

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AVRIL 1951.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE JAVILLIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS DES MEMBRES ET CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice nécrologique sur AIMÉ COTTON (1869-1951),
par M. MAURICE JAVILLIER.

MES CHERS CONFRÈRES.

En novembre 1923, l'Académie des Sciences accueillait en son sein **Aimé Cotton**, un physicien dont l'œuvre, dans le domaine de l'optique physique et de la magnéto-optique était de tout premier plan. Lundi dernier 16 avril, au jour naissant, Aimé Cotton est mort, après une vie toute droite, uniquement consacrée à la recherche scientifique et à l'enseignement. Nous avons appris son décès peu d'instants avant l'ouverture de notre séance du 16 et il nous faut aujourd'hui nous recueillir dans le souvenir de ce grand savant, qui fut aussi un grand citoyen, apporter à sa mémoire l'hommage des sentiments d'admiration que nous ressentons pour sa personne et pour son œuvre.

Aimé-Auguste Cotton est né le 9 octobre 1869 à Bourg, où son Père était Professeur de Mathématiques. La famille Cotton, était d'ailleurs et est demeurée presque exclusivement une famille d'universitaires et de savants. Un frère cadet d'Aimé Cotton, Émile, appartenait encore à notre compagnie il y a un peu plus d'un an. Aimé Cotton, admis à l'École Normale Supérieure en 1890, est agrégé des Sciences physiques en 1893, docteur ès Sciences en 1896. Durant cinq années à la Faculté des Sciences de Toulouse, il enseigne la physique aux étudiants du P.C.N. Professeur adjoint en 1900, il est, cette même année, chargé de suppléer Jules Violle à l'École Normale Supérieure. Chargé de cours (1904), puis professeur adjoint (1910) à la Sorbonne, tout en restant délégué à l'École Normale, il est nommé titulaire de la Chaire de Physique théorique et Physique céleste en 1920, de la Chaire de Physique générale en 1922.



Ce qu'il y a d'essentiel dans son œuvre (et comment, en ces courts instants, ne nous en tiendrions-nous pas aux grandes lignes ?) se groupe autour de la question de la symétrie moléculaire.

Aimé Cotton inaugure sa carrière par une découverte importante. Dans bien des cristaux, la tourmaline par exemple, le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire sont inégalement absorbés. Ceci se conçoit, puisque les deux rayons vibrent suivant des directions différentes, pour lesquelles le cristal n'a pas les mêmes propriétés. C'est un peu comme si l'on avait affaire à deux matières distinctes, dont les pouvoirs absorbants seraient inégaux. Mais le raisonnement, applicable à deux rayons polarisés rectilignement, ne saurait l'être à deux rayons circulaires droit et gauche, car il ne peut plus être question de direction de vibrations. Cependant, si ces rayons se propagent dans un milieu doué de pouvoir rotatoire, leurs vitesses ne sont pas égales, d'où une certaine analogie avec le cas de la tourmaline. Cotton en déduit que, si le milieu est coloré, les deux rayons doivent être inégalement absorbés. L'expérience, réalisée avec diverses solutions colorées de tartrates (et d'abord avec la liqueur dite de Fehling), confirme la prévision : *L'absorption d'un rayon circulaire n'est pas la même suivant qu'il est droit ou gauche*. Un faisceau de lumière naturelle qui a traversé de tels liquides donne à la sortie, dans un analyseur circulaire, deux plages d'intensités différentes et dont la coloration n'est pas la même si l'expérience est faite en lumière blanche. Ces corps absorbants pourraient constituer des polariseurs circulaires analogues aux polariseurs rectilignes du type de la tourmaline.

Cette découverte est suivie de celle de la *dispersion rotatoire anormale*. Dans un liquide coloré doué de pouvoir rotatoire, la rotation du plan de polarisation varie avec la longueur d'onde tout autrement que dans les liquides incolores et peut même changer de signe quand on passe d'une couleur à une autre, anomalie qui se rattache, comme le dichroïsme circulaire, aux propriétés des corps au voisinage des bandes d'absorption.

Ces deux découvertes, *dichroïsme circulaire* et *dispersion rotatoire anormale*, apportent de précieux moyens d'investigation des configurations des molécules. M. Cotton les complète en montrant qu'un liquide coloré *inactif*, auquel on communique le pouvoir rotatoire à l'aide d'un champ magnétique, présente, près des bandes d'absorption, *des déformations systématiques de la courbe de dispersion rotatoire*. Plus tard, il observe, dans de tels liquides, le *dichroïsme circulaire* comme dans les liquides naturellement actifs.

Après cet important effort expérimental, les travaux de Cotton prennent une autre direction. Zeeman venait de découvrir les changements que subissent les raies d'émission dans un champ magnétique. Cotton réalise une expérience analogue en agissant sur l'absorption. Il trouve qu'une

flamme sodée placée entre les pôles d'un électro-aimant en activité ne renverse plus les raies D_1, D_2 émises par une flamme semblable placée hors du champ : *les raies d'absorption sont, comme les raies d'émission, modifiées par un champ magnétique*. Il trouve en outre que, dans un faisceau de lumière blanche, la flamme soumise au champ absorbe seulement les vibrations parallèles à celles qu'elle émet, se comportant, pour ces vibrations, comme une tourmaline parallèle à l'axe. Une étude plus poussée le conduit à reconnaître, qu'au changement magnétique des raies d'absorption d'une flamme colorée, s'ajoute une biréfringence magnétique au voisinage des raies d'absorption.

La grandeur des *variations que subissent les longueurs d'onde sous l'influence du champ* était très mal connue. Cotton entreprend des mesures précises, pour lesquelles il utilise une balance magnétique créée par lui, mesures sur les raies d'émission, puis sur les raies renversées par une flamme, à diverses températures. Il est alors en mesure d'affirmer notamment que *la température est sans influence sur l'effet Zeeman*.

Cette série de recherches est complétée par la détermination, dont la précision est d'un si haut intérêt, *du rapport de la charge de l'électron à sa masse*. Avec Pierre Weiss, il effectue cette mesure au moyen des raies bleues du zinc dans des champs très intenses exactement connus. Le résultat se trouve sensiblement différent de celui qui était admis; mais il est établi que les expériences antérieures avaient été faussées par une erreur systématique. Le nombre de Cotton et Weiss ($e/m = 1,767 \cdot 10^7$) est exact à moins de 2/1000 près.

Et voici que notre Confrère, après avoir incliné son labeur vers l'électronique, revient à la Physique moléculaire. Il y revient par des recherches sur les particules ultra-microscopiques poursuivies en collaboration avec Henri Mouton. Les auteurs créent un ultramicroscope à réflexion totale d'un maniement facile, à l'aide duquel ils accumulent les observations sur les mouvements des granules des pseudosolutions, leur signe électrique, les déplacements qu'ils subissent dans un champ électrique, ou continu, ou alternatif (de fréquence même très élevée), ou triphasé.

Pour apprendre à mieux connaître ces particules brillantes, perpétuellement agitées, sans forme ni structure, ils ont l'idée de placer les solutions colloïdales dans un champ magnétique. Après Majorana, ils observent la *biréfringence magnétique des colloïdes* et ils reconnaissent en outre que les colloïdes possèdent aussi le *pouvoir rotatoire et le dichroïsme circulaire magnétiques*.

Cotton et Mouton concluent que *les granules sont anisotropes et s'orientent dans le champ comme le feraient des particules cristallines* en suspension dans un liquide. Par une méthode tout à fait ingénieuse, ils fixent les granules orientés au moyen de gélatine et réalisent ainsi de véritables *aimants*

permanents transparents. L'aimantation résiduelle de ces curieux aimants présente un caractère remarquable : elle est beaucoup plus stable que celle d'un aimant d'acier.

Cette étude était une instructive préface à celle des *problèmes moléculaires*. Il devait tout naturellement venir à l'esprit de rechercher si d'authentiques molécules se comportent comme les granules colloïdaux. Et c'est ainsi que nos auteurs sont conduits à la découverte de la *biréfringence magnétique des corps liquides purs*, sans particules en suspension, dans lesquels s'effectue un grouillement de molécules cent mille fois plus petites que les grains sur lesquels portaient les expériences précédentes. Ils la découvrent dans le nitrobenzène d'abord, puis dans d'autres liquides; c'est, en fait, une propriété générale des liquides. Ils l'expliquent par *l'anisotropie des molécules*. *L'orientation est la conséquence de l'anisotropie*.

La biréfringence magnétique est proportionnelle à l'épaisseur du liquide et au carré du champ. Elle est, avec le nitrobenzène et le monobromonaphtalène, assez grande pour être observable par projection; elle se prête à des mesures directes précises; elle offre une méthode optique de mesure des champs magnétiques.

La biréfringence magnétique varie beaucoup avec la constitution chimique des liquides. Les différences que présentent à cet égard les corps liquides de la série aromatique avec ceux de la série grasse sont particulièrement marquées. Les derniers parurent même d'abord tout à fait inactifs. Il en fut de même, à l'exception du sulfure de carbone, de toutes les substances minérales. Mais c'est seulement *par l'ordre de grandeur des biréfringences* que diffèrent les divers groupes de substances chimiques.

L'ensemble des résultats recueillis par Cotton et Mouton met en évidence l'influence de certains groupes d'atomes ou même de certains atomes. Il appuie fortement la théorie de l'orientation moléculaire et conduit, d'après les auteurs, à admettre que *les atomes eux-mêmes comme les groupes d'atomes, possèdent une anisotropie caractéristique*. Est-il besoin de dire combien les chimistes et biochimistes se sont intéressés à de telles notions ?

Cotton et son collaborateur ont, par tout cela, ouvert un vaste champ de recherches. Longtemps les physiciens n'avaient eu, sur la symétrie moléculaire, que les renseignements peu évocateurs que donne le pouvoir rotatoire. Cotton et Mouton donnent un moyen nouveau d'en aborder l'étude par action simultanée sur les molécules d'un champ électrique et d'un champ magnétique.

Mais j'en viens à l'une des plus belles réussites d'Aimé Cotton : *le gros électro-aimant de Bellevue*. Cotton avait reconnu que les études sur le magnétisme exigeaient une augmentation non seulement de l'intensité du champ, mais aussi du volume dans lequel il est utilisable. Après avoir examiné

diverses solutions du problème, Cotton présente à l'Université de Paris et à l'Académie des Sciences un projet pour la réalisation duquel un certain capital avait été mis en réserve. A dater de cet instant, Cotton met tout en œuvre pour aboutir. Il aboutit effectivement et chacun sait combien de travailleurs ont pu, depuis 20 ans, recourir à l'installation de Bellevue pour le plus grand avantage de la connaissance scientifique.

Si l'on obtient facilement des champs intenses dans un électro-aimant, il faut, pour maintenir le courant dans les bobines et l'aimantation du fer doux, consentir à une grande dépense d'énergie; d'autre part, l'intensité du champ dont il faudrait assurer la constance pour des mesures précises, suit les variations inévitables du courant inducteur. C'est pourquoi Cotton projette, et réalise, un *gros aimant permanent*. Le laboratoire de Bellevue est, dès lors, doté de deux puissants instruments qui en font un centre de recherches unique au monde.

Ces réalisations sont postérieures à la première grande guerre et cette remarque me rappelle que je n'ai pas encore souligné le rôle joué par Aimé Cotton en 1914-1918. Ce rôle fut pourtant éminent; ce fut, magnifiquement, celui d'un homme de science, doublé d'un homme d'action.

Dès le début des hostilités, Cotton s'est mis au service de la Défense Nationale. Or, les laboratoires étaient vidés par la mobilisation générale. Il installe de nouvelles équipes et se met au travail. Il s'occupe notamment de *repérage par le son*. Dès les premiers mois de 1915, une méthode Cotton-Weiss est employée sur le front. Plusieurs des élèves de Cotton sont partis aux Armées avec des appareils de repérage. De ceux-ci, voici ce que dit l'un d'eux (notre Confrère M. Cabannes) : « Ces appareils sont des chefs-d'œuvre. La possibilité de mesurer de très courtes durées avec un fluxmètre permet l'emploi de bases courtes pour déterminer la direction d'une onde sonore; le matériel est léger, facile à déplacer, c'est un véritable matériel de campagne. »

Et Cotton n'abandonne pas à eux-mêmes ses collaborateurs, il va les visiter sur place, dans les tranchées, apportant ses informations et ses encouragements.

Notre Confrère s'occupe encore de la mesure de la *vitesse initiale des projectiles*, problème qu'il résout par une modification du fluxmètre.

Il s'attache à la connaissance de *l'influence des conditions atmosphériques sur le tir* et à *l'établissement des tables de correction*, dont le capitaine d'artillerie Jolibois lui avait signalé l'importance. Tables et graphiques appropriés sont mis au point avec le concours de M. Vessiot et de M. Buisson.

Après avoir écrit ces quelques pages sur l'œuvre scientifique de A. Cotton, j'ai parcouru à nouveau l'exposé de titres qu'il a rédigé en 1923 et pris conscience de tout ce que je ne pourrai dire en ces courts instants, toutes les recherches entreprises et menées à bien en d'autres domaines de la

Physique, recherches auxquelles il appliquait comme toujours sa curiosité, sa richesse d'idées, son habileté expérimentale.

Comment ne noterais-je pas son talent d'inventeur et de constructeur ? Il n'est presque pas d'étude pour laquelle il n'ait inspiré quelque dispositif nouveau : amélioration des sources de lumière, perfectionnement des mesures polarimétriques, construction de lames cristallines, interféromètre, réseaux, balance pour la mesure des champs magnétiques, ultramicroscope déjà cité, etc.

Je prends conscience aussi du talent avec lequel il sait exposer. Tout est clairement ordonné, exprimé ; l'idée neuve jaillit, comme naturellement, des prémices et, loin de s'arrêter à la vue première et au fait observé, l'auteur va au delà, laisse pressentir tout ce qu'il y a de richesse dans les points de vue nouveaux. Ce Physicien est un grand Philosophe de la Nature.

Il a rédigé des livres, des revues, des conférences sur des sujets où il fut un novateur, ainsi : « *Le Phénomène de Zeeman* » dans la collection Scientia ; « *Ultramicroscopes et Objets ultramicroscopiques* », avec Henri Mouton ; « *Symétrie des cristaux et Symétrie moléculaire* », conférence de la Société Française de Physique, etc.

Comment s'étonner, dès lors, qu'il fut un professeur éminent ? Ses élèves — à Toulouse, à l'École Normale, à la Sorbonne, à Bellevue, il en eut beaucoup et de brillants — l'ont dit en cette séance de 1948 qui fut sa fête jubilaire. L'un d'eux se plaît à évoquer ses belles leçons, particulièrement ses conférences préparatoires à l'agrégation, « la logique et la clarté de ses exposés, l'élégance de ses démonstrations ». Tous proclament lui devoir « leur solide formation intellectuelle et morale, leur goût pour la recherche, leur culte pour la vérité scientifique ».

Cotton avait été trois fois lauréat de l'Académie (Prix Pierson-Perrin en 1907, La Caze en 1918, Albert I^{er} de Monaco en 1928). En 1938, A. Cotton avait présidé notre Compagnie.

Dans les temps douloureux que nous avons vécus de 1940 à 1944, cette âme noble et généreuse, ce citoyen épris de justice, hostile à toute oppression, devait, en compagnie de quelques confrères, concentrer sur lui l'attention des occupants. Ravir sa liberté à un si pur Français était bien tendant, et c'est ainsi que, sans motif avouable, Cotton fut astreint à vivre quelques semaines à la prison de Fresnes. Celui qui, à tant de titres, — Savant, éducateur de bien des Maîtres de ce temps, serviteur ardent de la Patrie en paix et en guerre, conscience droite et rigide — méritait déjà pleinement d'être considéré comme un grand Citoyen, reçut, par cette odieuse persécution, une auréole de plus.

En votre nom, mes chers Confrères, je renouvelle à M^{me} Cotton, sa compagne si profondément dévouée, si capable de comprendre et d'assister

un homme d'un tel mérite, l'expression que, dès la première heure, je lui ai transmise, de notre chagrin et de notre respect. Je prie ses enfants, M. et M^{me} Eugène Cotton, M. et M^{me} Manigaux, de croire à notre bien vive sympathie.