

Recherches sur l'absorption et la dispersion de la lumière par les milieux doués du pouvoir rotatoire

A. Cotton

► **To cite this version:**

A. Cotton. Recherches sur l'absorption et la dispersion de la lumière par les milieux doués du pouvoir rotatoire. *J. Phys. Theor. Appl.*, 1896, 5 (1), pp.237-244. <10.1051/jphystap:018960050023700>. <jpa-00239873>

HAL Id: jpa-00239873

<https://hal.archives-ouvertes.fr/jpa-00239873>

Submitted on 1 Jan 1896

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

RECHERCHES SUR L'ABSORPTION ET LA DISPERSION DE LA LUMIÈRE
PAR LES MILIEUX DOUÉS DU POUVOIR ROTATOIRE ⁽¹⁾;

Par M. A. COTTON.

Dans un grand nombre de cristaux, le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire, qui se propagent avec des vitesses différentes, sont inégalement absorbés: c'est le phénomène de *dichroïsme*, trouvé tout d'abord par Biot dans la tourmaline. Or, dans un milieu doué du pouvoir rotatoire, il y a aussi deux sortes de rayons, un rayon circulaire droit et un rayon circulaire gauche, qui se propagent avec des vitesses différentes; et l'on voit aussi, dans quelques cas, un rayon se dédoubler nettement, en traversant un milieu actif, en deux rayons polarisés circulairement et de sens inverses.

Si l'on rapproche cette double réfraction circulaire de la double réfraction cristalline, on constate, entre les deux ordres de phénomènes, la plus grande analogie. Il est alors naturel de se demander s'il n'existe pas des corps actifs *absorbant inégalement un rayon droit et un rayon gauche*.

Telle est la question que je me suis posée au début de ces recherches; j'ai eu en effet la bonne fortune de trouver, parmi les solutions des tartrates colorés, quelques liquides où les absorptions des deux sortes de rayons sont nettement différentes. Je diviserai en trois parties le résumé de ce travail:

Dans une première partie, j'étudierai directement l'inégalité d'absorption, et par des procédés qualitatifs, et par des mesures photométriques;

Dans une seconde partie, je décris une méthode expérimentale, fondée sur un *procédé très sensible pour déceler une vibration elliptique très aplatie*. Cette méthode permet de mesurer, avec le même appareil et pour la même radiation, prise dans le spectre, le pouvoir rotatoire et l'inégalité d'absorption, quand elle existe;

Enfin, la troisième partie est consacrée aux résultats de ces mesures, à l'interprétation de ces résultats et à diverses conséquences qu'on peut en déduire.

(1) Résumé d'une thèse de doctorat qui paraîtra *in extenso* dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

J. de phys., 3^e série, t. V. (Juin 1896.)

Première partie. — Inégalité d'absorption.

I. — ÉTUDE QUALITATIVE. — *Appareil.* — Pour rechercher si un rayon droit et un rayon gauche sont inégalement absorbés, la méthode la plus naturelle consiste à réaliser deux faisceaux égaux polarisés circulairement en sens inverses, et à voir si leur égalité persiste après le passage dans le milieu actif. On peut imaginer dans ce but un grand nombre de dispositifs. Celui qui m'a servi le plus souvent consiste à placer dans un faisceau monochromatique polarisé une lame cristalline *quart d'onde*, formée de deux parties juxtaposées dont les axes sont à angle droit, et inclinés de 45° sur la direction primitive des vibrations ⁽¹⁾. Dans l'appareil représenté

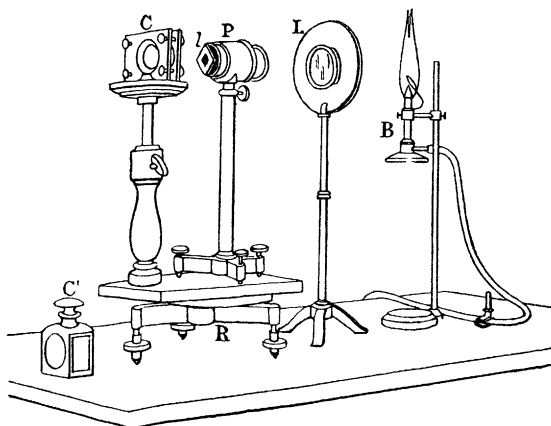


FIG. 1.

(fig. 1), la lame *l* est fixée sur une plaque qui peut tourner dans la monture du nicol polariseur *P* : des repères espacés de 45° tracés sur le pourtour suffisent pour régler son orientation. Le faisceau lumineux est fourni par un brûleur à sodium *B*, dont la flamme est vers le foyer d'une lentille *L*. On regarde à travers la cuve *C* renfermant le liquide étudié en mettant au point sur la lame, si la ligne de jonction des deux parties de la lame est horizontale ; la partie supérieure

⁽¹⁾ De telles lames ont été utilisées déjà, par exemple par M. Mascart (*Journal de Physique*, 1872-1873).

envoie par exemple de la lumière circulaire droite; la partie inférieure, de la lumière gauche. Les deux plages lumineuses à comparer sont identiques et contiguës.

Observation sur des solutions de tartrates colorés. — Avec certaines solutions actives placées dans la cuve C, on observe très nettement une différence d'intensité entre les deux plages.

Voici comment on peut préparer un liquide pour lequel, sous une épaisseur de 1 centimètre, cette différence atteint presque le quart de la valeur moyenne des intensités, le rayon droit étant le plus absorbé. On mélange deux solutions concentrées et chaudes, contenant l'une 10 grammes de tartrate neutre de potassium, l'autre 0^{gr}, 75 de bichromate de potassium, et on abandonne le mélange à lui-même. La liqueur jaune devient brune, puis verte. Au bout de quelques heures, on ajoute de l'eau distillée au liquide refroidi, jusqu'à ce que le volume total soit de 100 centimètres cubes.

Voici un autre liquide au travers duquel le rayon gauche est le plus absorbé : On dissout 2 grammes de tartrate de cuivre pur ⁽¹⁾, dans 100 centimètres cubes d'eau distillée renfermant 2 grammes de potasse ou de soude caustique. On obtient ainsi une liqueur bleu clair dont on remplit une cuve à faces parallèles de 2 à 3 centimètres d'épaisseur.

On peut montrer de plusieurs façons que l'inégalité d'éclat des deux plages est bien due à la différence de sens des rayons circulaires. Les aspects des deux plages s'intervertissent lorsqu'on change le sens des vibrations, soit en interposant une lame *demi-onde*, soit en utilisant le changement de sens produit par une réflexion (sous une incidence presque normale). On observe le même changement lorsqu'on remplace le tartrate utilisé par le corps symétrique obtenu en partant de l'acide tartrique *gauche* de Pasteur. J'ai fait cette vérification avec la solution de tartrate de cuivre, qui peut être préparée avec de petites quantités d'acide gauche. Avec la solution de racémate de cuivre, préparée de la même manière, on n'observe aucune différence d'éclat entre les deux plages.

Observation à la lumière blanche. — Si l'on remplace la lumière jaune du brûleur par la lumière blanche d'un bec de gaz ordinaire, on voit les deux plages se colorer de teintes différentes. On le voit

(1) Pour préparer le tartrate de cuivre, on précipite une solution, par exemple, à 10 0/0 d'acétate de cuivre, par une solution, au même titre, d'acide tartrique. Il se précipite lentement une poudre bleu clair, formée de tout petits cristaux qu'on lave soigneusement à froid et qu'on dessèche.

nettement avec la solution de chrome citée plus haut, en la prenant sous une épaisseur plus grande (5 centimètres par exemple), la plage qui envoie des rayons droits est alors rose; celle qui envoie des rayons gauches, d'un vert blanchâtre. En rapprochant cette expérience de l'observation, à travers un cristal dichroïque, des deux images données par un spath, on peut employer le mot de *dichroïsme circulaire* pour caractériser la propriété que possèdent ces liquides.

Modifications à la lumière naturelle. — La lumière naturelle est modifiée en traversant ces liquides; elle renferme à la sortie plus de lumière circulaire droite, par exemple, que de lumière circulaire gauche.

Le double polariseur circulaire décrit précédemment peut servir à le montrer: On sait, en effet, que, si on retourne bout pour bout un polariseur circulaire, on en fait un analyseur qui laisse passer un rayon circulaire de même sens. Or, si l'on retourne l'appareil précédent (*fig. 1*), qui est disposé dans ce but sur une plate-forme tournante R, de façon que la lumière traverse d'abord la cuve C, puis la lame *l* et le nicol P, on constate, en regardant la lame à travers le nicol, que les deux plages ont exactement le même aspect que dans la première position de l'appareil. Avec le sel de chrome par exemple, la plage supérieure est encore la plus sombre, et, en lumière blanche, on a les mêmes colorations.

On voit que ces liquides polarisent circulairement, en partie du moins, la lumière naturelle. Si on en trouve qui possèdent à un degré très élevé ce dichroïsme circulaire, on pourra s'en servir pour obtenir, sans autre appareil, de la lumière circulaire.

Peut-être cette *tourmaline des circulaires* se rencontrera-t-elle parmi les *cristaux* doués du pouvoir rotatoire ayant une coloration propre ou artificielle.

II. — MESURES PHOTOMÉTRIQUES. — Il résulte des expériences précédentes que deux vibrations circulaires inverses, primitivement égales, ont, à la sortie des liquides étudiés, des amplitudes différentes *d*, *g*. On verra plus loin comment une méthode indirecte permet de déterminer le rapport $\frac{d}{g}$, de savoir par suite de quelle fraction de leur valeur moyenne diffèrent ces amplitudes. C'est cette méthode que j'ai appliquée surtout, car ce sont les absorptions relatives que je voulais étudier et comparer avec le pouvoir rotatoire.

Mais on peut se proposer de déterminer directement les quantités

d , g elles-mêmes, c'est-à-dire de connaître l'absorption d'un rayon droit et d'un rayon gauche; j'ai mesuré directement ces deux quantités, pour la solution de chrome citée plus haut, par des opérations photométriques.

Je n'indiquerai ici que le principe de l'appareil employé.

Dans les mesures de pouvoir absorbant, on amène à l'égalité deux faisceaux lumineux A, B, dont l'un B traverse le corps absorbant. Le rapport entre les intensités de A et de B ne doit pas changer lorsqu'on ne touche pas aux appareils de compensation. La meilleure manière de remplir cette condition consiste à emprunter les deux faisceaux à un même faisceau primitif, par exemple à partager en deux parties un faisceau d'intensité uniforme.

Or, dans le cas actuel, un des faisceaux doit être polarisé circulairement, et de préférence avec un parallélépipède de Fresnel, puisque cet instrument constitue un *quart d'onde* sensiblement exact pour toute l'étendue du spectre visible. Je me suis servi précisément de ce parallélépipède pour effectuer le dédoublement du faisceau. Un faisceau de lumière parallèle, polarisé par un nicol, traverse un diaphragme dont un parallélépipède de Fresnel P_1 recouvre la moitié. Tandis qu'une partie A du faisceau continue sa route, l'autre B est rejetée latéralement et en même temps polarisée circulairement. Elle traverse alors le corps absorbant, puis un second parallélépipède P_2 , pareil au premier, qui ramène le faisceau B dans sa direction primitive et qui rétablit la polarisation rectiligne.

Les vibrations correspondantes aux deux faisceaux sont rectangulaires et ont des amplitudes différentes a , b . Pour avoir le rapport $\frac{b}{a}$, il suffit de disposer un nicol sur le trajet du faisceau et de le faire tourner de façon à amener l'égalité.

Le faisceau B n'est pas seulement affaibli par son passage dans le liquide absorbant; il l'est aussi par son passage dans les parallélépipèdes et par les diverses réflexions (y compris les réflexions sur les faces de la cuve). Pour éliminer cette influence, j'ai fait la mesure avec deux épaisseurs différentes du liquide absorbant, et j'ai appliqué, pour la variation de l'amplitude avec l'épaisseur, la loi exponentielle représentée par les relations:

$$\begin{aligned} d &= l^{-\delta x}, \\ g &= l^{-\gamma x}. \end{aligned}$$

Résultats. — J'ai appliqué cette méthode à l'étude d'une solution renfermant, dans 100 centimètres cubes, 10 grammes de sel obtenu en évaporant la solution de chrome et de potassium dont le mode de préparation a été indiqué précédemment. J'ai déterminé l'absorption d'un rayon droit et celle d'un rayon gauche, pour la lumière jaune de sodium (1).

Voici les résultats que j'ai déduits des mesures faites sous deux épaisseurs :

Une vibration circulaire d'amplitude 1 n'a plus, à la sortie d'un centimètre du liquide, qu'une amplitude égale à 0,088, si elle est *gauche* ; elle n'a qu'une amplitude égale à 0,077, si elle est *droite*. Le rapport des amplitudes est égal à 0,87.

Pour en déduire la valeur des *intensités*, il suffit d'élever au carré les nombres précédents. L'intensité primitive étant prise pour unité, l'intensité d'un rayon gauche est, à la sortie du liquide, égale à 0,0077 ; celle d'un rayon droit, à 0,0059 ; et le rapport des intensités est 0,76.

On voit que les deux rayons sont fortement absorbés, mais la valeur trouvée pour le rapport explique la différence très nette entre l'éclat des deux pages, constatée avec le double polariseur circulaire.

Autres expériences photométriques. — Les expériences précédentes permettent de calculer les coefficients δ , γ des formules précédentes (coefficients d'absorption) ; si on cherche le rapport entre ces deux coefficients, on trouve :

$$\frac{\gamma}{\delta} = 0,94.$$

Or, un dispositif très simple permet de mesurer directement ce rapport. Reprenons le double polariseur décrit plus haut et supposons qu'en regardant à travers le liquide la page supérieure apparaisse plus sombre. Plongeons dans le liquide, tout contre la paroi de la cuve voisine du quart d'onde, une lame de verre à faces parallèles ; cette lame réduit l'épaisseur du liquide traversé, et la portion correspondante de la page paraît plus claire. Amenons le bord inférieur de la lame à coïncider avec la ligne de jonction des deux micas : on conçoit que son épaisseur puisse être telle que les deux pages,

(1) Cette méthode convient surtout pour des corps très absorbants. La mesure ressemble tout à fait à une mesure polarimétrique.

après son interposition, paraissent d'égale intensité. Si cette condition est remplie, et si l'on désigne par x , y les épaisseurs traversées respectivement par les rayons droits et par les rayons gauches, on aura la relation :

$$e^{-\delta x} = e^{-\gamma y}$$

ou :

$$\frac{\gamma}{\delta} = \frac{x}{y},$$

de sorte qu'on a ainsi immédiatement le rapport cherché.

Au lieu de chercher par tâtonnements une lame de verre d'épaisseur convenable, j'ai fixé sur la face d'entrée de la cuve une lame de verre choisie une fois pour toutes, et j'ai placé, à la suite de cette première cuve, une seconde cuve d'épaisseur variable. Je faisais varier cette épaisseur jusqu'à ce que les deux plages parussent identiques.

J'ai trouvé, par ce dispositif, qui donne à un centième près le rapport $\frac{\gamma}{\delta}$, la même valeur que par l'autre procédé.

Ce dispositif permet, en outre, de répondre à une question importante.

Supposons que nous retournions bout pour bout tout l'appareil, de manière que le faisceau lumineux traverse d'abord la cuve. Si l'égalité établie entre les intensités des deux plages persiste dans ces conditions, c'est que le rapport des deux coefficients d'absorption γ , δ est le même, que les deux rayons droit et gauche soient séparés ou qu'ils voyagent ensemble. C'est ce que j'ai constaté.

En plaçant, dans la première cuve un liquide coloré inactif, j'ai constaté, en outre, que la différence entre ces deux coefficients était la même dans les deux cas. On peut donc conclure de ces expériences que l'absorption d'un rayon circulaire droit, par exemple, est la même, quand ce rayon est seul et quand il est accompagné d'un rayon gauche.

III. — APPLICATION DE L'INÉGALITÉ DES ABSORPTIONS. — L'absorption inégale d'un rayon droit et d'un rayon gauche, que nous venons d'étudier directement, peut aussi être étudiée en examinant les actions diverses que la lumière produit sur les corps, en particulier les actions chimiques. Un rayon droit et un rayon gauche, inégalement absorbés, auront des actions qui différeront au moins par l'intensité.

Deux corps symétriques, l'un droit, l'autre gauche, ne seront pas décomposés également par un faisceau polarisé circulairement de sens déterminé, qu'ils absorberaient inégalement.

On est ainsi conduit à essayer de dédoubler soit un racémique, soit un mélange inactif par compensation, tels que ceux qu'on obtient par les procédés de synthèse chimique, en choisissant un corps altérable à la lumière et en l'attaquant par de la lumière circulaire de sens déterminé ; j'ai entrepris des expériences dans cette voie, en profitant de ce que la lumière décompose les solutions de tartrate de cuivre, dont j'ai signalé les propriétés.

(*A suivre.*)
