Sur un appareil synthétique produisant la double réfraction circulaire

M. Gouy

► To cite this version:

M. Gouy. Sur un appareil synthétique produisant la double réfraction circulaire. J. Phys. Theor. Appl., 1883, 2 (1), pp.360-366. 10.1051/jphystap:018830020036001 . jpa-00238116

HAL Id: jpa-00238116

<https://hal.science/jpa-00238116>

Submitted on 1 Jan 1883

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.

**SUR UN APPAREIL SYNTHÉTIQUE PRODUISANT LA DOUBLE RÉFRACTION
CIRCULAIRE;**

PAR M. GOUY.

I. — DESCRIPTION DE L'APPAREIL.

Dans un travail antérieur ⁽¹⁾, j'ai donné une théorie des phénomènes appelés *double réfraction circulaire*, fondée uniquement sur le changement de direction des vibrations rectilignes ayant traversé un milieu actif. Il en résultait cette conséquence que ces phénomènes se montreraient encore en l'absence de tout milieu actif, lorsqu'on produirait dans des conditions convenables la rotation du plan de polarisation. L'emploi des lames cristallisées *demi-onde* a permis en effet, comme nous allons le montrer, de reproduire les phénomènes découverts par Fresnel à l'aide de son prisme bicirculaire, avec une entière exactitude.

2. L'appareil construit dans ce but est formé d'un assemblage de lamelles à faces parallèles taillées dans un cristal à un axe paral-

(¹) *Comptes rendus*, t. XC, p. 992 et 1121.

lèlement à cet axe. Toutes ces lamelles ont la même épaisseur très petite, qui correspond à une différence de marche d'une demi-onde ou d'un nombre impair de demi-ondes entre le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire, pour la lumière jaune de sodium et l'incidence normale. Elles sont coupées en bandes rectangulaires égales, longues et étroites, qui sont ensuite exactement juxtaposées par leur plus grand côté, sur un même plan, comme les feuilles d'un parquet (*fig. 1*). L'ensemble forme un feuillet qui est collé au baume de Canada entre deux lames de verre à faces parallèles. Dans la première lamelle A, la section principale du cristal a une direction arbitrairement choisie; en passant ensuite aux lamelles B, C, D, E, . . . , P, la section principale de chacune d'elles fait

Fig. 1.

avec la section principale de la précédente un angle constant, pour le sens et la grandeur, et duquel dépendent les propriétés de l'appareil. Enfin on superpose à cet ensemble une lame demi-onde, orientée d'une manière quelconque.

3. Deux exemplaires de cette sorte de *réseau* entièrement transparent ont été construits avec des lamelles de quartz parallèles à l'axe, valant $\frac{3}{2}$ ondes pour la lumière du sodium ⁽¹⁾. Le premier a 16 lamelles, sa largeur $AP = 15^{\text{mm}}, 2$, et l'angle des sections principales de deux lamelles consécutives est $\frac{\pi}{8}$. La seconde a vingt la-

⁽¹⁾ Ces deux exemplaires ont été construits par M. Laurent au commencement de l'année 1881, et présentés peu après à l'Académie (*Comptes rendus*, séance du 21 mars 1881). Le quartz a été choisi pour des raisons techniques; il joue d'ailleurs ici le même rôle que le ferait toute autre lame cristallisée parallèle à l'axe.

melles, 20^{mm} de largeur, et l'angle correspondant est $\frac{\pi}{4}$. Tous deux, et surtout le second, sont d'une bonne exécution, et présentent l'aspect de lames de verre transparent, les joints étant presque invisibles.

II. — POSITION DES IMAGES.

4. Dans les expériences dont nous allons parler, on place le réseau devant l'objectif d'une petite lunette, normalement à son axe, et on vise un point lumineux éloigné en faisant usage d'un verre orangé ou mieux de la lumière du sodium. Nous supposons d'abord que la lumière incidente n'est pas polarisée.

On voit alors dans le champ deux images nettes du point lumineux A et B (*fig. 2*), sur une ligne perpendiculaire à la direction

Fig. 2.

des lamelles du réseau. Ces images sont d'intensité égale. En outre, on voit avec une lumière intense des images secondaires bien plus faibles, sur la même ligne AB. Ces images secondaires sont assez visibles avec le second réseau, presque insensibles avec le premier, et la théorie montre en effet qu'elles décroissent très rapidement à mesure que l'angle des sections principales de deux lamelles consécutives devient plus petit : elles constituent donc une imperfection due à la discontinuité du réseau et peuvent être atténuées autant qu'on le désire, sauf les difficultés de la construction.

5. Les images A et B sont aussi nettes et supportent un aussi fort grossissement que celles qu'on obtient en remplaçant le réseau par un diaphragme de même ouverture. Pour s'en assurer avec précision, on a examiné une échelle divisée placée à des distances de plus en plus grandes, en essayant de résoudre l'image en traits distincts. L'ouverture était toujours égale à celle du premier

réseau, soit 15^{mm} de largeur dans le sens perpendiculaire aux traits de l'échelle. Les deux images se superposant en partie, on éteignait l'une d'elles au moyen d'une lame quart d'onde et d'un nicol placés devant l'oculaire, comme nous le verrons plus loin.

L'angle sous-tendu par une division de l'échelle étant de 10'', 2, on a une très bonne résolution sans réseau ou avec le second. Elle est un peu moins bonne, mais encore bien nette, avec le premier réseau.

A 10'', on résout encore assez bien, sauf avec le premier réseau, qui ne résout plus que difficilement et par instants.

A 9'', 7, on n'a plus que des indices de résolution avec le second réseau ou la lunette seule, aucune résolution avec le premier; ainsi le second réseau donne des images aussi nettes que le comporte son ouverture; le premier est très peu inférieur (1).

6. Ces images, d'une netteté satisfaisante, se prêtent à des pointés exacts. On a mesuré leur distance avec une lunette munie d'un micromètre oculaire. La valeur angulaire d'un tour de la vis, déterminée par la mesure des images données par un réseau ordinaire au $\frac{1}{4}$ de millimètre, était de 268'', 7.

Distance des images en tours de la vis.

	Premier réseau.	Deuxième réseau.
	0,122	0,229
	0,126	0,230
	0,120	0,226
	0,125	0,230
	0,129	0,229
	0,127	0,227
Moyenne	0,1232	0,2285
Soit, en arc.....	33'',1	61'',4

Il est naturel de comparer ces résultats avec ceux que donnent les réseaux de diffraction ordinaires. L'élément périodique de

(1) Ce résultat montre que toutes les lamelles concourent à former l'image; il est dû en grande partie à la couche de baume, qui, ayant un indice très voisin de celui du quartz, rend insensibles les petites inégalités d'épaisseur des lamelles. Si l'on construisait un appareil analogue avec du mica, il faudrait le placer dans un milieu ayant l'indice de ce corps.

nos réseaux à lamelles est l'intervalle après lequel la section principale a tourné de 180° ; sa longueur est, pour le premier réseau, de $\frac{15^{\text{mm}}, 2}{16} 8 = 7^{\text{mm}}, 6$, et, pour le second, de $\frac{20^{\text{mm}}}{20} 4 = 4^{\text{mm}}$. Si l'on calcule la déviation du premier spectre pour des réseaux ordinaires dont les intervalles seraient $7^{\text{mm}}, 6$ et 4^{mm} , on trouve $16''$ et $30'', 4$. Ces angles sont sensiblement égaux à la moitié de l'intervalle de nos deux images, c'est-à-dire à la déviation de l'une quelconque d'entre elles à partir du centre de figure (distance AC, *fig. 2*). Ainsi nos images sont, quant à la position, les homologues du *premier spectre* d'un réseau ordinaire de même période.

7. Il reste à examiner si le milieu C de l'intervalle de nos deux images est bien le point où serait l'image unique si le réseau n'existait pas. On ne peut pas s'en assurer directement, car les lames de verre qui protègent les lamelles de quartz ne sont pas exactement parallèles et dévient les images de quelques secondes. Mais on peut le vérifier indirectement de la manière suivante :

Les lamelles $\frac{3}{2}$ ondes, pour le jaune orangé, valent sensiblement deux ondes entières pour les rayons violets et indigo, et se comporteront alors évidemment comme un milieu isotrope. On observe, en effet, que les rayons violets ne donnent qu'une seule image; cette image est précisément au point C, milieu de l'intervalle des deux images données par la lumière du sodium.

III. — POLARISATION DES IMAGES. LEUR VARIATION D'ÉCLAT QUAND LA LUMIÈRE INCIDENTE EST POLARISÉE.

8. La lumière incidente étant naturelle, comme nous l'avons supposé jusqu'ici, si l'on examine les images en plaçant devant l'œil un nicol, on ne constate aucune variation d'intensité dans les diverses positions de l'analyseur. Si l'on interpose entre l'oculaire et le nicol une lame quart d'onde dont la section principale soit à 45° de celle du nicol, une des images disparaît et l'on voit l'objet lumineux comme si le réseau n'existait pas. L'extinction est parfaite avec un quart d'onde exact et la lumière du sodium. Si, laissant la lame quart d'onde immobile, on fait tourner le nicol de 90° , l'image qui était éteinte reparait, et l'autre image s'éteint à son tour. Ainsi les deux images sont polarisées circulaire-

ment d'une manière complète, l'une dextrorsum, l'autre sinistrorsum.

Si la lumière incidente est polarisée d'une manière quelconque, les deux images ont la même position ⁽¹⁾ et le même état de polarisation qu'avec la lumière naturelle; mais leur éclat relatif varie.

Avec la lumière polarisée rectilignement, les deux images sont égales.

Avec la lumière polarisée elliptiquement les deux images sont inégales, et la différence est d'autant plus grande que l'ellipse est plus voisine d'un cercle. L'image la plus vive est celle qui a le même sens de rotation que les rayons incidents.

Avec la lumière polarisée circulairement, une des images disparaît entièrement, et il ne subsiste qu'une seule image, polarisée comme les rayons incidents, et qui occupe, par suite, deux positions différentes suivant que les rayons incidents sont dextrorsum ou sinistrorsum.

9. C'est donc sur les rayons polarisés circulairement que l'appareil produit l'effet le plus simple, puisqu'il se borne à les dévier, soit à droite, soit à gauche, suivant le sens de leur rotation.

C'est là, au point de vue purement expérimental, une véritable réfraction, telle qu'on la produirait avec un prisme de petit angle, qu'on orienterait d'une manière différente suivant qu'on recevrait des rayons dextrorsum ou sinistrorsum. D'autre part, l'appareil se rattache évidemment aux réseaux par sa structure périodique; il établit donc entre les uns et les autres une transition qui paraîtra peut-être digne d'attention, et qui est due à la nature spéciale des rayons polarisés circulairement, pour lesquels une rotation est équivalente à une différence de marche.

10. En résumé, avec la lumière jaune orangé, pour laquelle il a été construit, l'appareil reproduit complètement les effets du triprisme de Fresnel. Il nous reste à dire quelques mots des effets plus complexes qu'il produit avec les autres lumières homo-

(1) Dans ces expériences, il convient de prendre pour objet lumineux un trou percé dans un diaphragme, et de placer derrière lui l'appareil polariseur, pour éviter toute déviation accidentelle.

gènes, et avec la lumière blanche que nous supposerons non polarisée.

Avec la lumière homogène, on a, en général, trois images, l'une centrale, non polarisée, et deux images latérales d'égale intensité, polarisées circulairement, et d'autant plus rapprochées de l'image centrale que la longueur d'onde est plus petite. Ces trois images ont sensiblement même éclat pour le vert moyen; les images latérales ou l'image centrale l'emportent en intensité, suivant que la différence de marche produite par les lamelles se rapproche d'un nombre impair ou d'un nombre pair de demi-ondes. La lumière blanche donnera, par suite, une image centrale bien nette, non polarisée et de nuance bleuâtre, deux images latérales un peu irisées, polarisées circulairement et de nuance complémentaire.

11. Ces divers phénomènes sont entièrement d'accord avec la théorie. Pour rendre compte des effets produits avec la lumière du sodium par un réseau parfaitement continu, il suffira d'appliquer les formules données déjà pour la théorie de la double réfraction circulaire (¹). Dans les autres cas, et pour tenir compte de la discontinuité du réseau, il faut calculer le mouvement résultant de celui qu'envoie chaque lamelle, par les formules de la diffraction, et de la théorie des lames cristallisées. Ces calculs, assez longs, n'offrent pas de difficulté, et il m'a paru inutile de les développer ici.