

PHYSIQUE.

PRIX L. LA CAZE.

(Commissaires : MM. Lippmann, Bouty, Villard, Branly, Boussinesq, Émile Picard, Carpentier; Violle, rapporteur.)

La Commission est unanime à proposer à l'Académie de décerner, cette année, le prix L. La Caze à M. **AIMÉ COTTON**, professeur-adjoint à la Faculté des sciences de Paris, pour l'ensemble de ses travaux.

L'œuvre de ce savant est considérable; elle atteste une imagination féconde, contrôlée sans cesse par une expérimentation précise.

M. Cotton a commencé ses recherches, il y a vingt-cinq ans, dès sa sortie de l'École Normale.

Il s'était demandé si quelque liquide doué du pouvoir rotatoire n'absorberait pas inégalement un rayon droit et un rayon gauche. Il réussit à trouver, en effet, des liquides possédant nettement le *dichroïsme circulaire*. Ce phénomène a été beaucoup étudié depuis, théoriquement et expérimentalement. On le considère maintenant comme une propriété générale des milieux actifs absorbants.

Il avait constaté que ce dichroïsme circulaire était accompagné d'une dispersion rotatoire anormale, extrêmement marquée, à tel point que le sens même du pouvoir rotatoire changeait avec la radiation employée. Il montra que les anomalies de la dispersion étaient en relation avec les variations systématiques que subit l'indice de réfraction dans une bande d'absorption. Il put ainsi non seulement expliquer les anomalies du pouvoir rotatoire, mais aussi retrouver, sans calcul, la règle de Natanson, reliant le sens de la rotation au signe du dichroïsme circulaire. Il arrivait à ce résultat en considérant séparément les deux courbes de dispersion du rayon droit et du rayon gauche et en généralisant les résultats alors connus sur la dispersion anormale.

On peut raisonner de la même manière toutes les fois que dans un milieu se propagent deux sortes de vibrations privilégiées : considérer séparément les bandes d'absorption qui leur sont propres et les variations correspon-

dantes des deux indices principaux. On ne tarda pas à constater l'intérêt de cette méthode, qui a une portée générale et qui est devenue familière aux physiciens. Elle permit bientôt à M. Cotton d'expliquer jusque dans leurs détails les remarquables propriétés magnéto-optiques que présentent la vapeur de sodium, l'hypoazotide et d'autres substances, au voisinage des raies modifiées par le phénomène de Zeeman.

Nous croyons devoir rappeler ici presque textuellement la disposition, remarquablement simple, que M. Cotton donne à l'expérience, dans le cas de la vapeur de sodium indiquée par M. Righi. Un faisceau intense de lumière blanche, provenant d'une lampe à arc, traverse : 1° un nicol dont la section principale est à 45° de l'horizontale; 2° l'espace compris entre les branches d'un électro-aimant, capable de donner un champ de quelques milliers d'unités, dont les lignes de force seront horizontales et exactement perpendiculaires au faisceau; 3° un deuxième nicol mis à peu près à l'extinction sur le premier. On regarde la source au travers de ce nicol à l'aide d'une lunette et l'on rend l'extinction complète. Si l'on place alors entre les pièces polaires une flamme d'un éclat modéré, colorée en jaune par un sel de sodium, et si on lance le courant, l'extinction est détruite : on voit très nettement apparaître la source (particulièrement la partie gazeuse de l'arc) colorée en jaune.

D'après toutes les observations du phénomène de Zeeman, la flamme émet, dans ces conditions, des raies complètement polarisées formées par des vibrations, soit parallèles, soit perpendiculaires aux lignes de force du champ. Considérons, pour fixer les idées, une raie formée par des vibrations verticales. Cette raie absorbe les vibrations identiques aux siennes, c'est-à-dire la composante verticale de la lumière blanche; elle laisse passer au contraire la composante horizontale, qui n'est plus arrêtée complètement par l'analyseur et fait voir la source par la lumière de cette composante.

En même temps s'affirme la règle reliant l'émission et l'absorption par un même corps. M. Cotton a publié à ce sujet dans la *Revue générale des Sciences* un article très intéressant « sur l'aspect actuel de la loi de Kirchhoff », autour de laquelle se groupent tant de faits expérimentaux.

M. Cotton a beaucoup étudié le phénomène de Zeeman. Depuis son petit livre, éminemment suggestif de la *Collection Scientia*, il est revenu à bien des reprises sur ce sujet dans ses publications.

Ses recherches personnelles sur la question furent d'abord surtout qualitatives. Il montra qu'on pouvait constater sans spectroscopie le changement de période produit par le champ magnétique, en utilisant simplement les

propriétés absorbantes des flammes. Il fit ensuite des mesures, où il s'est particulièrement attaché à obtenir une détermination rigoureuse de l'intensité du champ magnétique en valeur absolue. Il a imaginé à cet effet une balance, perfectionnée depuis par M. Sève, qui ramène la mesure du champ à la mesure d'un courant et au moyen de laquelle il effectua, avec M. Pierre Weiss, la première mesure absolue correcte du phénomène de Zeeman.

Cette mesure faite sur les raies bleues du zinc présente un intérêt particulier. Elle se trouva en effet en complet désaccord avec la valeur donnée par les mesures antérieures. D'autre part, si l'on cherchait à en déduire le rapport de la charge à la masse d'un électron, on trouvait $1,77 \cdot 10^7$, alors que des mesures concordantes sur les rayons cathodiques avaient donné à plusieurs observateurs la valeur $1,88 \cdot 10^7$. En réalité, la valeur trouvée par MM. Cotton et Weiss était exacte. Elle a été confirmée depuis par des mesures très soignées du phénomène de Zeeman dues à différents physiciens. Elle sert maintenant souvent à la mesure indirecte du champ par la photographie des modifications des raies du zinc. Quant aux mesures sur les rayons cathodiques, elles présentaient une erreur systématique, qu'il a suffi d'écarter pour y trouver la valeur $1,77 \cdot 10^7$, celle que le travail de MM. Cotton et Weiss indiquait pour ce rapport, capital, de la charge à la masse d'un électron.

Une grande partie des travaux de M. Cotton a été faite avec l'aide de M. Mouton.

Dans leur longue collaboration, les deux physiciens firent d'abord des recherches de microscopie ; mais ils furent bientôt ramenés à la magnéto-optique.

Un bloc de verre, convenablement taillé, posé sur la platine d'un microscope ordinaire, leur permet d'éclairer les plus petits objets sur un fond noir. Cet ultra-microscope très simple a aujourd'hui sa place marquée dans tout laboratoire de recherches. Les auteurs s'en sont eux-mêmes servis pour des études délicates sur le transport électrique et la coagulation des colloïdes. Ils ont constaté que les particules en suspension suivent fidèlement les changements de sens d'un courant alternatif, même à raison de plusieurs milliers par seconde (fréquence d'un arc chantant). Ils ont donné ainsi une illustration frappante des actions électriques sur les particules chargées, qui jouent aujourd'hui un si grand rôle dans la Science.

Non contents de bien voir les particules qui fourmillent dans les liquides colloïdaux, MM. Cotton et Mouton voulurent en connaître les propriétés. A cet effet ils reprirent l'étude de la biréfringence magnétique singulière

signalée par Majorana dans le fer Bravais et ils l'étendirent à d'autres solutions colloïdales d'hydroxyde de fer. Ils se trouvèrent ainsi confirmés dans leur idée, déjà ancienne, que les particules en suspension dans ces liquides sont anisotropes, qu'elles tendent à s'orienter dans le champ magnétique et que cette orientation est contrariée par le mouvement brownien. Tous les faits observés sont d'accord avec cette interprétation : soit que l'on fasse varier le champ magnétique, soit que l'on modifie les particules par chauffage du liquide, soit encore que l'on produise la coagulation du colloïde pendant qu'il est soumis à l'action du champ, etc.

Lorsqu'on laisse refroidir, pendant qu'il est placé dans l'électro-aimant, le liquide additionné de gélatine, la gelée ainsi obtenue constitue un aimant transparent, possédant, outre la vertu magnétique, la biréfringence magnétique, la polarisation rotatoire magnétique et même le dichroïsme circulaire magnétique, que l'on constate encore ici.

Les particules d'hydroxyde ferrique étant manifestement attirables à l'aimant, on conçoit bien la netteté des phénomènes observés. MM. Cotton et Mouton montrèrent qu'on observait une biréfringence magnétique plus faible et cependant mesurable dans un liquide colloïdal ne renfermant pas de métal magnétique, mais des cristaux très petits de carbonate de calcium, observation qui a été largement généralisée depuis par M. Chaudier.

Lorsque, bientôt après, MM. Cotton et Mouton découvrirent qu'un liquide pur, le nitrobenzène, prenait dans le champ magnétique les propriétés d'un cristal uniaxe, ils furent conduits à expliquer cette propriété nouvelle en admettant que les molécules elles-mêmes d'un liquide diamagnétique homogène, dont le moment magnétique résultant est exactement nul, possèdent une anisotropie magnétique et optique. Cette hypothèse, qui paraît aujourd'hui toute naturelle, ne s'était alors présentée à aucun esprit.

Tous les faits observés, au cours d'une étude expérimentale de plus de six années, se sont montrés d'accord avec cette conception, depuis l'influence de la température sur la biréfringence magnétique du nitrobenzène jusqu'aux lois, dernièrement établies, de la biréfringence magnétique des mélanges liquides.

De simples considérations chimiques suffisent à montrer que les molécules et les atomes eux-mêmes doivent être anisotropes. L'anisotropie variera d'une substance à l'autre; elle dépendra non seulement de la constitution de la molécule, mais des orientations respectives des diverses parties. C'est ainsi que MM. Cotton et Mouton ont pu coordonner les résultats de

leur longue série de mesures sur les liquides de la série aromatique et même prévoir la biréfringence magnétique, positive, d'un liquide minéral, l'acide azotique.

Ils ont ainsi mis les chimistes en possession d'un nouveau procédé d'étude, offrant cet avantage que les différents corps présentent des biréfringences magnétiques, positives ou négatives, dont l'ordre de grandeur varie beaucoup d'une substance à une autre, comme d'ailleurs cela a lieu quant à la biréfringence électrique, découverte par Kerr depuis plus longtemps, mais plus difficile à mesurer sur les liquides mauvais isolants.

De l'étude de ces biréfringences artificielles on peut attendre d'autres résultats importants pour la physique moléculaire. M. Cotton a réussi, avec la collaboration de MM. Mouton et Drapier, à montrer que, par la combinaison des actions directrices d'un champ magnétique et d'un champ électrique, on pouvait arriver à connaître les éléments de symétrie de molécules, identiques entre elles, en suspension dans un liquide, où elles sont animées de mouvements incessants et dont l'orientation, livrée au hasard, change à chaque instant.

L'expérience a été faite avec des poussières ultra-microscopiques de benzoate de calcium, disséminées dans un liquide visqueux, l'aniline. Cette liqueur mixte était soumise à l'action simultanée d'un champ électrique faible (quelques centaines de volts par centimètre) et du champ magnétique le plus énergique à leur disposition.

Il y aurait grand avantage, pour de telles études et beaucoup d'autres, à posséder ce puissant électro-aimant que, certainement, la guerre seule a empêché l'Académie de réaliser.

La défense nationale a de même momentanément interrompu les efforts de M. Cotton dans la voie où il avait effectué les beaux travaux qui justifient surabondamment l'attribution du prix La Caze à leur auteur.

L'Académie adopte la proposition de la commission.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Lippmann, Bouty, Villard, Branly, Bonssinesq, Émile Picard, Carpentier; Violle, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. P. Boucherot, ingénieur, pour ses travaux d'électricité.