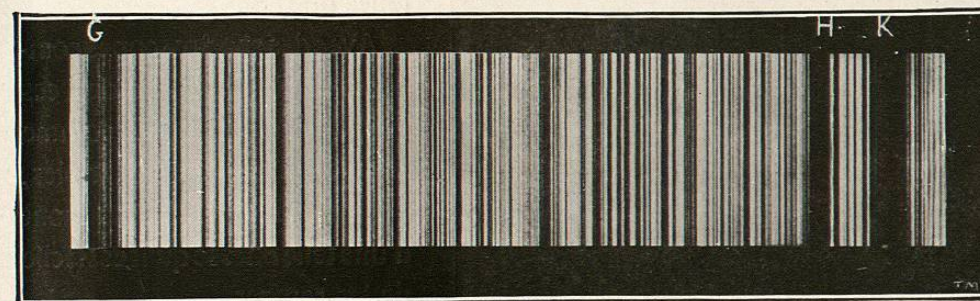


REPRODUCTION DU DESSIN ORIGINAL DE FRAUNHOFER MONTRANT LES PRINCIPALES RAIES QU'IL AVAIT DÉCOUVERTES DANS LE SPECTRE

En haut, la courbe de l'intensité lumineuse.

d'autres raies situées dans des régions différentes. Ainsi, le potassium, base de la potasse que vous connaissez bien, nous eût fourni deux raies principales, l'une dans le rouge, l'autre dans le violet. Le baryum qui, sous la forme de sel de baryte, rentre dans la composition des poudres pour feux d'artifices, nous eût donné une demi-douzaine de raies distribuées dans le jaune et le vert. Les sels de lithine, trop connus des arthritiques, fourniraient une faible raie jaune accompagnée d'une jolie raie rouge, etc. L'hydrogène lui-même donne quatre raies principales caractéristiques correspondant à des intervalles sombres dans le spectre solaire.

Vous pensez bien que physiciens et chimistes n'ont pas attendu longtemps pour fixer la position de ces raies qui ne varient pas pour un même corps et qui, par conséquent, suffisent à caractériser une substance. Le jour où cette découverte fut au point, les savants se trouvaient ainsi



LES RAIES DU SPECTRE SOLAIRE DANS LE VIOLET : RÉGION DES LETTRES G, H ET K

en possession d'une méthode d'analyse tout à fait nouvelle et qui devait leur rendre les plus précieux services.

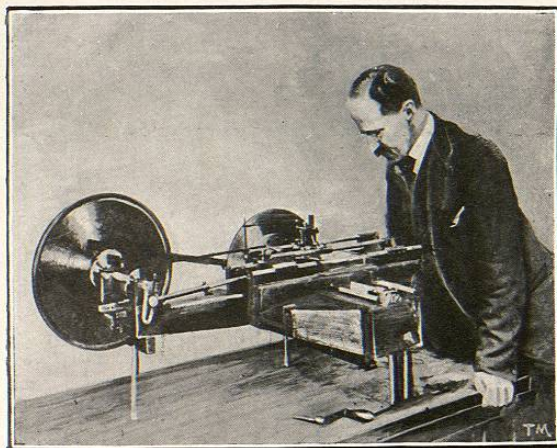
Outre que le moyen est expéditif et peu coûteux, aucun autre procédé ne peut rivaliser avec cette *analyse spectrale*, au point de vue de la sensibilité. En voici des exemples tout à fait typiques : dans une salle de soixante mètres cubes, pulvérisons une masse d'eau contenant deux milligrammes de sel de cuisine et allumons un bec de gaz, aussitôt la flamme examinée au spectroscopie montrera la présence de la raie du sodium.

Dans un coin de la même salle, on a fait détonner une pastille contenant 3 milligrammes de chlorate de sodium pendant qu'à l'aide du spectroscopie on observait la flamme d'une lampe placée à l'autre extrémité de la pièce. Au bout de quelques minutes, la raie du sodium se montra très nette. Le calcul indique que l'air entretenant la combustion de la lampe n'apportait cependant au sein de la flamme que *un trois-milliardième* de gramme

de chlorate, pendant chaque seconde; et c'était suffisant pour faire apparaître la raie jaune caractéristique. Cette sensibilité est telle qu'elle ennuie parfois les observateurs incapables de faire disparaître cette fameuse raie jaune.

On retrouve du sodium partout; près des côtes où il est entraîné par les vents; toutes les fois qu'on remue des objets, qu'on bat des étoffes, qu'on ferme un livre et qu'on soulève des poussières.

Ce soir, avant d'écrire ces lignes, j'ai refait quelques expériences en commençant par des sels de sodium projetés dans la flamme d'un bec Bunsen, et en continuant par bon nombre d'autres substances; j'ai eu beau nettoyer les appareils, me laver les mains; toute la nuit, la raie



LE PROFESSEUR ROWLAND GRAVANT LUI-MÊME SES RÉSEAUX
QUI REMPLACENT LE PRISME DANS LES SPECTROSCOPES

du sodium s'est montrée dans l'instrument; elle ne disparaîtra que dans quelques jours.

Avec des spectroscopes composés de plusieurs prismes, ces raies que j'ai présentées comme simples apparaissent triples, quadruples, etc. Elles sont d'une telle finesse qu'il est facile de les repérer.

Nous avons vu dans *D'où venons-nous?* que le spectre visible du rouge au violet s'étend depuis 450 jusqu'à 750 trillions de vibrations par seconde, mais

le spectre que nous connaissons empiète sur le rouge et sur le violet. C'est dans l'extrême infrarouge que les vibrations sont les plus larges: il en faudrait toutefois 1 250 mises bout à bout pour couvrir un espace de un millimètre, tandis que dans le violet elles ont moins d'amplitude: il en faudrait 2 500 pour couvrir la même longueur. A la limite de l'ultra-violet, il y en a 10 000 par millimètre!

Ces chiffres n'ont rien de fantaisiste; les spectroscopistes mesurent chaque jour ces petites longueurs d'ondes pour fixer exactement l'emplacement des raies dans le spectre. Ainsi, la lumière jaune présente une raie dont la longueur d'onde est de 5 895 dix-millionièmes de millimètre.

De même que la *distance du Soleil à la Terre* est l'unité de longueur

employée par les astronomes, le *mètre*, celle dont se servent les arpenteurs, le *dix-millionième de millimètre* est l'unité admise en spectroscopie.

On ne peut demander plus de précision à une méthode qui s'appuie sur l'emplacement des différentes raies pour fixer la nature d'une substance.

Mais les révélations du spectroscope sont allées plus loin.

Jusqu'à ce moment, nous avons étudié les spectres continus fournis par des solides ou liquides incandescents et les spectres discontinus à raies brillantes que donnent des gaz lumineux. L'interposition d'une masse gazeuse obscure entre une vive lumière et notre spectroscope va nous fournir un autre genre de phénomènes, connu sous le nom de *renversement des raies*.

Les protubérances solaires nous disent nettement que nous avons affaire à des masses d'hydrogène illuminées. Certaines raies apparaissent dans l'instrument aux mêmes endroits, le reste du spectre est sombre et sans couleur. Qu'arriverait-il si nous examinions ces masses hydrogénées passant devant un corps fortement éclairé, un bain de fonte en fusion, je suppose?

Toutes les raies brillantes seraient remplacées par des raies noires occupant la même position, et leurs intervalles seraient colorés.

Or, c'est précisément ce que nous voyons à la surface du soleil.

Celui-ci étant entouré d'une atmosphère assez épaisse, les gaz se laissent traverser par la lumière de l'astre, mais ils en interceptent une partie au passage, si bien que tous produisent des raies noires répondant à leurs natures différentes.

Ces raies obscures dans le spectre solaire furent découvertes par Wollaston en 1802, mais ce ne fut qu'en 1814 seulement qu'un opticien bavarois, Fraunhofer, en découvrit l'interprétation.

Son travail ne se borna pas à cette découverte: ce fut ce même physicien qui classa les raies et les distribua dans le spectre suivant leur position. Nous avons de lui un dessin qui contient jusqu'à 576 raies spectrales!

A mesure que l'optique se perfectionnait, on s'aperçut que Fraunhofer n'avait pas tout noté. Angstrom gradua le spectre et détermina la situation de près de 1 000 raies! Thollon porta ce nombre à plus de 3 000 dans la partie inférieure, c'est-à-dire vers l'extrémité rouge. Plus tard, le chanoine Spée continua son travail, mais tous furent distancés par Rowland, l'inventeur du spectroscope à réseau, qui parvint à noter la position exacte de 20 000 raies! On aura une idée approximative d'un

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.