

ASSOCIATION BRITANNIQUE POUR L'AVANCEMENT
DES SCIENCES

RÉUNION A EXETER, LE 18 AOUT 1869

Discours du président, M. George Gabriel Stokes

Sec. R. S. professeur lucasien de mathématiques
à l'Université de Cambridge

Mission de l'Association.

« Comme c'est la première fois que l'Association britannique pour l'avancement de la science se réunit dans la ville d'Exeter, et que, selon toute probabilité, bien des personnes ici présentes n'ont jamais assisté à une précédente réunion, j'espère que les membres plus anciens de l'Association me

pardonneront d'expliquer en quelques mots le but pour lequel elle a été instituée. Elle se propose d'abord de remplir une mission complètement distincte de celle des diverses sociétés scientifiques établies sur différents points de notre pays. Ces sociétés, pour la plupart, ont pour objet principal de rendre profitables au monde scientifique les labeurs volontaires des travailleurs isolés de la science, généralement en recevant, discutant et publiant les résultats qu'ils peuvent avoir obtenus. L'Association britannique, elle, se propose de donner *une direction plus systématique* aux recherches scientifiques, et cela par divers moyens.

Comment l'Association remplit sa mission.

Quand une branche de la science fait de rapides progrès, il n'est pas facile de se tenir au courant de sa situation actuelle. Ceux qui la cultivent sont dispersés par tout le monde civilisé, et leurs résultats sont publiés dans diverses transactions et publications périodiques, où ils se trouvent mêlés avec toute sorte d'autres matières scientifiques. Pour se bien renseigner soi-même, sans secours étranger, sur ce qui a été fait, il faut avoir accès dans une bibliothèque considérable, être en état de lire couramment plusieurs langues modernes, et avoir le loisir d'aller à la recherche, au travers des tables de matières, ou pour le moins des sommaires, d'un grand nombre de séries d'ouvrages. Sans cette connaissance, il est toujours à craindre qu'un homme de science dépense ses forces à refaire ce qui a déjà été fait ; tandis qu'avec une meilleure direction, la même dépense de temps et de travail aurait pu notablement accroître la somme de nos connaissances. Pour obvier à cette difficulté,

L'Association britannique a invité les personnes qui sont plus spécialement versées dans les diverses branches de la science à lui adresser des rapports sur l'état présent de nos connaissances ou sur les progrès récemment accomplis dans chaque branche spéciale. L'influence de l'Association, en qualité de corps constitué, s'est trouvée suffisante pour déterminer nombre de personnages scientifiques à entreprendre la grande tâche de rédiger ces rapports.

Cette énumération complète de ce que nous possédons déjà, nous fait voir plus clairement ce qui nous manque encore. Aussi est-ce un objet spécial des rapports que je viens de mentionner, de signaler les principaux *desiderata* sur les divers sujets dont ils avaient à traiter. L'Association se trouvait ainsi plus à même de remplir une autre de ses missions, celle d'organiser les moyens de poursuivre les recherches qui ont besoin de coopération. Quand un travail reste dans les limites de ce qui peut être accompli par les particuliers, on peut laisser au savant lui-même le soin de créer les ressources nécessaires pour y satisfaire; mais souvent il arrive que des recherches peuvent difficilement être menées à bien sans collaboration. Elles peuvent, par exemple, réclamer la combinaison des connaissances théoriques les plus profondes avec la plus grande habileté pratique, ou bien une connaissance étendue de branches scientifiques très-différentes; ou encore, le travail à faire, quoique entièrement de même nature, peut être d'une telle étendue qu'il dépasse les forces d'un seul homme. En pareils cas, le pouvoir limité de l'individu ne peut être suppléé que par le principe de la collaboration; en conséquence, c'est une partie importante de l'œuvre de l'Association que l'organisation de commissions pour la poursuite de recherches spéciales. Les recherches ainsi entreprises à la requête de l'Association,

sont publiées au long, en même temps que les rapports sur les progrès des sciences, dans la première partie de son volume annuel.

L'Association contribue encore au progrès de la science d'une autre manière qui est en étroite relation avec celle-ci. Bien des recherches exigent non-seulement du temps et de la méditation, mais encore de l'argent; et il serait par trop dur de laisser des hommes de science, qui consacrent gratuitement leur temps et leur travail à poursuivre de semblables recherches, dans la nécessité, en outre, de faire des frais que souvent ils pourraient difficilement supporter. L'Association, en conséquence, alloue des subventions pécuniaires à des particuliers ou à des commissions pour couvrir les frais de ces recherches. Il résulte du rapport qui vient d'être publié que, jusqu'à l'année 1867 inclusivement, l'Association a voté pour divers objets scientifiques la somme de l. st. 29 312, 4 s. 1 D. (732 927 fr. 60). Si nous en déduisons la somme de l. st. 23, 16 s. 0 D., pour la balance des crédits non totalement dépensés, qui sont revenus à l'Association, nous pouvons dire que l. st. 29 288, 8 s. 1 D. (732 205 fr. 60) ont été dépensés de la manière indiquée. Si nous nous rappelons que ces subventions ont été peu considérables pour la plupart, qu'elles ne comprennent pas les dépenses personnelles, et que beaucoup des recherches entreprises à la requête de l'Association ne comportaient aucune espèce de subvention d'argent, nous pouvons nous former quelque idée du degré d'activité scientifique provoquée et déployée sous les auspices de l'Association.

Dans le discours d'ouverture de nos réunions, il est d'usage que votre président rende compte des progrès les plus récents de la science. C'est une tâche bien difficile. Peu de personnes sont familières avec toutes les branches de la

science; et quand même on remplirait cette condition, le choix des sujets et la manière de les traiter seraient encore une source de difficultés. Je n'essayerai pas de vous retracer les progrès récents de la science en général; mais je choisirai, parmi les branches avec lesquelles je suis plus familier, quelques exemples de progrès récents, qui paraîtront, j'espère, dignes d'un vif et général intérêt. Mais je sens que même ici j'aurai à solliciter votre indulgence, car il est difficile d'être intelligible pour quelques-uns sans être fatigant pour les autres.

Progrès de l'astronomie.

Parmi les diverses branches de la science physique, l'astronomie occupe à beaucoup d'égards l'un des premiers rangs. Les mouvements des corps célestes ont dû occuper l'attention et exciter l'intérêt du genre humain dès les âges antiques; aussi les premiers rudiments de cette science se perdent-ils dans l'obscurité des temps. La grandeur des sujets qu'elle présente à notre contemplation lui a conquis une faveur spéciale, et son importance pour la navigation est telle que toutes les dépenses qu'elle comporte sont supportées par l'État. La grande découverte de la gravitation universelle par Newton l'a tirée du rang de science d'observation pour l'élever à celui de science se prêtant aux déductions mathématiques les plus exactes; la recherche des conséquences de cette loi, et l'explication qui en est résultée des perturbations de la lune et des planètes, ont ouvert un vaste champ à l'exercice des plus hautes facultés mathématiques de Newton et de ses successeurs. Peu à peu ce qu'on avait considéré d'abord comme des anomalies ap-

parentes, dans les mouvements des corps célestes, a été démontré être des conséquences nécessaires de la loi unique et fondamentale ; et à la fin, à force de calculs d'un labeur énorme, on a dressé des tables qui permettent de déterminer, des années à l'avance, avec une étonnante précision, la place de ces corps à tout instant donné. Un pas plus remarquable encore a été fait. Quand des calculs sérieux eurent démontré que le mouvement apparent des plus éloignées des planètes connues alors pour appartenir à notre système ne pouvait complètement s'expliquer, dans la théorie de la gravitation, en tenant compte des influences perturbatrices des autres planètes connues, Adams, dans notre pays, Le Verrier, en France, ont audacieusement renversé le problème, et au lieu de déterminer l'effet des perturbations d'une planète connue, ils se sont mis eux-mêmes à la recherche de ce que devaient être la masse et l'orbite d'une planète inconnue, capable de produire, par l'action des perturbations qu'elle cause, les déviations inexplicables dans la position d'Uranus, hors de la place que lui assignait le calcul. Le résultat de cette recherche est trop bien connu pour que nous ayons à en parler ici.

Après ces brillants résultats, quelques personnes peut-être seraient tentées de s'imaginer que le champ des recherches astronomiques est bien près d'être épuisé. Il resterait seulement à déterminer de légères perturbations jusqu'ici négligées, et à rendre par conséquent les tables astronomiques encore plus exactes ? Le télescope pourrait découvrir des astéroïdes nouveaux ? On pourrait obtenir des valeurs plus exactes des constantes dont nous faisons usage ? Mais il n'y aurait à compter sur aucune nouveauté essentielle ou de principe dans le domaine de l'astronomie ? Il serait temps de tourner les yeux vers d'autres branches de

la science, riches de plus de jeunesse et de moins de maturité ?

Heureux fruits de l'union des sciences.

Les recherches exécutées dans ces quelques dernières années, et même les progrès réalisés dans les douze derniers mois, montrent combien ces découragements à vue courte étaient peu clairvoyants ! Quel flot inattendu de lumière peut quelquefois jaillir sur une science de son union avec une autre ? De quelle utilité, par conséquent, pour l'avancement de la science, peut être une association comme la nôtre, où non-seulement se trouvent réunis les travailleurs des sciences particulières, dans les séances des sections, mais où encore, dans les Assemblées générales de l'Association, comme dans les relations sociales qui, bien que n'ayant aucun caractère officiel, n'en sont pas moins une partie importante de nos rapports, les personnes qui cultivent les différentes branches de la science se rencontrent, et trouvent l'occasion d'agrandir leurs esprits par le contact avec les esprits des autres, habitués à un courant d'idées différentes des leurs.

Ce que l'astronomie doit à l'optique.

La science de l'astronomie est redevable à celle de l'optique des principes qui président à la construction de ces instruments d'observation si essentiels à l'astronomie. Elle paye sa dette en fournissant à l'optique un résultat qu'il est important d'avoir sous les yeux quand on considère la nature de la lumière. C'est à l'astronomie que nous sommes redevables de la première preuve obtenue de la vitesse finie de

la lumière, et de la première détermination numérique de cette vitesse énorme. C'est l'astronomie encore qui, quarante-quatre ans plus tard, a conduit à une seconde détermination de cette vitesse dans le remarquable phénomène de l'aberration découvert par Bradley, phénomène qui présente un intérêt tout spécial, relativement à la nature de la lumière, et qui a donné naissance à une discussion qui se prolonge même encore aujourd'hui, de telle sorte que l'astronome royal ne l'a pas jugé indigne de refaire, quelque laborieuse qu'elle doive être, comme il est facile de le prévoir, l'expérience qui consiste à déterminer la constante d'aberration au moyen d'un télescope dont le tube sera rempli d'eau.

Si, au point de vue de ces phénomènes, l'optique a reçu beaucoup d'aide de l'astronomie, l'astronomie à son tour est redevable à l'optique de notions qu'elle n'aurait pu obtenir sans elle. Les observations astronomiques nous révèlent plus ou moins pleinement les mouvements et les masses des corps célestes; mais elles ne suffisent pas pour nous faire connaître la nature chimique de ces objets éloignés. Or, par l'application du spectroscope à l'examen des corps célestes, on est arrivé à reconnaître avec évidence qu'il s'y trouve divers éléments connus, qui nous ont été révélés par l'examen chimique des matières dont notre propre terre est composée. Il y a plus, l'analyse optique nous a manifesté l'état sous lequel la matière existe dans ces astres; ce qui, spécialement dans le cas des nébuleuses, a conduit à la conception d'idées nouvelles sur leur constitution, et à la rectification des spéculations astronomiques anciennes. Je ne m'appesantirai pas toutefois davantage sur cette partie du sujet, qui a déjà plusieurs années de date, qui a été mentionnée par plus d'un de mes prédécesseurs;

j'arrive à des recherches plus récentes faites dans cette même direction.

Nous sommes accoutumés à appliquer aux étoiles l'épithète de *fixes*. Chaque nuit on les revoit dans le même arrangement mutuel; quand leurs places sont déterminées par des mesures attentives, et quand certaines légères corrections dues à des causes connues sont appliquées aux résultats immédiats de l'observation, on trouve qu'elles ont les mêmes distances relatives. Mais quand, au lieu de jours, les observations s'étendent sur des mois et des années, on constate que la fixité n'est pas complètement absolue. Si nous définissons la fixité une invariabilité de position relativement aux étoiles considérées comme un tout, et si nous comparons la position de chaque étoile individuelle avec celle des étoiles situées dans son voisinage, nous trouvons que quelques-unes présentent des mouvements propres, c'est-à-dire, montrent un changement progressif de position angulaire, comme on les voit de la terre, ou plutôt comme on les verrait du soleil, que nous pouvons prendre pour le lieu moyen annuel de la terre. Ceci indique un mouvement linéaire dans une direction transversale à la ligne joignant le soleil avec l'étoile. Mais puisque notre soleil est simplement une étoile, une ligne tirée de l'étoile présentant un mouvement propre relativement à notre soleil est, par rapport à la première, une simple ligne menée à une étoile prise au hasard; et, par conséquent, il n'y a pas de raison pour que le mouvement de l'étoile ait lieu, si ce n'est accidentellement, dans une direction perpendiculaire à la ligne joignant l'étoile avec notre soleil. Il faut donc conclure que les étoiles, y compris notre propre soleil, ou quelques-unes d'elles au moins, se meuvent au sein de l'espace dans diverses directions; et que c'est seulement la composante

transversale de tout le mouvement, ou plutôt du mouvement relativement à notre soleil, qui nous est révélée par un changement dans la place apparente de l'étoile.

Comment alors déterminer si quelque étoile particulière s'approche ou s'éloigne de notre soleil? Il est clair que l'astronomie seule est impuissante à nous aider ici, puisqu'un tel mouvement ne serait pas accompagné de changement dans la position angulaire. Heureusement, la science de l'optique nous vient en aide d'une façon remarquable.

L'élévation d'une note de musique dépend, comme nous le savons, du nombre de vibrations qui parviennent à l'oreille dans un temps donné, tel qu'une seconde. Supposons maintenant qu'un corps, comme une cloche, qui vibre un nombre donné de fois par seconde, vienne à s'éloigner en même temps de l'observateur, par un air bien calme. Puisque les pulsations successives du son voyagent toutes avec la vitesse du son, mais divergent de centres différents, c'est-à-dire des points successifs du trajet de la cloche, des lieux où elle se trouvait quand ces pulsations ont été excitées pour la première fois, il est évident que les ondulations du son seront un peu plus espacées du côté d'où la cloche s'éloigne, et plus resserrées du côté vers lequel elle se dirige, que si la cloche était restée en repos. Conséquemment, le nombre de vibrations par seconde qui atteignent l'oreille d'un observateur placé dans la première de ces directions sera un peu plus petit, et le nombre de celles qui parviennent à un observateur situé dans la direction opposée un peu plus grand que si la cloche était restée en place. De sorte que, pour le premier, le ton sera un peu plus bas, et pour le second un peu plus haut que le ton naturel de la cloche. Pareille chose arrivera si l'observateur se meut au lieu de la cloche, ou si tous deux sont en mouvement; en

réalité, l'effet dépend seulement du mouvement *relatif* de l'observateur et de la cloche dans la direction de la ligne joignant l'un et l'autre, ou en d'autres termes, de la vitesse d'éloignement ou d'approche de l'observateur et de la cloche. On peut constater cet effet en se tenant près d'un chemin de fer, quand un train, qui fait entendre le sifflet de vapeur, passe à toute vitesse, ou mieux encore, quand l'observateur se trouve placé sur un train qui se meut simultanément dans une direction opposée.

Nature intime de la lumière.

L'état actuel de la science de l'optique nous fournit des preuves évidentes auxquelles il serait impossible de résister, du fait que la lumière consiste dans un tremblement ou mouvement vibratoire propagé au sein d'un milieu élastique remplissant les espaces planétaires et stellaires, milieu qui joue ainsi pour la lumière un rôle semblable à celui de l'air pour le son. Dans cette théorie, à la différence de temps périodique correspond la différence de réfrangibilité. Supposons que nous soyons en possession d'une source de lumière capable, comme la cloche, dans le cas analogue du son, d'exciter dans l'éther supposé en repos des vibrations d'une période donnée, correspondant, par conséquent, à une lumière d'une réfrangibilité définie. Alors, précisément comme dans le cas du son, si la source de lumière et l'observateur s'éloignent ou s'approchent l'un de l'autre avec une vitesse qui n'est pas insensiblement petite, comparée avec la vitesse de la lumière, il se produira un abaissement ou une élévation appréciable de réfrangibilité que l'on pourra découvrir au moyen d'un spectroscope d'un grand pouvoir dispersif.

La vitesse de la lumière est si énorme, environ 300 000 mètres par seconde, qu'on peut facilement imaginer que tout mouvement expérimentalement produit dans une source de lumière, peut sembler du repos relativement à elle. Mais la terre, dans son orbite autour du soleil, se meut avec une vitesse d'environ 24 kilom. par seconde; et dans les mouvements des étoiles qui s'approchent ou s'éloignent de notre soleil, nous pouvons nous attendre à rencontrer des vitesses comparables à celle-ci. La vitesse orbitale de la terre n'est, il est vrai, qu'un dix-millième de la vitesse de la lumière. Mais l'effet d'une semblable vitesse sur la réfrangibilité de la lumière, qu'il n'est pas bien difficile de calculer, se trouve n'être pas assez insensiblement petit pour échapper à toute chance de manifestation, pourvu seulement que les observations soient conduites avec une extrême délicatesse.

Découverte de l'analyse spectrale.

Mais comment trouverons-nous, dans des objets aussi éloignés que les étoiles, une analogie avec la cloche que nous avons prise dans l'exemple tiré du son? Quelle certitude pourrons-nous jamais obtenir, quand même un examen de leur lumière nous présenterait des rayons d'une réfrangibilité définie, de l'existence dans ce corps éloigné d'une matière pondérable, vibrant suivant des périodes connues, non identiques avec celles qui correspondent aux réfrangibilités des rayons définis que nous observons? La réponse à cette question nous ramène aux splendides recherches du professeur Kirchhoff; je vais les rappeler aussi brièvement que possible. L'exacte coïncidence de certaines raies obscures dans le spectre solaire avec les raies brillantes

de certaines sources artificielles de lumière, avait antérieurement été observée dans une ou deux circonstances ; mais c'est à Kirchhoff que nous devons la conséquence (tirée d'une extension de la théorie de Prévost, de Genève, sur les échanges), qu'un milieu incandescent qui émet une lumière d'une certaine réfrangibilité particulière, agit *nécessairement*, à cette température du moins, comme un milieu absorbant, éteignant toute lumière de même réfrangibilité. A cette occasion, il n'est que juste de rappeler que, relativement à la chaleur rayonnante (la transition de la chaleur à la lumière est facile), Kirchhoff a été précédé, quoique à son insu, par notre compatriote M. Balfour Stewart. La conséquence que tirait Kirchhoff de la théorie de Prévost ainsi étendue, le conduisit à faire une sérieuse comparaison des places des raies obscures du spectre solaire avec celles des raies brillantes produites par les gaz incandescents, ou par les vapeurs d'éléments connus ; les coïncidences étaient en bien des cas tellement remarquables, qu'elles établissaient presque jusqu'à la certitude l'existence dans l'atmosphère solaire de plusieurs des éléments connus produisant par leur action absorbante les raies obscures qui coïncidaient avec les raies brillantes observées. Entre autres éléments, on peut mentionner l'hydrogène, dont le spectre, quand il est traversé par une décharge électrique, montre une première raie ou bande brillante en parfaite coïncidence avec la raie obscure C, et une seconde avec la raie F.

Recherches de M. Huggins et du R. P. Secchi.

Or, M. Huggins a trouvé que quelques-unes des étoiles montrent dans leurs spectres des raies obscures coïncidant en position avec C et F ; et ce qui fortifie la croyance que

cette coïncidence, réelle ou apparente, n'est pas purement fortuite, mais provient d'une source commune, c'est que ces deux raies sont tellement associées l'une à l'autre qu'elles sont toutes deux également présentes ou absentes. La théorie de Kirchhoff indique d'ailleurs que leur cause commune est, l'existence de l'hydrogène dans les atmosphères du soleil et de certaines étoiles et l'exercice de son action absorbante sur la lumière émise par les couches inférieures.

Cela posé, au moyen d'observations sérieuses et répétées avec un télescope muni d'un spectroscopie de grand pouvoir dispersif, M. Huggins a trouvé que la ligne F, choisie pour l'observation, ne coïncide pas exactement dans le spectre de Sirius avec la raie brillante correspondante d'une étincelle d'hydrogène, que l'on sait concorder en position avec la raie solaire F, mais qu'elle est *un peu* moins réfrangible, tout en conservant la même apparence générale. Quelle conclusion faut-il tirer de ce résultat? Assurément, il serait très-illogique d'attribuer les raies obscures dans les spectres du soleil et de Sirius à des causes distinctes, et de regarder leur coïncidence presque exacte comme purement fortuite, quand nous avons dans le mouvement propre une cause vraie, donnant l'explication de cette légère différence. Et si, comme les travaux de Kirchhoff l'ont établi d'une manière à peu près certaine, les raies solaires obscures dépendent de l'existence de l'hydrogène dans l'atmosphère de notre soleil, nous sommes portés à conclure que cet élément, avec lequel le chimiste manipulant dans son laboratoire est si familier, existe et est sujet aux mêmes lois physiques dans cette étoile éloignée, tellement éloignée que, si l'on en juge par la valeur très-probable de sa parallaxe annuelle, la lumière qui ferait sept fois le tour de notre terre en une seconde, emploierait quatorze ans pour venir de cette étoile à

nous. Quelle grande conception de l'unité de plan qui préside à l'univers de pareilles conclusions ne présentent-elles pas à nos esprits !

Attribuant donc à un mouvement propre la petite différence de réfrangibilité observée entre la raie solaire F et celle de Sirius, M. Huggins conclut de ses mesures de la légère différence de position que, au moment de l'observation, Sirius se rapprochait de la terre avec la vitesse de 66 kilomètres par seconde. Une partie de cette vitesse était due au mouvement de la terre dans son orbite; et en retranchant la vitesse orbitale de la terre, projetée sur la direction de la ligne menée à l'étoile, il restait 44 kilomètres par seconde pour la vitesse avec laquelle Sirius et notre soleil s'éloignent mutuellement l'un de l'autre. Quand on considère l'extrême petitesse de la quantité dont dépend la conclusion, on est heureux de trouver que les observations de M. Huggins sur le mouvement de Sirius ont été confirmés par les observations du Père Secchi, faites à Rome avec un instrument différent.

La détermination du mouvement propre, dans la direction du rayon mené de la terre à l'étoile, est encore dans son enfance. Il est utile de faire remarquer que, différente de la découverte du mouvement transversal propre par le changement de position angulaire, elle est également applicable aux étoiles de toutes les distances, pourvu qu'elles soient assez brillantes pour rendre les observations possibles. On conçoit que les résultats de ces observations puissent conduire un jour à une détermination du mouvement du système solaire dans l'espace, avec une exactitude plus grande que celle qui a été déduite des changements de position, parce qu'elle serait fondée sur une induction plus large, et non limitée à des conclusions dérivées des étoiles

qui se trouvent dans notre voisinage. Et quand même le système solaire et les étoiles les plus voisines s'en iraient dérivant de compagnie, ainsi que le prétend sir John Herschel, dans un mouvement approximativement commun, comme des atomes dans un rayon de soleil, il est concevable que ce déplacement, commun puisse être mis en évidence par le même moyen. A quelles vastes spéculations ne sommes-nous pas conduits, relativement au progrès possible de nos connaissances, quand nous réunissons ce qui a déjà été accompli dans les différentes branches de la science !

Phénomènes des éclipses solaires.

J'arrive maintenant à une autre application récente de l'analyse spectrale. Le phénomène d'une éclipse totale de soleil est décrit par ceux qui l'ont vu comme l'un des plus imposants dont on puisse être témoin. Toutefois, la rareté de son retour et sa courte durée ne permettent d'étudier qu'à la hâte les phénomènes qui peuvent se présenter alors. Parmi ces phénomènes, l'un des plus remarquables, déjà entrevu plus d'une fois assurément, mais pour la première fois mis en grande lumière par les observateurs qui ont suivi l'éclipse du 7 juillet 1842, consiste dans une série d'objets lumineux ayant la forme de montagnes ou de nuages, en dehors du disque obscur de la lune. On a revu ces objets dans les éclipses totales qui suivirent, et elles ont été plus spécialement étudiées, au moyen de la photographie, par M. Warren de la Rue, lors de l'éclipse du 18 juin 1860. Le résultat des diverses observations, et surtout l'étude, faite à loisir, des photographies obtenues par M. de la Rue, ont prouvé d'une façon péremptoire que ces appendices appartiennent au soleil et non à la lune. Les photo-

graphies ont démontré de plus que leur lumière possède un pouvoir actinique remarquable. Depuis lors, la méthode d'analyse spectrale a été créée ; et il parut vraisemblable qu'on pourrait obtenir par l'application du spectroscopie quelques informations nouvelles sur la nature de ces protubérances. On a donc organisé diverses expéditions pour observer l'éclipse solaire qui devait avoir lieu le 17 août 1868. Dans notre pays, un télescope monté équatorialement et muni d'un spectroscopie, avait été fourni par la Société royale, et confié au lieutenant (aujourd'hui capitaine) Herschel, qui partait pour l'Inde, une des contrées traversées par la ligne d'obscurité centrale. Une autre expédition fut organisée par la Société royale astronomique, sous les auspices du major Tennant, qui avait été le premier à appeler l'attention des hommes de science sur l'importance qu'il y aurait à profiter de cette occasion si favorable.

Bref, avant la clôture de la réunion de l'Association à Norwich, l'année dernière, les premiers résultats des observations furent communiqués à l'Assemblée par l'intermédiaire du télégraphe électrique. Un télégramme, envoyé par M. Janssen au président de la Société royale, annonçait que le spectre des proéminences était très-remarquable, qu'il montrait des raies brillantes, tandis que celui de la couronne n'en manifestait aucune. Malgré le laconisme forcé du message, un point restait établi : les proéminences ne pouvaient être, dans le sens strict du mot, des nuages lumineux, soit en vertu de leur propre chaleur, soit par de la lumière réfléchie d'en bas. Il fallait qu'ils fussent composés de matière incandescente sous forme *gazeuse*. Des détails plus circonstanciés, confiés à la poste par divers observateurs et comparés à loisir, ont démontré que, excepté dans le voisinage immédiat du soleil, la lumière des proéminences consistait principalement en trois raies brillantes,

deux desquelles coïncidaient avec C et F, et l'autre intermédiaire, presque avec D, mais non pas exactement, ainsi que des recherches ultérieures l'ont prouvé. Les raies brillantes coïncidant avec C et F indiquent la présence de l'hydrogène incandescent. Quelques-unes des autres raies ont été identifiées avec celles que produirait la vapeur incandescente de quelques autres éléments.

C'est un beau résultat que d'avoir saisi ce précieux renseignement dans le court intervalle de la phase totale ; il a fallu, de la part des observateurs, bien de l'abnégation pour détourner leurs yeux du spectacle imposant qui s'offrait autour d'eux, bien du sang-froid pour procéder avec calme à l'observation de cette particularité, alors que tant de questions réclamaient à l'envi une solution, et que les fruits de plusieurs mois de préparation devaient se recueillir en trois ou quatre minutes, sous peine d'être perdus ; surtout quand, comme il arrive trop souvent, le passage de quelques nuages vient contrarier ou interrompre si cruellement les observations.

Les aides des observations.

Mais quelque précieuses que soient ces observations, il est évident qu'il nous aurait fallu attendre longtemps avant d'être édifié sur l'état habituel des protubérances et leurs rapports possibles avec les changements qui peuvent se produire à la surface du soleil, s'il nous avait fallu dépendre du rare et court phénomène d'une éclipse totale de soleil pour obtenir des renseignements à leur égard. Mais comment, pourrait-on demander, serons-nous jamais en état de maîtriser la splendeur accablante de notre grand luminaire, et l'éblouissant éclat qu'il produit dans notre atmosphère,

quand nous dirigeons nos regards à peu près dans sa direction, alors surtout qu'il s'agit d'apercevoir des objets qui sont comparativement si faibles ? Ici encore la science de l'optique vient au secours de l'astronomie.

Quand une ligne de lumière, comme celle que projette une fente étroite tenue en face d'un objet lumineux, est vue à travers un prisme, la lumière s'étale ordinairement en une bande colorée, dont on peut accroître à volonté la longueur en substituant au prisme unique deux prismes ou même un plus grand nombre. La quantité totale de lumière n'augmentant pas par là, l'intensité lumineuse de la bande colorée ira nécessairement en décroissant à mesure que croîtra sa longueur. Tel est le cas qui se présente avec les sources ordinaires de lumière, comme la flamme d'une chandelle ou le ciel, qui donnent un spectre continu, ou un spectre généralement continu; quoique interrompu par des bandes obscures. Mais si la lumière de la source est homogène, c'est-à-dire consistant en une lumière d'un seul degré de réfrangibilité, l'image de la fente sera simplement déviée par les prismes, et non élargie en bande, et, par conséquent, elle ne sera pas réduite d'intensité par la dispersion. Si la source de lumière en émet de deux sortes, il est facile de comprendre que les images de la fente correspondant à la lumière de chacune des réfrangibilités définies que le mélange peut contenir se détacheront, par leur intensité supérieure, sur le fond plus faible du spectre continu.

Des préparatifs pour des observations de ce genre étaient depuis longtemps en cours d'exécution entre les mains de notre compatriote M. Lockyer. Ses premiers essais ont été infructueux; mais, sans se laisser décourager par l'insuccès, il fit construire un nouveau spectroscopé d'un pouvoir supérieur, aidé par une subvention prise sur les fonds que

le parlement met chaque année, à la disposition de la Société royale pour des travaux scientifiques. L'exécution de cet instrument fut retardée par la dernière maladie de l'éminent opticien qui en avait été chargé, feu M. Cooke; mais quand enfin l'instrument fut remis entre ses mains, M. Lockyer ne fut pas longtemps à découvrir ce qui avait été le but de ses deux années de recherches. Le 20 octobre de l'année dernière, en examinant l'espace qui entoure immédiatement le bord du disque solaire, il vit avec évidence, par la rencontre d'une raie brillante dans le spectre, que la fente se projetait sur l'image d'une de ces préominences dont la nature avait été si longtemps une énigme. Il découvrit plus tard dans une observation faite le 5 novembre (comme on pouvait s'y attendre d'après les photographies de M. de la Rue, et les descriptions de ceux qui avaient observé des éclipses totales de soleil), que les préominences étaient simplement des parties élevées d'une immense couche lumineuse, d'un même caractère général, et que cette couche, maintenant que la nécessité de l'interposition de la lune n'est plus indispensable, peut être complètement tracée autour du soleil. L'auteur de cette découverte en donna connaissance à la Société royale le 21 octobre et le 3 novembre, et la première de ces communications fut immédiatement publiée dans le n° 105 des *Proceedings*. Elles furent bientôt suivies d'un mémoire plus étendu sur le même sujet.

Cependant, le même phénomène avait été découvert indépendamment dans une autre partie du monde. Après avoir observé le spectre remarquable des préominences pendant l'éclipse totale, M. Janssen eut l'idée que par la même méthode on pourrait découvrir les préominences en tout temps; il essaya, et réussit à les découvrir le lendemain même de l'éclipse. Les résultats de ses observations furent expédiés par

la poste, et furent reçus peu de temps après que M. de la Rue eut communiqué à l'Académie des sciences de Paris la découverte de M. Lockyer.

Perfectionnements de l'analyse spectrale.

Dans la méthode jusqu'ici décrite, on ne peut pas voir une proéminence en totalité ; l'observation montre seulement que l'image est comprise dans la fente ; en faisant varier par degrés successifs la position de la fente, on obtient une série de sections de la proéminence, puis en les rassemblant, on en déduit la forme de cette proéminence. Peu après la communication faite par M. Lockyer, de sa découverte, M. Huggins, qui s'était engagé de son côté dans des essais pour rendre visibles les proéminences à l'aide du spectroscope, réussit à en voir une tout entière, en donnant quelque largeur à la fente, et en faisant usage d'un verre rouge pour diminuer l'éclat de la lumière reçue par la fente ; il reconnaissait la présence de la proéminence à la présence de la raie dans le rouge. M. Lockyer avait pensé, pour voir les proéminences toutes entières, à donner à la fente un mouvement rapide de petite étendue ; mais cette disposition fut trouvée superflue, et maintenant on les voit chaque jour avec leurs formes actuelles. Notre pouvoir d'observation de ces proéminences n'est pas restreint à celles qui sont situées de façon à pouvoir être vues par projection en dehors du limbe du soleil ; si grande est la puissance de la méthode spectroscopique d'observation, que M. Lockyer et d'autres ont pu les observer directement sur le disque du soleil : c'est un pas important qui permet de les rattacher à d'autres phénomènes solaires.

Un des résultats les plus frappants de l'étude habituelle

de ces proéminences, c'est l'évidence qu'elles donnent de changements prodigieux qui se produisent dans l'astre central de notre système. On voit apparaître et disparaître, dans le cours de quelques minutes, des proéminences dont les hauteurs se mesurent par des milliers et des dizaines de milliers de kilomètres. L'étude attentive de certains légers changements de position dans la raie brillante F, qui reçoivent une explication simple et naturelle quand on les rattache au mouvement propre du gaz incandescent qui donne naissance à cette raie, et que nous n'avons aucun autre moyen d'expliquer, a conduit M. Lockyer à conclure que le gaz en question se meut quelquefois avec des vitesses comparables à celles de la terre dans son orbite. En outre, ces manifestations d'une action intense se trouvent souvent être en étroite connexion avec les taches, et ne peuvent guère manquer de jeter une lumière nouvelle sur la question controversée de leur formation. La composition chimique et le mouvement propre ne sont pas les seules conditions physiques des gaz qui soient accessibles à l'analyse spectrale. En comparant la largeur des bandes brillantes (car bien qu'étroites, ce ne sont pas de simples raies) vues dans les proéminences avec celles qu'on observe dans le spectre de l'hydrogène rendu incandescent sous différentes conditions physiques, M. le docteur Frankland et M. Lockyer sont arrivés à des conséquences remarquables relativement à la pression à laquelle les gaz sont soumis dans le voisinage du soleil. Je suis heureux de pouvoir dire que M. Lockyer a consenti à faire, durant le cours de nos réunions, une conférence dans laquelle il exposera tout au long cette grande question.