

P38

INSTRUMENTS D'OPTIQUE

Et de Précision

PH. PELLIN

Ingénieur des Arts et Manufactures

Successeur de JULES DUBOSCQ

Maison fondée par SOLEIL Père

MAGASIN

21, rue de l'Odéon, 21

ATELIERS

30, rue Monsieur-le-Prince, 30

SEULE ENTRÉE AU FOND DE LA COUR

PARIS

IV^e FASCICULE



INTERFÉRENCES, DIFFRACTION

Bancs d'interférences et de diffraction. — Grand modèle JAMIN. — Demi-lentilles et Compensateur BILLET. — Miroirs de FRESNEL, de M. GOUY, de M. MASCART. — Biprismes de FRESNEL, de M. MASCART, de M. MESLIN. — Appareil de M. LE ROUX. — Franges semi-circulaires de M. MESLIN. — Oculaire micrométrique de FRESNEL. — Bilames de FIZEAU. — Parallélépipèdes de M. MASCART. — Glaces épaisses, Compensateur JAMIN. — Réfractomètre de M. MASCART. — Appareils M. BREWSTER. — Spectroscope interférentiel de M. MASCART. Lunettes pour expériences générales d'interférences de M. CORNU. — Support de M. MESLIN. — Appareils à tourmalines de M. CORNU, de M. LE ROUX. — Bancs et accessoires divers. — Réseaux sur verre. — Réseaux du Professeur ROWLAND. — Appareil à réseau de M. MESLIN. — Support universel de M. CORNU. — Réseaux de M. IZARN. — Appareils aux anneaux colorés de NEWTON. — Appareil d'HERSCHELL, de M. MASCART. — Lames étalons de MM. PÉROT et FABRY. — Appareils à arc au mercure de MM. PÉROT et FABRY. — A tube de Cadmium de M. HAMY. — Appareil aux anneaux colorés de DESAINS et BERTIN. — Appareil de FIZEAU et FOUCAULT. — Dilatamètre de M. LE CHATELIER.

Polarisation, Double Réfraction

Rhomboëdre DESAINS. — Prismes Biréfringents en spath, en quartz, ROCHON, WOLLASTON. — Lunette de ROCHON. — Triprisme de FRESNEL. — Appareil de LLOYD. — Appareil de démonstration de M. MACÉ DE LÉPINAY. — Appareil d'ARAGO. — Appareil de MALUS. — Appareil de M. JOUBIN. — Appareil de GUÉRARD. — Tourmalines NICOLS, FOUCAULT. — Polariseur de M. JOUBIN. — Pincettes à tourmalines ARAGO-BIOT, BERTIN. — Appareil NORREMBERG. — Microscope polarisant. — Polariscopes BABINET-JAMIN, SAVART, de M. CORNU, d'ARAGO de SÉNARMONT, BRAVAIS. — Compensateurs BABINET-JAMIN, SOLEIL père, BRAVAIS. — Grand cercle de SÉNARMONT. — Appareil de M. MUNIER-CHALMAS, de Jules DUBOSCQ. — Cristaux et divers.

Envoi franco du Catalogue sur demande

51751

RÉCOMPENSES OBTENUES PAR LA MAISON

SOLEIL PÈRE

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

DIPLOMES D'HONNEUR ET MÉDAILLES D'OR

PARIS, 1834 — 1839 — 1844 — 1849

JULES DUBOSCQ

LONDRES, 1851. — NEW-YORK, 1853. — BORDEAUX, 1854

PARIS, 1855 — 1857

DIJON, 1858. — LONDRES, 1862

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR. — OFFICIER D'ACADÉMIE

ROUEN, 1863. — PORTO, 1865.

CHEVALIER DE L'ORDRE DU CHRIST DE PORTUGAL

PARIS, 1867, HORS CONCOURS. LONDRES, 1871. — VIENNE, 1873. — PHILADELPHIE, 1876

MÉDAILLE D'HONNEUR

LILLE, 1877. — PARIS, 1881. — AMSTERDAM, 1883

GRAND DIPLOME D'HONNEUR

JULES DUBOSCQ & PH. PELLIN

DIPLOME D'HONNEUR — ANVERS, 1885

JULES DUBOSCQ, OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

PH. PELLIN

1886. — CHEVALIER DE L'ORDRE MILITAIRE DU CHRIST DE PORTUGAL.

1887. — LE HAVRE — GRAND DIPLOME D'HONNEUR.

1888. — BARCELONE. — MÉDAILLE D'OR — CHEVALIER DE L'ORDRE
D'ISABELLE-LA-CATHOLIQUE.

1889. — PARIS — MEMBRE DU COMITÉ D'INSTALLATION — 4 MÉDAILLES D'OR.
OFFICIER D'ACADÉMIE.

1890. — SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, MÉDAILLE D'OR.

1891. — MOSCOU — HORS CONCOURS.

1892. — PARIS — EXPOSITION INTERNATIONALE DE PHOTOGRAPHIE, DIPLOME D'HONNEUR.

1893. — CHICAGO — HORS CONCOURS. — MEMBRE DU COMITÉ D'INSTALLATION.

1894. — CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR.

1894. — ANVERS — DIPLOME D'HONNEUR.

1895. — AMSTERDAM — DIPLOME D'HONNEUR.

1896. — PARIS — EXPOSITION DU THÉÂTRE ET DE LA MUSIQUE, DIPLOME D'HONNEUR.

1897. — BRUXELLES — MEMBRE DU COMITÉ D'INSTALLATION — MEMBRE DU JURY — HORS CONCOURS

1898. — OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

1900. — CHEVALIER DE L'ORDRE ROYAL DU SAUVEUR.

Membre des Comités d'Admission et d'Installation — Paris 1900 — Classe 15 — Instruments de précision

1900. — GRAND PRIX. — Classe XV.

TABLE ALPHABÉTIQUE

FASCICULE IV

Numéros	Numéros
A	E
Anneaux colorés..... 63-64-65-68-69-70	Eriomètre de YOUNG..... 72-72 ¹¹⁴
Appareil à anneaux colorés de DESAINS-BERTIN... 82-83	F
— à arc au mercure de MM. PÉROT ET FABRY	FIZEAU ET FOUCAULT (App. pour la mesure des lon-
78-79-80	gueurs d'ondes de)..... 84-85
— de projection en lumière polarisée.. 174-175	FOUCAULT (Prismes de)..... 126
178-181	Franges semi-circulaires de M. MESLIN..... 13
— accessoires..... 182 à 237	FRESNEL (Appareil à double réfraction de)..... 105-106
— rotateur de J. DUBOSCQ..... 238	FRESNEL ET ARAGO (Rayons polarisés)..... 14
— de GOVI..... 241	G
— TERQUEM (Lames minces)..... 76	Glace noire..... 115-116
ARAGO (App. pour graduation des piles de glaces).. 118	Glaces épaisses de JAMIN..... 23
B	Grand cercle de JAMIN et SÉNARMONT... 161-162
Bancs d'interférences et diffraction..... 1-2-3	GUÉRARD (Prisme de)..... 107-121
— et accessoires..... 39 à 52	H
BERTRAND (Spath taillé suivant)..... 146	HALOS (App. de BRAVAIS pour).... 75
Bilames de FIZEAU..... 17	— (— de M. CORNU pour)..... 74
Biprismes de FRESNEL..... 10	— (— pour projection des)..... 73
— de M. MASCART..... 11	HAMY (App. à tube de Cadmium de M.)..... 81
— de M. MESLIN..... 12	HERSCHEL (Appareil de)..... 66
BRAVAIS (App. pour Halos de)..... 75	— (Appareil) modèle de M. MASCART..... 67
BREWSTER (Appareil de)..... 29-30	J
C	JAMIN (Appareil des Glaces épaisses de)..... 20 à 25
Compensateur BABINET-JAMIN..... 154-155-157	— (Appareil pour expérience de double réfraction. 101
— BILLET..... 4	JOUBIN (Polariseur de M.)..... 127
— BRAVAIS..... 156	L
— JAMIN..... 21-24-25	Lames étalons de MM. PÉROT ET FABRY..... 77
— SOLEIL..... 159-160	LE ROUX (App. à tourmalines de M.)..... 38
CORNU (App. à tourmalines de M.)..... 37	LLOYD (Réfraction conique, app. de)..... 110-112
CROVA (App. à réseaux de M.)..... 56	Loupe dichroscopique..... 163
Cuve pour appareil JAMIN..... 22-23	— (Cristaux pour)..... 164-173
D	Lunettes de M. CORNU..... 33
DELEZENNE (Polariseur de)..... 122	Lunette de ROCHON..... 102
— (Appareil de)..... 144	M
Demi-lentilles BILLET..... 5-6	MALLARD (Double réfraction accidentelle, appareil
Demi-lentille de M. MESLIN..... 13	de)..... 108-109
DESAINS-BERTIN (Appareil à anneaux colorés de).. 82-83	MALUS (Appareil de)..... 119
Dilatamètre de M. LE CHATELIER..... 86	
DUBOSCQ (App. de projection en lumière polarisée	
de J.)..... 178-181	
— (App. à réseaux circulaires de J.)..... 59	

	Numéros
MELLONI (Cristaux pour appareil).....	242 à 249
MESLIN (App. à réseau de M.).....	58
Mica 1/4 onde.....	135
Microscope polarisant.....	142-143
— pour projection.....	174
Miroir concave pour anneaux colorés en projection..	71
Miroirs de M. GOUY.....	8-9
Miroirs de FRESNEL.....	15
— — à 3 miroirs modèle de M. MASCART.	7
MONGE (Appareil de).....	91
MULLER (Appareil de).....	145
MUNIER-CHALMAS (App. de projection des lames de roches de M).....	175-176-177

N

NEWTON (App. aux anneaux colorés de).....	63-64-65
Nicols.....	124
NORREMBERG (Appareils de).....	136-140-141
— (Analyseur à lames d'argent de BERTIN pour).....	136
— (Analyseur biréfringent pour).....	137

O

Oculaire micrométrique de FRESNEL..... 16

P

Parallélépipèdes de FRESNEL.....	134
— de M. MASCART.....	18
Pile de glaces.....	117
Pincés à tourmalines ARAGO-BIOT.....	132
— BERTIN.....	133
Polariscopes ARAGO.....	151
— BABINET.....	148
— BRAVAIS.....	153
— SAVART.....	149

	Numéros
Polariscope SAVART-CORNU	150
— SÉNARMONT	152
Polariseur et analyseur de M. MACÉ DE LÉPINAY	113-114
Polariseurs divers	122 à 131
Prismes biréfringents	94-95-99-100

R

Réseaux du Professeur ROWLAND.....	60
— photographiés, méthode de M. IZARN.....	62
— circulaires.....	55
— plans.....	53-54-57
Réfraction conique (App. de LLOYD pour).....	110-112
Réfractomètre JAMIN.....	24-25
— de M. MASCART.....	26-27-28
ROCHON (prisme de).....	96
Rhomboèdre en spath.....	90-93
— — de DESAINS.....	92-179

S

SÉNARMONT (polariseurs de).....	123
— (Grand cercle de JAMIN et).....	162-162
SOLEIL (App. aux axes de)...	111
Spectroscope spécial de M. MASCART.....	31-32
Support de M. CORNU.....	61
— de M. MESLIN.....	34-35

T

TERQUEM (Appareil des lames minces de).....	76
Tourmalines.....	124-128
— (Prisme biréfringent en).....	98
Triprisme de FRESNEL.....	103-104

W

WOLLASTON (prisme de)..... 97

FASCICULE IV

ONDES LUMINEUSES.

EFFET DE LEUR RENCONTRE, INTERFÉRENCES, DIFFRACTION.

On nomme *Interférences* l'action que deux rayons de lumière, émanant d'une même source, exercent l'un sur l'autre dans certaines conditions favorables.

Le Père GRIMALDI, en 1665, à Bologne, a montré que si, dans le faisceau solaire pénétrant dans une chambre obscure, on interpose deux petits orifices rapprochés l'un de l'autre, les deux faisceaux émergents, qui empiètent l'un sur l'autre, donnent des franges rectilignes, c'est-à-dire des alternances d'ombre et de lumière.

Au commencement du siècle, 1802, Thomas YOUNG montra que cette apparence prouve l'action mutuelle des deux faisceaux et introduisit dans le champ de l'optique cette notion des *Interférences*, qui a servi depuis lors à rendre compte des phénomènes des *anneaux colorés* et de ceux de la *diffraction*.

FRESNEL, en 1817, donna à ce principe des Interférences toute sa généralité en ne s'occupant que des actions mutuelles des rayons lumineux, écartant ainsi toutes les perturbations que les phénomènes ordinaires peuvent introduire.

Dans son expérience des deux miroirs, il montra que les deux faisceaux lumineux, issus d'une même source, se rencontrant après avoir parcouru des chemins inégaux, donnent de l'obscurité ou une lumière quadruple, suivant que leur différence de marche est égale à un nombre *impair* ou *pair* de demi-longueur d'onde; mais pour que ce phénomène soit bien apparent, il est nécessaire que les rayons se rencontrent sous un très petit angle.

FRESNEL a montré que, dans l'espace, le même point d'une bande obscure ou brillante des franges décrit une courbe dont la convexité est tournée en dehors, et si on mène par le point considéré de la frange un plan perpendiculaire à la fente lumineuse, la courbe est une hyperbole dont les foyers sont les projections sur ce plan des deux images de cette fente.

FRESNEL et ARAGO se sont occupés de l'interférence des rayons polarisés et ont démontré que deux rayons polarisés à angle droit ne peuvent interférer.

FIZEAU et FOUCAULT ont montré qu'il peut y avoir des interférences dans la lumière non limitée et qu'on peut aussi produire des franges avec des différences de marche beaucoup plus considérables que ne l'admettait FRESNEL.

Quant à la *diffraction*, c'est ainsi qu'on nomme les modifications que la lumière éprouve, lorsqu'elle est interceptée partiellement, elle est une conséquence des interférences.

GRIMALDI est le premier physicien qui ait étudié les franges extérieures et intérieures à l'ombre d'un corps étroit.

NEWTON, qui s'est aussi occupé de ce sujet, ne paraît pas avoir remarqué les franges intérieures. On serait tenté de croire (écrit FRESNEL) que ses préventions théoriques ont pu contribuer, jusqu'à un certain point, à lui fermer les yeux sur ces phénomènes importants, qui affaiblissaient beaucoup l'objection principale sur laquelle il fondait la supériorité de son système.

Thomas YOUNG déduisit de ses expériences l'influence mutuelle pour les franges intérieures des faisceaux lumineux qui ont passé de chaque côté du corps étroit, mais il suppose les franges extérieures produites par le concours des rayons directs et des rayons réfléchis sur le bord de l'écran.

FRESNEL qui, sans avoir connaissance des idées de YOUNG, était tombé dans la même erreur, la réfuta quelque temps après et fit voir que le principe d'HUYGENS, (*les vibrations d'une onde lumineuse dans chacun de ses points peuvent être regardées comme la somme des mouvements élémentaires qu'y enverraient au même instant, en agissant isolément, toutes les parties de cette onde considérée dans une quelconque de ses positions antérieures*), joint à celui des interférences, suffit à l'explication des phénomènes de diffraction étudiés soit par expérience, soit par le calcul.

FRESNEL fit l'application du déplacement des franges à la mesure du rapport de la vitesse de la lumière dans deux milieux, ce qui est l'indice de réfraction d'une substance par rapport à l'autre.

ARAGO mesura la différence qui existe entre les indices de réfraction de l'air sec et de l'air humide.

Les phénomènes de *coloration produits dans les lames minces* (bulles de savon) et dans les cas où la lumière rase le bord des corps en se *diffractant*, s'expliquent par l'interférence des rayons, ayant même longueur d'onde et ayant parcouru dans les *mêmes milieux*, conséquemment avec des vitesses semblables, des chemins inégaux, qui diffèrent de nombres pairs ou impairs de demi-longueur d'onde.

Depuis cette époque, tous les grands physiciens se sont occupés de cette intéressante question des interférences et ont attaché leur nom à de remarquables travaux et à d'intéressants appareils.

P. et Ph. P.

INTERFÉRENCES. — DIFFRACTION.

1 Banc pour les expériences d'interférences et diffraction, modèle perfectionné.

Ce banc d'une construction très stable a 1 m. 20 de longueur, trois patins avec colonnes à hauteur variable, porte-fiches (Fig. 1).

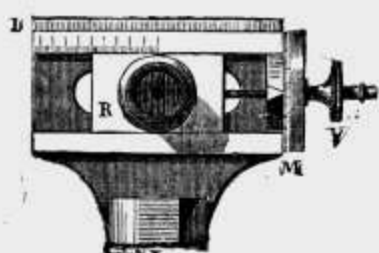
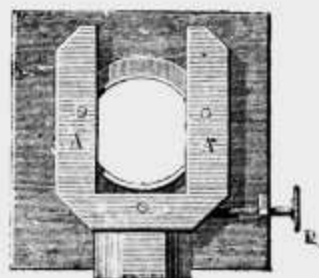
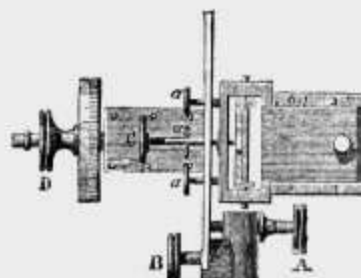
Un nécessaire contient les pièces d'observation, savoir : deux loupes de foyer différent, le micromètre de Fresnel, (Fig. 2), la lentille à double courbure de Soleil père, pour la projection.

Les pièces qui donnent passage à la lumière, c'est-à-dire une ouverture rectiligne, une fiche portant un trou marqué A, une ouverture rectiligne à tambour divisé, une pièce à deux ouver-



Fig. 1.

tures parallèles et variables de distance pour mesurer les longueurs d'onde par un réseau, etc., etc., les pièces d'expérience qui sont : les miroirs de Fresnel, (Fig. 4), le biprisme de Fresnel, (Fig. 13), les fiches à ouverture rectiligne avec crin, tiges cylindriques, coniques de

Fig. 2.
Micromètre Fresnel.Fig. 3.
Porte fiche à vis tangente.Fig. 4.
Miroirs de Fresnel.

deux diamètres, (Fig. 7), les fiches à trou pour point noir et point blanc, les fiches à petit cercle opaque sur une lame de verre pour l'expérience de Poisson et Arago, une fiche à deux ouvertures pour le déplacement des franges avec une lame de mica, expérience d'Arago, des fiches à biseau d'acier pour la diffraction, un grand et un petit miroir noirs, un réseau au 1/50 de millimètre 925 fr.

2 Le même banc, grand modèle, banc de 1^m80, cinq patins dont deux à déplacement perpendiculaire à l'axe du banc avec pignon et crémaillère, colonnes à hauteur variable dont deux à crémaillère, porte-fiches dont deux à mouvement de rotation avec vis tangente..... 1250 fr.

3 Grand banc d'optique de Jamin. Ce banc en fonte, de 1^m80, à 4 vis calantes, se pose sur une forte table en chêne avec support pour la lanterne, — Écran articulé avec cadran divisé s'adaptant à l'extrémité du banc. — Boîte gainée avec tous les accessoires. — Six supports à patins dont deux à vis de rappel pour déplacement latéral. — Six porte-fiches dont 4 à vis tangentes pour le réglage. — Miroirs de Fresnel, avec nouvelles modifications. — Fente rectiligne à vis micrométrique. — Oculaire micrométrique de Fresnel. — Lentille et compensateur de Billet. — 20 fiches. — Réseau. — Lentilles pour observation des phénomènes, etc. 2500 fr

Lanterne.....	250 fr.	
Lampe à huile (modérateur).....	20	
Lampe oxhydrique (nouveau modèle).....	75	
Sac à gaz de 200 litres.....	100	
Système de pression.....	25	
Prisme biréfringent allant sur le condenseur de la lanterne.....	100	
Support et série de lentilles.....	180	
Tube à gaz nitreux.....	25	
Ballon à vapeur d'iode.....	25	
Appareil à 2 rhombes de spath.....	320	
Appareil Malus.....	180	
Pile de glaces.....	200	1500 fr.
Appareil complet tel qu'il est décrit dans la physique de Jamin		
planche II, Fig. 675, t. III.....		4000 fr.

Le premier banc d'interférences et diffraction a été construit par Soleil père et présenté à l'Académie des Sciences le 10 juin 1839.

Description. — Cet appareil n° 1 (Fig. 1) se compose d'un banc en fer de 1 m. 20, monté sur pieds à vis calantes BB' et portant une règle divisée A, sur lequel glissent trois patins C D E, munis d'index et de vis de serrage pour en déterminer et fixer la position.

Chaque patin porte une colonne à tourillon, sur laquelle se fixe, au moyen d'une vis de serrage, un porte-fiche, destiné à recevoir les différentes fiches de l'appareil.

L'un des patins possède une coulisse horizontale D qui se meut perpendiculairement à l'axe du banc au moyen d'un pignon et d'une crémaillère.

Ces porte-fiches peuvent recevoir un mouvement de rotation autour d'un axe horizontal pour l'orientation des fiches : l'un d'eux a un mouvement lent de rotation au moyen d'une vis tangente F.

Ce porte-fiche O est destiné à recevoir les différentes fiches soumises aux expériences.

Des deux autres porte-fiches MS placés à chaque extrémité du banc, l'un M du côté de l'observateur porte la loupe d'observation, le micromètre de Fresnel, la lentille à double courbure de Soleil ou la lentille de projection; l'autre S du côté de la source de lumière porte la fente rectiligne ou l'ouverture à trou. La fente peut s'ouvrir à volonté à l'aide d'une vis, afin de lui donner la largeur convenable à chaque expérience.

Pour l'observation directe, on opère avec la lumière d'une lampe, ou avec la lumière oxhydrique et on observe, avec la loupe ou l'oculaire micrométrique de Fresnel.

Pour la projection on se sert de la lumière du soleil ou de la lumière électrique, on projette au moyen d'une lentille sphérique ou avec la lentille à double courbure de Soleil.

APPAREIL DES DEUX MIROIRS DE FRESNEL

Réglage des miroirs. — Après avoir levé le diaphragme qui est perpendiculaire au plan des miroirs, on amène d'abord les arêtes OO' des deux miroirs à être exactement sur le même plan en agissant sur la vis C puis sur les trois vis FF'G, on amène ensuite les miroirs dans le même plan au moyen de la vis H, de manière qu'une ligne droite réfléchi et vue simultanément dans les deux miroirs reste constamment droite (Fig. 4 bis).

On place alors l'appareil sur la colonne à tourillon O, à une distance de 0 m 50 de la loupe d'observation M, on excentre l'appareil au moyen du pignon D du patin.

On supprime la loupe M, et plaçant l'œil au même point, on fait tourner, autour de l'axe vertical du tourillon, l'appareil des deux miroirs, jusqu'à ce qu'on voie les deux images réfléchies de la fente S. On leur donne un écartement de un millimètre. On regarde, en changeant un peu la position de l'œil, si les images réfléchies se trouvent parallèles à la fente S placée verticale autant que possible; si elles ne le sont pas, on les rend parallèles en faisant basculer l'appareil avec un bouton situé au-dessous des glaces. On abaisse le diaphragme de manière à masquer les rayons émis directement par la fente.

On replace la loupe d'observation, on doit alors apercevoir les franges d'interférences; on les distinguera des franges de diffraction qu'on observe toujours, en ce que ces dernières ne sont pas équidistantes; si les premières ne s'y trouvent pas, on finit de régler l'appareil avec de faibles mouvements, soit en faisant basculer l'appareil, soit en modifiant l'angle des miroirs. L'œil ne doit pas quitter la loupe pendant cette opération.

Une fois les franges obtenues, on les améliore en agissant très légèrement sur les vis FF', mais le plus souvent en diminuant la largeur de la fente placée en S.

On donne aux franges l'écartement voulu en agissant sur la vis H.

Si le phénomène n'est pas symétrique par rapport aux franges de diffraction, on fait mouvoir avec beaucoup de précaution la vis C.

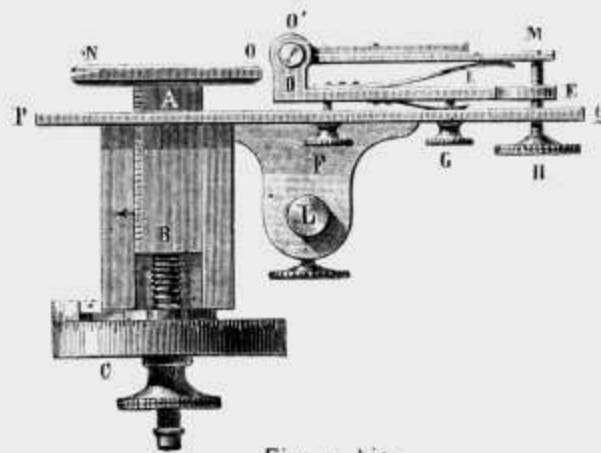


Fig. 4 bis.

On remarquera que la frange centrale est blanche

Les miroirs sont disposés de manière à répéter les expériences de Fizeau et de Foucault sur les retards apportés par le déplacement d'un des miroirs qui se meut perpendiculairement à la surface de réflexion.

Ce déplacement se mesure par un tambour C gradué en 100 parties, la vis d'un filet d'un demi-millimètre donne le $\frac{1}{200}$ de millimètre.

L'appareil des deux miroirs de Fresnel sert à mesurer le rapport des longueurs d'onde en observant avec l'oculaire micrométrique et des verres colorés et en déplaçant le réticule, avec la vis micrométrique.

On vérifie que les franges sont équidistantes et d'écartement proportionnel à la longueur d'onde.

Franges des miroirs de Fresnel avec la lumière blanche et la lumière monochromatique.

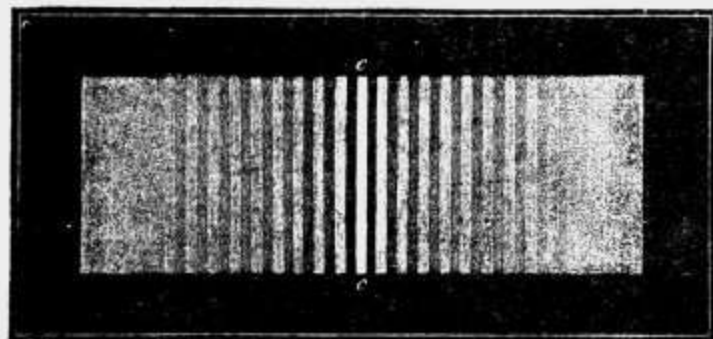


Fig. 5.

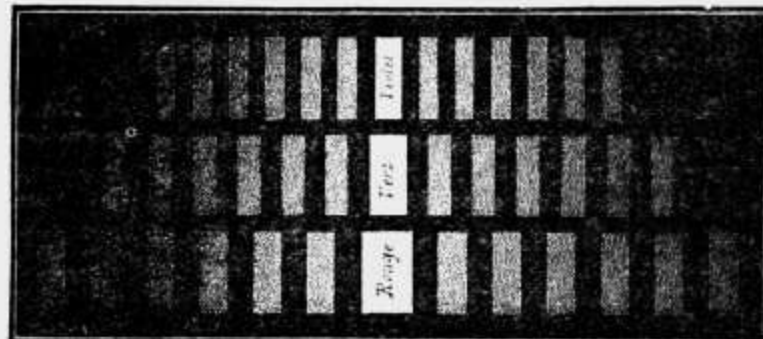


Fig. 6.

On obtient la même vérification sans toucher au réticule du micromètre et en faisant passer sur ce réticule un même nombre de franges à l'aide de la vis C.

Le tambour divisé indique la quantité dont on a avancé le miroir dans chaque expérience.

On peut projeter cette expérience, en se servant de la lumière solaire, ou de la lumière électrique, mais on doit toujours commencer par l'observation directe.

Œuvres complètes de Fresnel, tome I, page 150.

EXPÉRIENCE DE LLOYD

Un seul miroir

Cette expérience consiste à faire interférer les rayons émis directement par la fente et par l'image de la fente, obtenue par un seul miroir.

Le miroir supporté par une fiche, peut tourner autour de ses arêtes. On amène la fiche, placée dans le porte-fiche à vis tangente, perpendiculaire à l'axe du banc, et le miroir sensiblement parallèle à l'axe de ce banc.

L'ensemble se trouve environ à 50 cent. de la loupe d'observation.

On rend les images directe et réfléchie parallèles au moyen de la vis tangente du porte-fiche.

(Elles doivent rester parallèles pour toutes les positions relatives du miroir autour de son axe.)

On donne aux images une distance de 1 mm. environ.

On doit à ce moment voir apparaître les franges.

L'ensemble du phénomène est la moitié de celui des deux miroirs, par rapport à un plan parallèle aux franges et passant par l'axe du banc.

Le phénomène n'est donc pas symétrique par rapport aux franges de diffraction.

On remarquera que la frange centrale est noire, contrairement à ce qui se passe dans l'expérience des deux miroirs de Fresnel, ce qui tient à ce qu'un seul des deux faisceaux a éprouvé la réflexion et démontre le retard d'une demi-longueur d'onde produite par cette réflexion.

Cette frange centrale est toujours un peu confondue avec les franges de diffraction, l'expérience n'est pas très concluante; on obtient une démonstration tout à fait complète du phénomène au moyen de l'appareil des trois miroirs de Fresnel (modèle de M. Mascart).

Œuvres de Fresnel, tome I, page 703, Journal de Physique, t. VII, 1888.

EXPÉRIENCE DES DEUX FENTES DE YOUNG

La fiche portant trois barreaux et formant deux fentes égales et parallèles est placée à la même distance que dans l'expérience précédente, sur le porte-fiche O.

On rend les fentes parallèles à la fente lumineuse; on obtient immédiatement les franges de diffraction au milieu desquelles se trouvent les franges d'interférences.

Cette fiche porte un support à glissière, dans lequel est une lame de glace parallèle d'un millimètre environ.

Avec un indice moyen de 1,50 cette glace produirait environ, sur un des faisceaux un retard de 850 longueurs d'onde pour le jaune moyen.

Maison Jules DUBOSCQ, 21, rue de l'Odéon, Paris

Ce support permet d'amener la glace seulement sur l'une des fentes ou sur les deux ; dans le premier cas, le phénomène disparaît, dans le second cas tout se passe comme si la lame n'existait pas.

Une autre fiche également à deux ouvertures, porte deux tiges permettant de faire basculer soit une partie pleine, soit un mica d'une épaisseur d'environ $\frac{4 \text{ à } 5}{1000}$ de millimètre (4 à 5 microns).

Lorsqu'on fait tourner la première tige, les franges disparaissent au point recouvert par la partie pleine ; lorsqu'on fait tourner la seconde, le centre du phénomène est déplacé dans le sens du mica de 4 à 5 largeurs de franges.

On constate que ce déplacement est sensiblement en raison inverse de la longueur d'onde.

On emploie avec avantage la lentille à double courbure de *Soleil* pour l'observation du phénomène.

Arago et Fresnel, Œuvres de Fresnel, tome I, page 123.

Si on possède le banc à cinq patins, on donnera à ces phénomènes des deux fentes un éclat infiniment plus grand, en plaçant, en avant ou après les fentes, la lentille sphérique de 20 centimètres et en observant dans le plan focal conjugué de la fente.

BIPRISME DE FRESNEL

Le biprisme de *Fresnel* se compose d'une glace taillée en prisme très obtus, $17^{\circ}38'$; il est monté dans une fiche et se place dans le porte-fiche d'expérience, en O.

La distance du biprisme à la loupe d'observation est de 0,50 centimètres environ.

Après avoir amené la surface du biprisme à être perpendiculaire à l'axe du banc, on rend à l'œil l'arête du biprisme parallèle à la fente, puis plaçant l'œil à la loupe on agit sur la vis tangente du porte-fiche jusqu'à ce que l'arête soit parfaitement parallèle à la fente, à ce moment les franges apparaissent bien nettes au milieu des franges de diffraction.

On améliore les franges en modifiant la largeur de la fente.

On agrandit la distance des franges en éloignant le support du biprisme de la loupe d'observation.

Mêmes expériences qu'avec les miroirs de *Fresnel* pour les longueurs d'onde.

Cette expérience se projette très facilement à la lumière électrique et parfaitement à la lumière solaire.

DIFFRACTION PAR LES BORDS D'UN ÉCRAN

La fiche, pour cette expérience, porte une ouverture rectangulaire, masquée sur un côté par une plaque d'acier taillée en biseau, formant écran, elle se place sur le support O à 10 ou 20 centimètres de la loupe.

Avec les précautions de réglage indiquées précédemment, on aperçoit immédiatement les franges de diffraction.

Ces franges ne sont plus équidistantes, et en mesurant leur largeur à des distances différentes de l'écran, on constate que leur trajectoire est hyperbolique et qu'elles semblent partir du bord même de l'écran.

La nature et la forme du bord de l'écran n'ont aucune influence sur les franges ; on le démontre avec un écran dont une partie est à angle vif et l'autre arrondie. — Les franges restent droites.

Œuvres complètes de Fresnel, tome I, page 173.

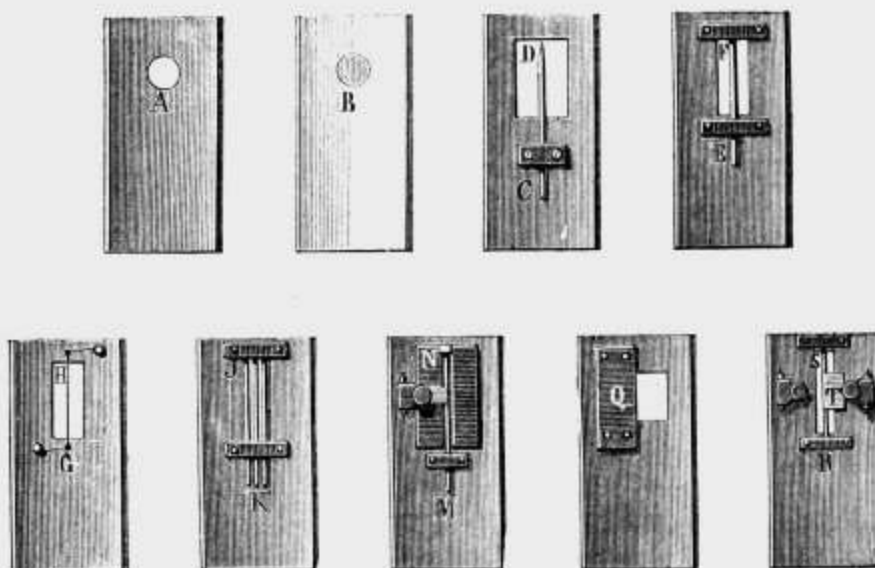


Fig. 7.

DIFFRACTION PAR UNE TIGE

Fils et tiges de différentes grosseurs

Le réglage est identique au précédent.

Les franges sont de deux sortes, les franges intérieures et les franges extérieures, les premières ressemblent beaucoup aux franges d'interférences des deux miroirs, elles sont fines et sensiblement équidistantes.

Les secondes ressemblent aux franges de diffraction par le bord d'un écran ; les unes et les autres dépendent d'ailleurs de la grosseur des fils ou des tiges.

On emploie des tiges à pointe pour varier l'expérience.

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

DIFFRACTION PAR UNE OUVERTURE

La fiche destinée à cette expérience est une fente à ouverture variable avec vis micrométrique et tambour divisé. — On la place comme précédemment.

On vérifie les relations démontrées par **Fresnel** entre la largeur des franges, la largeur de l'ouverture et la distance des trois supports.

(Œuvres complètes de Fresnel, tome 1, page 343.)

Si on a le banc à cinq patins, on place immédiatement après la fente variable une lentille cylindrique réglée parallèlement à la fente de la source de lumière, ou la lentille de 20 centimètres, et on observe avec la loupe à l'endroit où serait donnée l'image réelle de la fente lumineuse si la fente variable n'existait pas.

Les franges intérieures deviennent rigoureusement équidistantes, si l'ouverture n'est pas trop large.

Expérience de Fresnel pour la mesure des longueurs d'onde, tome 1, page 300.

DIFFRACTION PAR UN MIROIR ÉTROIT

Cette fiche porte sur un axe vertical un petit miroir étroit à bords parallèles.

La lumière de la fente réfléchi sur ce miroir jouit des mêmes propriétés que si elle avait traversé une ouverture de même largeur et semblablement inclinée.

Pour faire l'expérience, on excentre le support O comme dans l'expérience des deux miroirs et on observe à la loupe l'image réfléchi.

(Œuvres complètes de Fresnel, tome 1, page 300.)

RESEAU (**Fraunhofer**)

Le réseau tracé au diamant sur une glace, est au 1/50 de millimètre, il est monté dans une fiche.

On le place sur le porte-fiche O, bien au milieu du banc, normalement à ce banc et les traits bien parallèles à la fente; dans cette position les spectres ont leur maximum de netteté.

Si on éclaire la fente avec une source monochromatique et qu'on observe avec l'oculaire micrométrique, on voit de part et d'autre de l'image directe, des images diffractées de la fente.

On constate que ces images sont équidistantes et que leur distance est proportionnelle aux longueurs d'onde.

C'est le procédé de mesure le plus précis de ces constantes.

On peut même obtenir une mesure absolue en déterminant sur la règle divisée du banc la distance du réseau au micromètre et appliquant la formule

$$\lambda = \frac{d}{D N}$$

dans laquelle

- d distance de deux images consécutives
- D distance du réseau au micromètre
- N nombre de traits du réseau dans un millimètre.

Si on a le banc à cinq patins, le phénomène est amélioré par l'emploi d'une lentille de 20 centimètres placée immédiatement après le réseau et observé avec le micromètre dans le plan focal conjugué de la fente par rapport à la lentille.

Propriété du minimum de déviation du réseau.

M. Mascart, Annales de l'École Normale, tome 1.

Le réseau étant placé dans son porte-fiche, on lui fait subir une rotation autour de l'axe vertical, on suit dans le micromètre le déplacement d'une des images ou d'une raie solaire; on constate qu'il existe un minimum de déviation.

Ce minimum a lieu lorsque l'angle d'incidence et l'angle de diffraction sont égaux.

APPAREIL DE DÉMONSTRATION POUR LA MESURE DES LONGUEURS D'ONDE

Cet appareil se compose de deux fentes parallèles et à distance variable, montées sur une fiche que l'on met sur le support S à la place de la fente qui a servi pour toutes les expériences précédentes.

Le réseau monté dans sa fiche est mis à la place de la loupe d'observation à l'autre extrémité du banc.

On éclaire les deux fentes à l'aide d'une lumière monochromatique (bougie avec grain de chlorure de sodium.)

Deux demi-cercles permettent de recouvrir les moitiés inférieure et supérieure des deux fentes.

Si on regarde à travers le réseau, on aperçoit simultanément plusieurs images de chacune des fentes, l'expérience consiste à amener en coïncidence deux images provenant de l'une et l'autre fente, en donnant à ces fentes une distance convenable en les déplaçant dans leur glissière.

Maison Jules DUBOSCQ, 21, rue de l'Odéon, Paris

Supposons la coïncidence établie entre la $n^{\text{ième}}$ image droite de l'une des fentes et la $m^{\text{ième}}$ image gauche de l'autre fente.

La distance de cette $n^{\text{ième}}$ image à la fente correspondante est donnée par la formule

$$d = n \lambda DN$$

de même pour l'autre

$$d' = m \lambda DN$$

appelons δ la distance des deux fentes lue sur la graduation de l'appareil.

Pour qu'il y ait coïncidence on doit avoir

$$d + d' = \delta$$

$$\text{d'où } \lambda = \frac{\delta}{DN(n+m)}$$

EXPÉRIENCES AVEC TROUS, ÉCRANS CIRCULAIRES, ETC., ETC.

On remplace la fente du support S par la fiche à trou, on prend le trou le plus fin de la collection.

EXPÉRIENCE D'INTERFÉRENCES DE YOUNG AU MOYEN DE DEUX TROUS.

Cette expérience ne réussit bien qu'avec la lumière solaire ou électrique.

On place la fiche à deux trous en O et on la règle de manière à ce qu'elle soit bien dans le cône de lumière émanant du trou.

En observant avec la loupe on aperçoit deux séries de cercles concentriques qui représentent les franges de diffraction, se coupant suivant des bandes parallèles, équidistantes et perpendiculaires à la ligne joignant le centre des deux trous, qui sont les franges d'interférences. La largeur de ces franges est proportionnelle à la longueur d'onde de la lumière employée.

Si on possède le banc à cinq patins, on place en avant ou en arrière de la fiche à deux trous la lentille de 20 centimètres et on observe dans le plan focal conjugué du point éclairé.

Le Phénomène dans ce cas est infiniment plus brillant et on peut l'observer en se servant comme source lumineuse, d'une lampe ou même d'une bougie.

On peut répéter avec cet appareil l'expérience, déjà décrite, du déplacement des franges par l'interposition d'un mica sur l'un des faisceaux.

DIFFRACTION PAR UN TROU.

On met en S le trou éclairant, en O le trou d'observation, en M la loupe.

On aperçoit des cercles concentriques de diffraction, qui peuvent avoir un centre blanc, noir ou coloré suivant les distances relatives des trois supports.

Si on a le banc à cinq patins, on se sert de la lentille de 20 centimètres et on répète l'expérience célèbre d'Arago de la vision d'une étoile dans une lunette.

On constate que les dimensions des cercles dépendent de la grandeur des trous des pièces d'observation; qu'ils sont d'autant plus grands que le trou d'observation est plus petit, et indépendants du diamètre du trou éclairé.

DIFFRACTION PAR LES ÉCRANS OPAQUES.

Expérience de Poisson et Arago.

Les fiches qui servent à faire cette expérience portent une plaque de glace, sur laquelle est collé un disque opaque.

On trouve dans la collection des écrans de diamètre différent $1/2$ m/m, 1 m/m, 1 m/m $1/2$.

On place la fiche en O, on constate en observant à la loupe, que le centre de l'ombre géométrique est aussi lumineux que si le disque n'existait pas, et cela quelle que soit la longueur d'onde et à toutes les distances de l'écran.

(Œuvres complètes de Fresnel, tome 1 page 369.)

4 Compensateur de Billet monté sur colonne à hauteur variable et pied à vis calantes. 150 fr.

Cet appareil sert à produire entre deux faisceaux provenant d'une même fente et amenés à former deux images réelles de cette fente, des retards variables.

Il se compose d'une glace fixe, et d'un système de deux prismes de même angle, superposés, de manière que leur ensemble fasse une lame à faces parallèles; l'un est fixe et l'autre, mobile, glisse sur le premier.

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

Suivant les positions relatives des deux prismes que détermine une graduation avec vernier, la lame parallèle qu'ils forment, a des épaisseurs variables.

Lorsque l'appareil est à son zéro, l'épaisseur des deux lames parallèles est identiquement la même.

On s'arrange de façon que les images réelles de la fente se produisent à l'intérieur des deux glaces parallèles.

Cet appareil peut se placer sur un support du banc à cinq patins.

Pour étalonner l'appareil, on produit un phénomène d'interférences donnant lieu à deux images réelles parallèles, biprisme avec lentille, demi-lentilles de Billet.

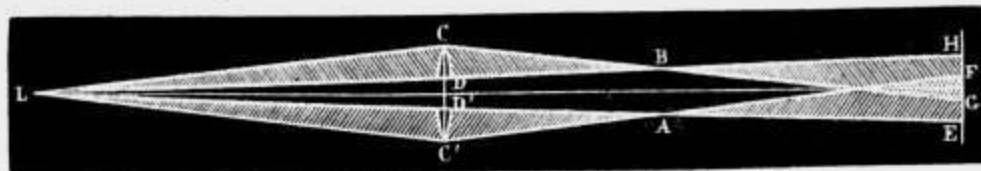


Fig. 8.

Physique Jamin-Bouty, Gauthiers-Villars, éditeur.

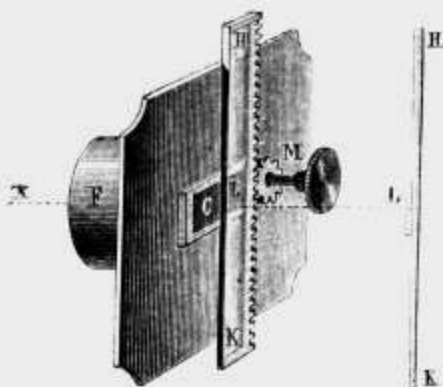


Fig. 9.

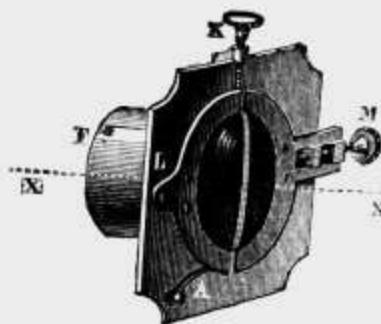


Fig. 10.

On observe avec le micromètre de Fresnel, et on amène en coïncidence le réticule du micromètre avec une des franges, en agissant sur le pignon M on fait passer un nombre n de franges.

Soit l le déplacement du prisme mobile, la valeur en franges d'un déplacement égal à l'unité de la graduation est

$$\frac{l}{n}$$

pour la longueur d'onde de la lumière employée.

5 Demi-lentilles de Billet, montées sur colonne à hauteur variable et pied à vis calantes. **130 fr.**

6 Porte-fiche à vis tangente (Fig. 3) pour le réglage des demi-lentilles. n° 5 **75 fr.**

Cet appareil n° 5 sert à obtenir deux images réelles d'une même fente.

Il se compose des deux moitiés d'une même lentille, coupée par un plan normal à la surface et passant par le centre.

Ces demi-lentilles sont montées de manière qu'on peut écarter leur centre optique, par un mouvement de glissière sur l'une d'elles au moyen d'une vis M, tout en maintenant les deux images de la fente parallèles, et de telle sorte que les deux images d'un même point de cette fente soient sur une même perpendiculaire au système des deux images, ce qui s'obtient par la rotation autour de l'axe L au moyen de la vis K.

Réglage. — Pour régler cet appareil on le place en O (Fig. 1) dans le porte-fiche à vis tangente.

On rend les images parallèles entre elles et à la fente et les extrémités supérieures de ces images sur une même perpendiculaire aux deux images.

Avec un écran on cherche la position des images réelles, puis, éloignant l'écran de la lentille, on détermine entre quelles limites les deux faisceaux ont une partie commune, c'est dans cet espace que se trouvent les franges d'interférences.

La largeur de ces franges est en raison inverse de la distance des images réelles.

Si on veut déplacer les franges d'interférences, soit par l'interposition de mica, soit à l'aide du compensateur, il convient de disposer ces appareils sur les images réelles.

MM. Macé de Lépinay et Pérot ont montré qu'il existe une position relative des différentes pièces, fente, demi-lentilles de Billet, lentille d'observation, qui donne toujours un système de franges achromatiques. Cette position est variable suivant la dispersion de la matière employée pour les demi-lentilles, mais le plus simple est de placer la fente au double de la distance focale des demi-lentilles et la loupe un peu au-delà du double de la distance focale. Avec un peu de tâtonnement, on a dans ces conditions un système de franges achromatiques. C'est-à-dire que ces franges présentent l'aspect de franges en lumière simple.

7 Appareil des trois miroirs de Fresnel, modèle de M.

Mascart..... **350 fr.**

Les miroirs extrêmes MM' (Fig. 11) sont fixés à des bras mobiles qui tournent autour d'un axe vertical sur une plate-forme divisée; ils peuvent glisser dans des coulisses qui permettent de les rapprocher de l'axe.

Le miroir intermédiaire N est monté sur la plate-forme et commandé par une vis micrométrique qui le déplace parallèlement à lui-même; une vis de rappel permet de le faire basculer autour d'un axe vertical.

On met d'abord les miroirs MM' dans le plan du miroir N en faisant basculer ce dernier de manière qu'il soit parallèle à l'intersection des deux autres; on tourne ensuite les deux premiers

d'angles arbitraires ω et ω' et l'on vise une fente. On oriente la fente et l'on achève le réglage de façon que les images de la fente vues sur les miroirs N et M' soient exactement parallèles et à la même hauteur. Pour placer ces images à la distance convenable, on fait tourner l'ensemble des trois miroirs par la plate-forme elle-même; l'image de double réflexion reste immobile pendant cette opération, puisque la rotation $2(\omega' + \omega)$ du rayon ne dépend que de l'angle des miroirs extrêmes, et l'autre se déplace. On fait en sorte que l'œil placé dans le plan d'observation voie en même temps les deux images sous un angle d'une dizaine de minutes, ce qui correspond à peu près à 3 m/m à la distance de 1 mètre et les franges auront une largeur de $0 \text{ m/m} 015$. On vise alors à la loupe le champ éclairé par le faisceau commun et, si les franges n'existent pas, il suffira de faire avancer lentement le miroir N par la vis micrométrique pour les voir apparaître.

L'emploi des trois miroirs présente un avantage particulier, c'est que les images sont symétriques, de sorte que la frange centrale a exactement la même position pour tous les groupes de points correspondants deux à deux.

On peut ainsi obtenir un phénomène très pur avec une fente plus large que dans le cas des deux miroirs.

La frange centrale est noire.

Œuvres complètes de Fresnel, tome 1, page 703. (Journal de Physique, tome VII, année 1888).

8 Appareil des deux miroirs plan et concave de M. Gouy.....

220 fr.

9 Le même, disposé pour recevoir les miroirs plans de Fresnel, et les miroirs concave et plan de M. Gouy (Fig. 12).....

320 fr.

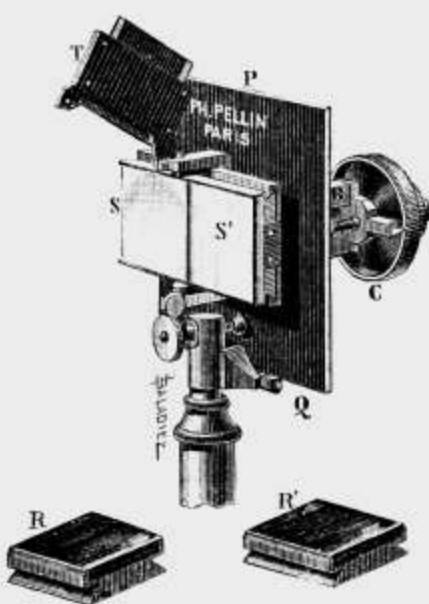


Fig. 12.

L'appareil dans son ensemble est semblable au modèle actuel des miroirs de Fresnel avec tous ses mouvements de réglage. Une disposition particulière permet de substituer aux miroirs noirs de Fresnel, les miroirs plan et concave argentés à leur surface. Le diaphragme qui est nécessaire dans l'expérience de Fresnel se relève ainsi que l'indique la Fig. 12, car avec ces miroirs on agit normalement au faisceau lumineux incident et on vient observer le phénomène à côté de la fente qui sert de passage à la lumière.

Réglage de l'appareil. — 1° S'assurer que la source de lumière (lumière oxydrique au moins) concentrée sur une fente ouverte en grand, tombe bien exactement sur les deux miroirs.

2° Mettre les miroirs sur le même plan au moyen de la vis micrométrique, c'est-à-dire le bord tangent du miroir concave sur le même plan que le plan du miroir plan.

3° Amener le foyer du miroir concave, au moyen de la vis à bascule, à être exactement sur le bord extérieur du faisceau réfléchi par le miroir plan. Ce qu'on observe au moyen d'une feuille de papier placée au foyer du miroir.

4° Rétrécir la fente et la limiter dans le sens de la hauteur de manière à n'en prendre qu'un demi-millimètre.

5° Placer l'œil à l'endroit où les deux points lumineux qu'on voit simultanément dans les deux miroirs sont au même niveau.

6° Observer avec un oculaire simple, faire avancer ou reculer le miroir plan d'une fraction de tour, obtenir les franges qui sont courbes.

Observer alors avec un microscope grossissant au plus 25 fois.

La fente peut avoir une direction quelconque, seulement les franges courbes ont la direction de la fente.

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

Cet appareil a pour but de faire interférer deux faisceaux lumineux, issus d'une même source, dont l'un a passé par un foyer réel. On constate que, au lieu des franges ordinaires à centre blanc, il se produit des franges à **centre noir**, de colorations complémentaires. L'expérience montre donc que le passage des rayons par un foyer réel produit les mêmes effets qu'un **changement de signe** de la vitesse vibratoire.

La théorie établie par M. Gouy, montre en effet que, au voisinage du foyer, le mouvement lumineux se propage avec une vitesse plus grande que la valeur normale, d'où résulte une avance d'une demi-longueur d'onde pour le rayon qui passe par le foyer.

On peut aussi produire, au lieu d'un foyer, **une ligne focale**; l'avance n'est plus que d'un quart de longueur d'onde, et les franges présentent une dissymétrie particulière.

Académie des Sciences, 16 juin 1891. — *Mémoire de M. Gouy, Annales de Chimie et Physique*, 6^e série, tome XXIV, octobre 1891.

10 Biprisme de Fresnel (Fig. 13), monté dans une fiche, voir page 7 **35 fr.**

11 Biprisme de M. Mascart monté dans une fiche, voir page, 16 **35 fr.**

12 Biprisme lenticulaire de M. Meslin **40 fr.**

Le biprisme de Fresnel permet d'obtenir facilement les franges d'interférences, mais les deux images de l'ouverture sont virtuelles et les deux faisceaux ne sont pas séparés l'un de l'autre, si bien qu'on ne peut interposer facilement une lame mince produisant un retard sur un seul des deux faisceaux.

Cette dernière difficulté n'existe pas avec les demi-lentilles de Billet, car les images y sont réelles, mais le réglage en est un

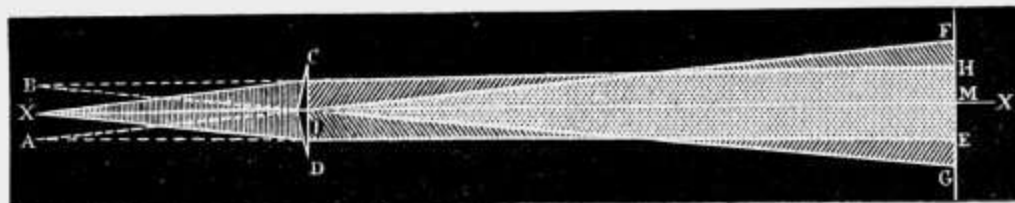


Fig. 13.

peu délicat. Le réglage du biprisme lenticulaire de M. Meslin est des plus simples et les *deux images sont réelles*, il se compose d'un biprisme (1) à angle rentrant sur la face plane duquel est collée une lentille plan convexe qui a pour but de donner deux images réelles et en même temps d'amener les deux faisceaux à avoir une partie commune.

Le seul réglage consiste à amener l'arête du biprisme parallèle à la fente et cette orientation peut se faire à la main.

Il est particulièrement commode de prendre les deux positions suivantes : S étant la source, B le biprisme, PP' les images réelles.

1^o S B égal au double de la distance focale, soit 40 cent., images très écartées, franges très fines ; on peut les grossir en mettant une lentille de 33 cent. entre S et B, plus on l'approche de B, plus les franges s'élargissent.

2^o S B égal à 1^m20 images rapprochées, franges larges, on peut les montrer sur l'écran en les élargissant encore à l'aide d'une lentille de 33 cent. placée entre S B, d'abord près de B ; en l'éloignant les franges s'élargissent jusqu'à se déformer.

Pour projeter on prendra la deuxième disposition ; mettre la lentille projetante (lentille à double courbure de *Soleil père*) à 50 cent. ou 0,75 environ et l'écran au delà.

Pour projeter le retard dû à l'interposition d'une lame mince, mettre le biprisme B à 0,90 ou 1 mètre de S, la lentille de projection à 0,75 ; on placera enfin dans le plan des images réelles le compensateur Billet sur le bouton duquel on agira pour voir les franges se transporter d'un côté ou de l'autre.

13 Appareil à franges semi-circulaires de M. Meslin **50 fr.**

Dans cet appareil composé d'une demi-lentille de Billet juxtaposée à une lame plane de même épaisseur que la demi-lentille, on fait interférer deux rayons provenant de deux points SS' situés dans le sens de la propagation de la lumière, l'un S venant du petit trou (1/20 de mm), qui sert de passage à la lumière et l'autre S' du foyer conjugué du petit trou par rapport à la demi-lentille.

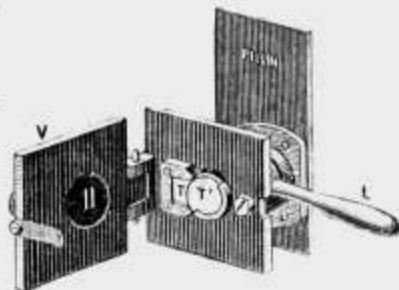


Fig. 14.

Les franges semi-circulaires apparaissent sous forme d'un arc-en-ciel dans le champ commun, situé du côté de la demi-lentille.

Comme source de lumière, il faut au moins la lumière électrique.

Comptes rendus Académie des Sciences, 6 et 20 fév., 13 mars 1893.

Journal de Physique, mai 1893, 3^e Série, Tome II.

14 Fiche pour les expériences de Fresnel et Arago sur les interférences de la lumière polarisée. *Modèle de M. Le Roux* (Fig. 14) **70 fr.**

(1) MASCART, *Traité d'optique*, Tome I, page 190.

Cette fiche porte deux lames de quartz parallèles de 1 m/m que l'on place sur les images réelles des demi-lentilles de Billet ou sur les images réelles du biprisme lenticulaire de M. Meslin.

On peut aussi en fermant le volet V portant deux fentes fines obtenir les interférences en se servant d'une source de lumière limitée par une fente fine (le rayon incident étant polarisé).

Si les deux quartz ont leurs axes parallèles les franges subsistent, mais si on tourne un des quartz avec le levier L, elles disparaissent.

Se place sur les porte-fiches du banc de diffraction.

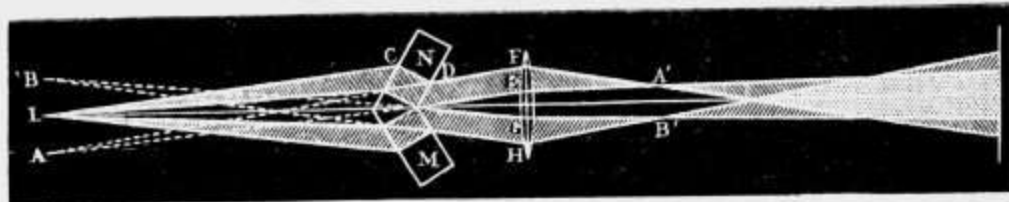


Fig. 15.

15 Miroirs de Fresnel montés sur colonne à hauteur variable et pied à vis calantes pour répéter les expériences de Fizeau et Foucault voir page 3 200 fr.

Miroirs de M. Gouy, voir nos 8, 9.

Appareil des trois miroirs de Fresnel, modèle de M. Mascart, voir n° 7.

16 Oculaire micrométrique de Fresnel, monté sur colonne et pied à vis calantes (Fig. 2)..... 160 fr.

17 Bilames de Fizeau (Fig. 15), ayant 30 m/m $\times$ 35 m/m de côtés, épaisseur 13 m/m. Les deux..... 50 fr.

17bis Montures à vis calantes pour le n° 17..... 50 fr.

18 Parallélépipèdes de M. Mascart, suivant la grandeur..... de 50 à 100 fr.
Dans le modèle dont s'est servi M. Mascart, l'écartement des rayons était de 35 m/m.

19 Supports à vis calantes et à mouvement de rappel à pompe pour régler les parallélépipèdes..... de 50 à 80 fr.

20 Glaces épaisses de Jamin, montées sur supports indépendants à vis calantes et avec mouvements de réglage..... 350 fr.

21 Compensateur de Jamin (Fig. 17) monté sur colonne et pied à vis calantes, mouvement rapide et mouvement lent..... 200 fr.

22 Cuve métallique, à deux compartiments avec robinets, fermée à ses extrémités par des glaces planes et parallèles.

Longueur 0m50..... 130 fr.

Longueur 1 mètre..... 180 fr.

23 La même, avec fermeture par des lames en quartz, en sus..... 60 fr.

Glaces épaisses de Jamin. — Pour régler les glaces épaisses de Jamin fixées sur leurs supports, on procède de la manière suivante :

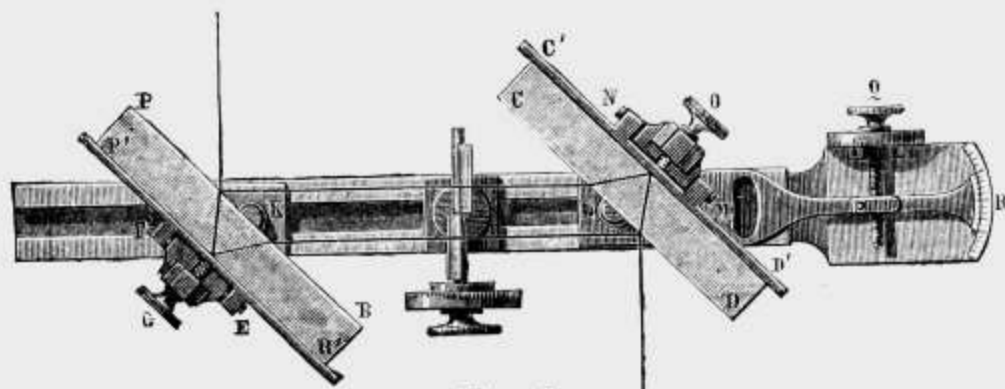


Fig. 16.

Physique Jamin-Bouty, Gauthier-Villars, éditeur

On place ces supports dans leurs crapaudines de manière que les miroirs soient à peu près parallèles.

Au moyen d'un niveau, on rend horizontales les faces supérieures des miroirs; dans ces conditions, il ne reste plus qu'à les rendre parallèles; on y parvient approximativement à l'aide d'un fil, en mesurant d'angle à angle leur distance.

On éclaire, à l'aide d'une source monochromatique d'une faible largeur, les franges apparaissent.

A l'aide de petits mouvements sur les vis calantes d'un des supports ou sur la vis de rotation, on rend les franges horizontales et les maintenant dans cette position, on les élargit le plus possible.

On remplace la source monochromatique par une bougie, il suffit en général de petits mouvements de rotation pour faire apparaître les franges colorées.

On leur donne les dimensions convenables en agissant sur les vis de rotation.

Ces franges se projettent très bien à la lumière électrique.

Si on possède l'appareil (Fig. 16), n° 24 on enlèvera le compensateur et, amenant les glaces au contact on les règle sensiblement parallèles, puis au moyen d'un bouton qui permet de faire basculer l'une des glaces autour d'un axe horizontal et du bouton Q qui donne un mouvement de rotation autour d'un axe vertical on obtiendra, avec la lumière monochromatique, les franges comme il est dit plus haut.

Compensateur Jamin. — Suivant le phénomène qu'on a à mesurer on donne aux deux glaces du compensateur (Fig. 17) un écart variable à l'aide de la vis H. La sensibilité de l'appareil sera d'autant plus grande que l'angle des glaces sera plus petit, puis ensuite sans toucher à cette vis dans la suite de l'expérience on procédera à la graduation du compensateur, comme dans le cas du compensateur Billet, mais en lumière parallèle.

Il convient de bien faire tomber les deux faisceaux interférents au milieu des glaces.

On obtient les franges avec les glaces épaisses, puis on les vise avec une lunette sur le réticule de laquelle on fait passer les franges une à une : généralement il n'y a pas proportionnalité entre le déplacement des franges et la rotation du système des glaces, mesurée par un cercle gradué.

On construit une courbe de correction qui n'est valable que pour la longueur d'onde de la lumière employée.

Il est bon de répéter les mesures en faisant tourner le système des glaces en avant et en arrière.

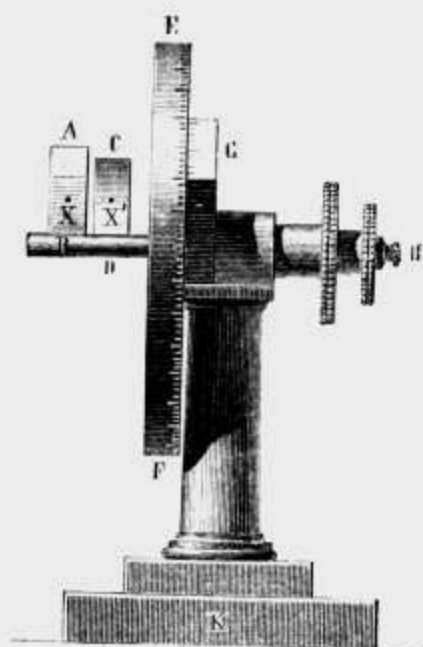


Fig. 17.

24 Réfractomètre interférentiel Jamin, permet de faire interférer deux rayons parallèles peu distants l'un de l'autre et issus d'un même point **780 fr.**

Cet appareil sert à déterminer les indices de réfraction des corps très peu réfringents ou ceux d'un même corps dans des états réfringents très peu différents (Fig. 16).

Cet appareil se compose de deux glaces parallèles épaisses, argentées à la partie postérieure, travaillées dans le même morceau de cristal, placées parallèlement entre elles sous un angle de 45° avec l'axe de l'appareil.

Le rayon lumineux incident traverse une lentille cylindrique, pour en limiter le champ.

Le rayon réfléchi sur la première surface de la glace et celui réfléchi sur la seconde surface après qu'il a été réfracté dans l'intérieur de la glace, cheminant à distance, sont reçus sur la seconde glace, montée sur un support qui possède deux mouvements; on obtient le phénomène des interférences par un léger déplacement comme il est dit plus haut.

Une lunette astronomique permet l'observation des franges. Le compensateur de Jamin, composé de deux lames de glace, parallèles et identiques, permet de faire réapparaître les franges qui ont disparu par l'interposition d'un liquide ou d'un gaz sur le trajet de l'un des rayons et de faire coïncider avec le réticule de la lunette la frange centrale ou toute autre frange servant de repère. Un tambour divisé donne l'angle dont on a fait tourner les deux glaces du compensateur.

25 Le même, monté sur un banc en fonte de 1,80 à vis calantes et avec un double tube de 1 mètre, fermé à ses extrémités par des glaces planes et parallèles **1000 fr.**

Dans ce modèle, les glaces, le tube, le compensateur, sont montés sur des colonnes et patins indépendants qui glissent sur le banc.

26 Réfractomètre interférentiel de M. Mascart, sans le spectroscope. Les rayons séparés sont dans un plan horizontal **1400 fr.**

27 Réfractomètre interférentiel de M. Mascart avec le spectroscope. **1800 fr.**

L'appareil interférentiel à parallélépipèdes de M. Mascart se compose d'un fort banc en fonte de 1m80, monté sur quatre fortes vis calantes.

Sur ce banc glissent cinq patins portant : le premier, une colonne sur laquelle est fixé le collimateur avec son diaphragme. Ce patin a un mouvement de déplacement pour amener l'axe optique du collimateur sur l'arête du premier parallélépipède.

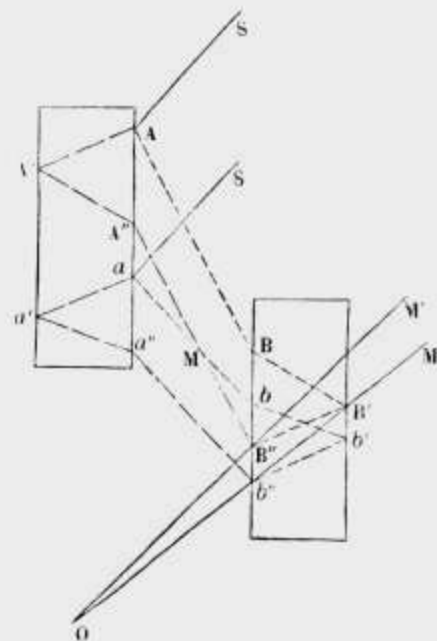


Fig. 18.

Le second patin porte une colonne possédant un mouvement de rotation autour de son axe au moyen d'une vis tangente à pas lent.

Une division indique la rotation. Cette colonne est coiffée par un plateau fixe, sur lequel est

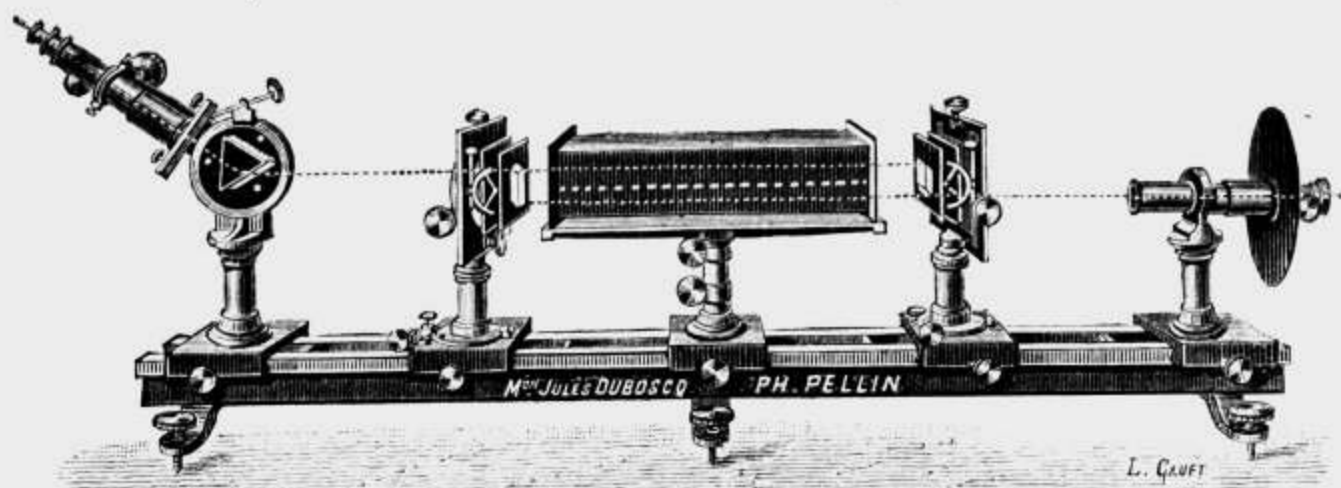


Fig. 19.

placé un second plateau qui possède trois vis de rappel pour dégauchir le parallélépipède qui est placé dessus.

Le centre du parallélépipède coïncide avec celui de la colonne.

Le troisième patin porte la double cuve d'un mètre.

Le quatrième patin a une construction identique à celle du second; il possède, en outre, un mouvement de déplacement parallèle à l'axe optique du collimateur, ce qui permet, lorsque les parallélépipèdes ont une position convenable, de réunir en un seul faisceau le rayon incident qui a été séparé en deux par le premier parallélépipède.

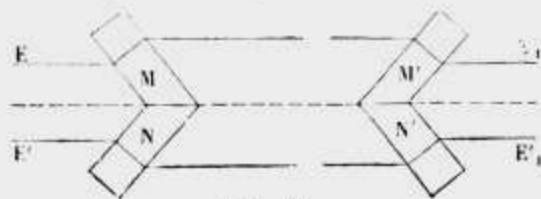


Fig. 20.

Le cinquième porte le spectroscopie, qui a une fente variable en avant de son objectif afin de voir nettement les franges de Talbot. Ce cinquième support a un mouvement de déplacement perpendiculaire à l'axe du banc afin d'amener le faisceau reconstitué sur le prisme mis au minimum de déviation.

Modèle construit pour M. Crova, Faculté de Montpellier. M. Damien, Faculté de Lille.

28 Réfractomètre interférentiel de M. Mascart (Fig. 19). Les rayons séparés sont dans un plan vertical, modèle construit pour M. Bichat (Faculté de Nancy)..... **2500 fr.**

On peut supprimer, aux appareils 24, 25, 26 les glaces épaisses de Jamin les parallélépipèdes de M. Mascart et les remplacer par les bilames de Fizeau n° 17-17^{bis}.

Appareils de Brewster, pour obtenir les interférences par l'action des lames épaisses.

29 Par Réfraction..... **150 fr.**
Cet appareil peut donner des franges en projection.

30 Par réflexion (on observe les franges)..... **35 fr.**

31 Spectroscopie spécial de M. Mascart (Fig. 21)..... **450 fr.**

32 Supports et cristaux à monter sur le n° 231 pour répéter les expériences de M. Mascart sur la diffraction et les interférences dans la lumière polarisée. **250 fr.**

Ces supports, placés sur le n° 31, sont destinés à recevoir toutes les fiches du banc de diffraction n°s 1-2.

Biprisme Fresnel ; — biprisme M. Mascart ; — miroirs de Fresnel, etc.

Ce spectroscopie S est disposé pour répéter les expériences d'interférences en lumière parallèle.

Son plateau a 30 centimètres de diamètre. L'axe des lunettes, collimatrice G et d'observation L, est à 7 centimètres au-dessus du plateau ; elles sont montées à tourillon et chacune sur un bras mobile autour de l'axe vertical du spectroscopie, elles peuvent donc s'orienter dans toutes les directions.

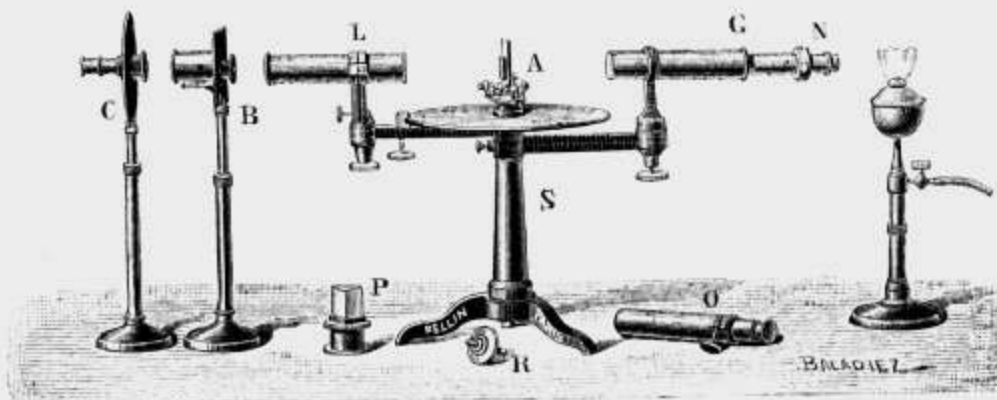


Fig. 21.

La lunette d'observation est à double tirage, de plus, un support spécial C peut recevoir l'oculaire dévissé de la lunette, ou l'oculaire avec analyseur.

Le collimateur porte, en avant de la fente, une bague destinée à recevoir un nicol polariseur.

En A se place un support réglable, qui reçoit les différentes fiches du banc de diffraction et notamment le biprisme de M. Mascart.

Un support B porte les différents cristaux qu'on interposera sur le trajet des faisceaux lumineux.

R est un tourillon destiné à recevoir les miroirs de Fresnel.

Ce modèle est très commode pour l'observation des réseaux plans métalliques.

BIPRISME DE M. MASCART

Ce biprisme se compose de deux prismes d'angle très faible, accolés par leur petite base.

Il se place au centre sur la plate-forme du spectroscope, dans un porte-fiche spécial A, qui permet de rendre son plan perpendiculaire au faisceau parallèle sortant du collimateur et son arête parallèle à la fente.

Les images réelles de la fente se font dans le plan focal principal de l'objectif de la lunette; c'est dans ce plan que l'on placera sur un support B, les glaces ou cristaux servant aux expériences.

Les deux faisceaux ont une partie commune située au delà des images réelles, et c'est là que l'on doit chercher les franges et les observer avec l'oculaire dévissé de sa lunette et mis sur un support spécial C.

On peut améliorer les franges en diaphragmant le biprisme à l'aide d'un écran percé d'une ouverture rectangulaire.

EXPÉRIENCES

1° Déplacement des franges par une lame de mica

On interpose sur un des faisceaux en B au plan focal principal de l'objectif, un mica de 4 ou 5 microns, les franges sont déplacées du côté du mica.

2° Interposition d'une lame de quartz de $1 \text{ m}/\mu$

Ce cristal est taillé de telle sorte que l'on a juxtaposé deux plages d'égale épaisseur et dont les axes sont rectangulaires.

On place les axes à 45° de part et d'autre de l'horizon.

Si on s'arrange pour que les deux images réelles de la fente se fassent sur une des plages, le phénomène n'est pas modifié; si les deux images tombent séparément sur les lames cristallines, le système du milieu du champ disparaît et il se produit deux systèmes latéraux.

La distance des franges centrales de ces deux systèmes est proportionnelle à l'épaisseur des cristaux employés.

Le déplacement des franges tenant, dans le cas du quartz, à la double réfraction, se trouve infiniment plus faible que dans le premier cas.

Si on répète ces deux expériences en polarisant la lumière, ce qui s'obtient en plaçant un nicol en avant de la fente, les phénomènes ne sont pas modifiés.

Si, de plus, on analyse avec un nicol placé entre les verres de l'oculaire ou un biréfringent adapté en avant de cet oculaire, dans la première expérience on fait apparaître les systèmes latéraux des franges, dans la deuxième expérience on fait apparaître le système central.

La position et l'intensité des franges dépendent de la position relative des nicols.

Il est préférable de croiser les nicols tout en les maintenant à 45° des axes du biquartz.

Si l'analyseur est biréfringent, 2, 4 ou 6 systèmes de franges apparaîtront.

Ces expériences démontrent, d'après Arago et Fresnel (*Œuvres complètes de Fresnel, tome I, page 509*), que la lumière polarisée interfère comme la lumière naturelle.

Deux rayons polarisés à angle droit n'interfèrent pas. Ils interfèrent si provenant d'un même faisceau polarisé, on les ramène ensuite au même plan de polarisation.

3° Interposition d'un mica $\frac{1}{4}$ d'onde, coupé et disposé comme le quartz

C'est la lame polariscopique de Bravais.

D'après les remarques précédentes, en lumière naturelle, on doit avoir deux systèmes de franges, déplacés de part et d'autre de la frange centrale de $\frac{1}{4}$ de largeur de franges; les deux systèmes latéraux seront donc déplacés, l'un par rapport à l'autre de $\frac{1}{2}$ largeur; tout disparaîtra, puisqu'à une partie brillante de l'un des systèmes correspondra une partie sombre de l'autre.

Si on emploie de la lumière polarisée seulement, rien n'est changé au phénomène.

Si la lumière est polarisée et analysée, il reparait un seul système de franges. Pour que ce système soit le plus intense possible, les axes de la bilame étant à 45° de l'horizon, le polariseur sera placé vertical, la position de l'analyseur est indifférente, mais les franges se déplacent lorsqu'on tourne l'analyseur; on intervertit le sens du déplacement des franges sans changer le sens de la rotation de l'analyseur en tournant le polariseur de 90° .

4° Interposition d'un canon de quartz perpendiculaire à l'axe ou d'un liquide à pouvoir rotatoire.

Tout étant disposé comme dans l'expérience précédente (polariseur vertical ou horizontal, bilame avec les axes à 45° de l'horizon, analyseur dans une position quelconque), interposons immédiatement à la suite des micas un canon de quartz perpendiculaire à l'axe, en B, de quelques centimètres d'épaisseur, ou un tube contenant un liquide actif (sucre ou essence de térébenthine), le système de franges restera unique et sera déplacé dans un certain sens ; on changera le sens en tournant le polariseur de 90°.

Le déplacement est proportionnel à l'épaisseur du quartz ou de la colonne liquide.

5° Suppression du mica $\frac{1}{4}$ d'onde.

Tout en conservant le polariseur, l'analyseur et le canon de quartz ou la colonne liquide, supprimons la bilame de mica, il apparaît trois ou six systèmes de franges, suivant que l'analyseur est un nicol ou un prisme biréfringent.

C'est la célèbre expérience d'Arago.
(Œuvres complètes de Fresnel, tome I, page 656.)

EXPÉRIENCES AVEC LE PRISME

LUMIÈRE NATURELLE.

1° Lumière réfléchie par une lame mince et décomposée par un prisme.

L'expérience réussit en faisant réfléchir la lumière soit avant la fente du collimateur, soit à la sortie de l'oculaire.

2° Lumière transmise à travers une lame mince, soit avant la fente, soit immédiatement avant l'œil.

On aura soin de couvrir complètement l'œil avec la lame. Les franges seront noyées dans la lumière générale.

Les lames employées pour ces expériences peuvent avoir des épaisseurs assez grandes (jusqu'à un millimètre). Les franges sont d'autant plus fines que les lames sont plus épaisses. Elles sont analogues aux anneaux de Newton par réflexion et transmission et portent le nom de franges de Wrede.

3° Franges de Talbot. On interpose une lame mince sur la moitié du faisceau qui traverse le prisme du côté de l'angle, soit avant le prisme (sur l'objectif du collimateur), soit après immédiatement (sur l'objectif de la lunette), soit immédiatement avant l'œil (à l'oculaire).

Ces franges se distinguent des franges précédentes en ce qu'ici avec une lame de même épaisseur et de même matière, elles sont de largeur double. Les verres et lames de mica auront au plus un millimètre.

LUMIÈRE POLARISÉE.

Expériences de Fizeau et Foucault.

La lumière étant polarisée et analysée, on introduit avant ou après le prisme, sur le plateau du spectroscopie, une lame cristalline plan parallèle, par exemple un quartz parallèle à l'axe, ou perpendiculaire à l'axe, le spectre se sillonne de bandes.

1° Si la lame cristalline ne jouit pas du pouvoir rotatoire, un quartz parallèle à l'axe par exemple, on doit placer les nicols à 45° de l'horizon et l'axe de la lame horizontal.

Si on tourne un nicol de 90°, on change les parties brillantes des franges en parties obscures.

2° Si la lame est un quartz perpendiculaire à l'axe (on le prendra épais), la position des nicols n'influe pas sur la netteté des franges.

Si on tourne l'un des nicols, les franges se déplacent continuellement d'une largeur de frange pour une rotation de 180°.

C'est le procédé ordinairement employé pour mesurer les pouvoirs rotatoires (Procédé de Broch).

Si l'on possède deux nicols, on montera plus correctement (afin d'éviter la polarisation par le prisme) l'expérience de la manière suivante : on placera avant la fente les deux nicols parallèlement et la lame cristalline entre eux, puis on éclairera par un faisceau parallèle.

Si l'on possède deux canons de quartz de rotation identique ou contraire, leur interposition bout à bout donnera un phénomène qui sera la somme ou la différence des phénomènes ; si entre les deux quartz on interpose une lame demi-onde, le phénomène résultant deviendra la différence ou la somme.

Si les canons sont égaux et de signe contraire, leur interposition simultanée ne donnera pas de franges dans le spectre : mais l'interposition d'une demi-onde donnera un nombre de franges double de ce que donnerait un seul canon de quartz (Expérience de Fizeau.)

Dans ces expériences, même sans nicol, polariseur, les franges apparaissent si le cristal est après le prisme, ce qui tient à ce que le prisme sert de polariseur.

Une rotation du cristal autour d'un axe vertical change le nombre et la disposition des franges ; il est donc très important dans cette expérience de bien placer le canon de quartz parallèlement à l'axe optique des lunettes.

Journal de Physique. Tome I, 1872 ; tome II, 1873.

Ce modèle de Spectroscope est disposé pour recevoir au moyen de supports spéciaux les Bilames de Fizeau et les parallélépipèdes de M. Mascart. Voir nos 17, 18.

Il est aussi particulièrement commode pour l'observation des réseaux du Professeur Rowland. Voir n° 60.

33 Lunettes collimatrice et d'observation de M. Cornu. 500 fr.

Pour répéter toutes les expériences d'interférences et de diffraction en lumière parallèle, interférences des rayons polarisés, franges de Fizeau et Arago.

Ces lunettes sont à rentrant avec coulant divisé, collier de serrage, montées chacune sur un fort support en fonte avec vis calantes.

Diamètre des objectifs 50 millimètres, foyer 50 centimètres, fente variable, nicol à l'oculaire pour l'observation des interférences des rayons polarisés.

Modèle construit pour l'École Polytechnique, Faculté des Sciences de Lille, M. Damien, École de Physique et Chimie, M. Baillie, etc., etc.

34 Support de M. G. Meslin, pour le réglage d'expériences délicates, interférences, étude spectroscopique des protubérances solaires. 390 fr.

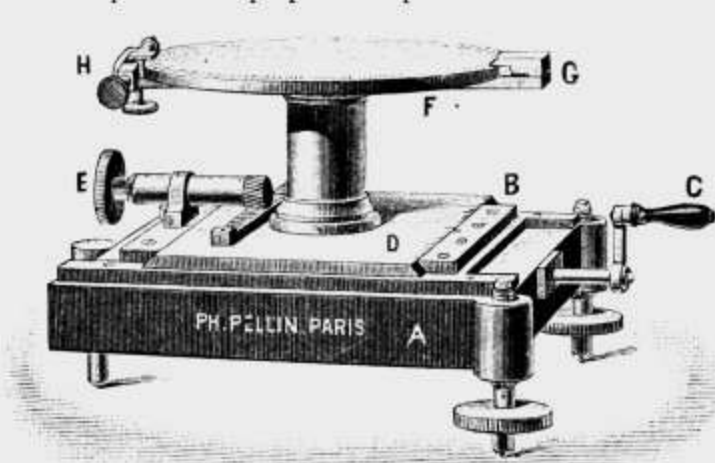


Fig. 22.

Il se compose d'un fort pied carré A (Fig. 22) à vis calantes sur lequel sont montés deux chariots B D à mouvements rectangulaires, le premier B est actionné par une vis de rappel au moyen d'une manivelle C, le second D par un pignon et crémaillère à denture hélicoïdale ; sur ce chariot est fixée une colonne à centre dans lequel tourne un plateau de 20 centimètres de diamètre divisé en demi-degrés avec vernier donnant la minute, il possède un mouvement de rotation rapide et un mouvement lent avec rappel à pompe.

35 Support universel d'optique de M. G. Meslin. 140 fr.

Se place sur les tourillons des colonnes du banc de diffraction. Il se compose d'une plate-

forme carrée portant quatre rainures, dans lesquelles se fixent à volonté deux blocs carrés à bouton de serrage, une pince pour cristaux avec mouvement d'élévation, d'inclinaison et de rotation au moyen de boutons de réglage, une pince spéciale pour recevoir les petites lentilles.

36 Appareil de Wrede pour obtenir des interférences par l'action des lames minces. 45 fr.

L'appareil est disposé de telle sorte que l'on peut faire disparaître le phénomène en mettant un liquide de même réfringence en contact avec la lame de mica qui produit les interférences.

On vise la lame de mica avec un prisme à vision directe. *Académie des Sciences*, 21 décembre 1846.

37 Appareil à tourmalines, de M. Cornu, pour montrer que deux rayons polarisés interfèrent comme la lumière naturelle, lorsque leurs plans de polarisation sont parallèles, et ne donnent plus de franges quand ces plans sont perpendiculaires. Si on observe avec un nicol, les franges existent toujours. — Construit en 1880. 120 fr.

38 Le même, avec mouvement d'excentrique, modèle de M. Le Roux. 140 fr.

Cet appareil n° 37 se compose de deux tourmalines dont les axes sont parallèles et verticaux, fixées sur la base d'un cylindre horizontal disposé sur un support ; l'une des tourmalines est fixe, l'autre mobile au moyen d'un levier.

En avant des tourmalines sur un volet mobile, sont pratiquées deux fentes fines correspondant chacune à une des tourmalines. Pour se servir de l'appareil, on s'assure au moyen d'un nicol ou de tout autre analyseur que les axes des tourmalines sont bien parallèles entre eux, on ferme le volet mobile et on place l'appareil sur le trajet d'un faisceau de lumière parallèle issu d'une fente fine (sur le spectroscope n° 31 ; sur nos divers modèles, entre le collimateur et la lunette d'observation ; entre les lunettes de M. Cornu, n° 33), on obtient immédiatement les franges d'interférences.

On remarque alors, en tournant lentement la tourmaline mobile, que les franges s'affaiblissent et disparaissent et que si on observe avec un nicol, les franges existent toujours.

BANCS D'OPTIQUE DE PRÉCISION ET ACCESSOIRES.

Construction soignée. Grande stabilité.

39 Banc de 1^m20 raboté, calibré, monté sur quatre vis calantes, règle en cuivre divisée en millimètres.

Trois patins à vis de serrage dont un à déplacement perpendiculaire à l'axe du banc au moyen d'un pignon et d'une crémaillère.

Trois colonnes à hauteur variable dont deux à colliers de serrage et une à crémaillère.

Trois porte-fiches dont un à mouvement lent avec vis tangente pour la rotation autour d'un axe horizontal..... **480 fr.**

40 Banc de 1^m80 avec les mêmes accessoires..... **550 fr.**

41 Banc de 1^m80 comme ci-dessus, mais avec cinq patins dont deux à déplacement perpendiculaire à l'axe du banc.

Cinq colonnes à hauteur variable dont deux à crémaillère.

Cinq porte-fiches dont deux à vis tangente pour la rotation lente autour d'un axe horizontal..... **680 fr.**

42 Bancs de 1^m80 et 1^m20 avec cinq patins et accessoires des n^{os} 39, 40..... **980 fr.**

43 Banc de 3 mètres, monté sur pieds à vis calantes, raboté et calibré, avec trois patins..... **325 fr.**

44 Banc de 1^m80 avec trois patins simples..... **275 fr.**

45 Banc de 1^m20 d°..... **190 fr.**

Accessoires

46 Patin ordinaire, calibré, muni d'une pièce de serrage pour le fixer en position..... **25 fr.**

47 Patin calibré comme ci-dessus avec platine à queue d'aronde se déplaçant, au moyen d'un pignon et d'une crémaillère, dans un plan perpendiculaire à l'axe du banc... **50 fr.**

48 Colonne avec rentrant à hauteur variable, avec collier de serrage..... **20 fr.**

49 Colonne d° d° avec pignon et crémaillère..... **35 fr.**

50 Colonne d° d° d° d° et à mouvement de rotation autour de l'axe vertical, au moyen d'un rappel à vis tangente. (Modèle exécuté pour M. B. Brunhes, Faculté des Sciences de Dijon, M. Meslin, Faculté des Sciences de Montpellier..... **85 fr.**

51 Porte-fiche destiné à être placé sur les colonnes ci-dessus et pouvant recevoir les différentes pièces du banc de diffraction avec mouvement de rotation à la main. **40 fr.**

52 Porte-fiche destiné à être placé sur les colonnes ci-dessus et pouvant recevoir les différentes pièces du banc de diffraction avec mouvement de rotation autour d'un axe horizontal parallèle à l'axe du banc, mouvement rapide à la main et mouvement lent au moyen d'une vis tangente (Fig. 3)..... **75 fr.**

RÉSEAUX

53 Deux réseaux rectilignes, tracés au diamant sur glace, au 1/50 de millimètre, montés sur cuivre indépendamment l'un de l'autre, servent pour projeter les spectres et les bandes d'interférences et produire, en les croisant, les spectres brillants des réseaux à mailles carrées..... **50 fr.**

54 Les mêmes, montés sur pied..... **75 fr.**

55 Réseau circulaire, au 1/50 de millimètre monté sur cuivre... de **25 fr. à 50 fr.**

56 Appareil à réseaux de M. Crova, pour les interférences produites par deux réseaux rectilignes superposés et parallèles.

Une vis micrométrique permet d'éloigner ou de rapprocher les réseaux. Deux mouvements rectangulaires, pour faire coïncider les bandes d'interférence. Un mouvement de bascule permet d'introduire une lame de verre entre les réseaux..... **210 fr.**

57 Réseau rectiligne sur glace à 1/200 de millimètre..... de **150 fr. à 200 fr.**

58 Appareil à réseau de M. Meslin, comprenant une fente à mouvement d'orientation, un réseau tracé sur verre, un microscope d'observation..... **250 fr.**

Académie des Sciences, 24 juillet, 21 août, 9 octobre 1893.

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

59 Appareil de Jules Duboscq, pour les interférences produites par des réseaux circulaires superposés. Vis de rappel à angle droit pour centrer les réseaux..... **150 fr.**

60 Réseaux sur métal du Professeur Rowland,
M. Pellin, seul représentant pour la France.

Ces réseaux se font plans ou concaves.

Dimensions.		Nombre de traits.	Rayon de courbure.		Prix.
Millimètres.	Pouces américains.		Mètres.	Pieds américains.	
31.7	1 1/4	15.000	1.523	5	Variable suivant la qualité
50.8	2	23.000	1.8287	6	
61.9	2 7/16	29.000	2.1335	7	
101.6	4	46.000	3.0479	10	
152.4	6	75.000	6.5530	15	

Ces chiffres sont obtenus en prenant pour le pouce 25mm3995 et pour le pied 0,30479448.

Le nombre de traits au pouce est de 14.438 ce qui donne par millimètre environ 568 traits, le chiffre exact est 568,435.

61 Support universel de M. Cornu, pour le réglage et l'étude des anomalies focales des réseaux concaves..... **550 fr.**

Cet appareil, monté sur pied à vis calantes, possède deux mouvements de rotation, rapide et lent, avec rappel à pompe, un horizontal, perpendiculaire au plan du réseau et un vertical, passant par la surface du réseau. Ces deux mouvements sont montés sur de longs centres donnant une stabilité parfaite. La platine porte-réseau est réglable par trois boutons agissant sur tension de ressorts.

(Ecole Polytechnique, 1893).

62 Réseau photographié par la méthode de M. Izarn... de **15 à 20 fr.**
Académie des Sciences, 6 mars, 13 mars 1893.

ANNEAUX DE NEWTON

63 Appareil de Newton pour observer les anneaux colorés par transmission, monté sur socle en acajou..... **45 fr.**

64 Appareil de Newton, monté à fourchette sur colonne à hauteur variable et pied, pour observer les anneaux colorés par réflexion..... **45 fr.**

Cet appareil sert aussi à projeter les anneaux colorés, voir planche de projection *Fascicules I, II.*

65 Appareil à anneaux colorés, disposé pour faire varier parallèlement la distance de la lentille Plan convexe au plan de la glace noire. Une vis micrométrique et tambour divisé, indique l'écartement, d'une construction analogue mais plus simple que celui de la (Fig. 25) (sert aussi pour observation normale et projection)... **200 fr.**



Fig. 23.



66 Appareil d'Herschel, montrant les franges que produit une mince couche d'air, lorsqu'un prisme est en contact avec une surface plane..... **70 fr.**

67 Appareil de M. Mascart, permettant d'observer et de projeter par transmission ou par réflexion les franges d'Herschel..... **150 fr.**

Cet appareil se compose de deux prismes rectangles isocèles dont on peut à volonté rapprocher parallèlement ou sous un angle donné, les deux faces planes hypoténuses.

L'un des prismes est fixe sur sa monture, l'autre mobile au moyen d'une vis micrométrique; on peut ainsi l'amener au contact du premier ou l'en éloigner.

Le second prisme possède en outre un mouvement de bascule et un mouvement de rotation autour d'un axe vertical.

Les franges peuvent se projeter avec la lumière oxhydrique.

Société de Physique, mars 1889.

68 Appareil servant à faire voir simultanément les **anneaux colorés à centre blanc et les anneaux à centre noir**... **100 fr.**

Cet appareil se compose d'un prisme rectangle dont l'hypoténuse est légèrement convexe et d'une plaque composée de deux matières différentes flint et crown. Par l'interposition d'une goutte de liquide ayant un indice de réfraction moyen entre le flint et le crown, on obtient deux systèmes d'anneaux à centre blanc et à centre noir; chaque système occupant la moitié du champ.

Ces anneaux, peuvent se projeter. Voir planche de projections n° 13, *Fascicule I, II*.

L'essence de girofle est le liquide qui permet de réussir l'expérience.

Cet appareil permet d'observer un grand nombre d'anneaux; il se produit une espèce d'achromatisme provenant de ce que le prisme dévie inégalement les différentes couleurs et leur fait traverser la lame sous des incidences différentes: parmi les rayons qui viennent dans l'œil de l'observateur, le bleu a traversé sous une incidence plus grande que le rouge; les anneaux bleus seraient donc relativement plus grands et cette augmentation peut compenser l'agrandissement habituel des anneaux provenant de l'augmentation de la longueur d'onde, lorsqu'on passe du bleu au rouge.

Il y a une position pour laquelle l'achromatisme est particulièrement bien réalisé: au delà les anneaux bleus deviennent plus grands que les rouges et ce désachromatisme produit une nouvelle suite de coloration.

Ces phénomènes sont faciles à observer en visant à plusieurs mètres avec une lunette fortement diaphragmée.

M. Meslin, *Journal de Physique*, août 1892.

69 Le même avec plaque composée de deux matières flint et crown et plaque de Spath; le liquide à employer doit avoir alors un indice moyen entre le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire.

En observant avec un prisme de Nicol on voit successivement les anneaux à centre blanc et les anneaux à centre noir.

70 Appareil pour montrer les anneaux colorés sur les surfaces métalliques. En faisant varier l'angle d'incidence et l'angle de réflexion, on voit soit les anneaux à centre blanc, soit les anneaux à centre noir. 200 fr.

Le support des anneaux colorés est monté fixe au centre d'un arc de cercle, les deux lunettes, celle qui sert d'éclaireur et celle qui sert à l'observation, se meuvent solidairement au moyen d'un parallélogramme, de manière que l'angle d'incidence et l'angle de réflexion soient constamment égaux par rapport au plan des anneaux.

On observe au moyen d'un Nicol.

71 Miroir concave avec diaphragme pour produire les anneaux colorés des lames épaisses. Planche de projection n° 11, *Fascicules I, II*. 70 fr.

Pour faire l'expérience, on place sur le condenseur des lanternes donnant des rayons parallèles ou sur le porte-lumière, un diaphragme dont la face est recouverte de papier blanc, ce diaphragme porte une ouverture de 8 m/m; on dispose normalement au faisceau lumineux, le miroir concave, on le met à un mètre environ du diaphragme de manière à ce que l'image de l'ouverture se superpose à l'ouverture elle-même; puis on souffle sur le miroir; il se produit de la buée à la surface du miroir, à ce moment on voit les anneaux colorés sur le diaphragme blanc.

72 Eriomètre de Young, monté sur une règle divisée, permettant de mesurer la grosseur des fils des tissus. 70 fr.

72bis Le même, avec règle divisée sur métal. 90 fr.

73 Petit appareil pour la projection des halos se place sur le trajet du faisceau de lumière, produisant l'image d'un disque circulaire (Diaphragme à trous n° 83 et lentille de projection de 30 centimètres de distance focale. *Fascicule I, II*. 5 fr.

74 Cuve à alun, avec support, pour montrer en projection la formation des halos, dispositif de M. Cornu. 35 fr.

M. Cornu a cherché un mode expérimental permettant non seulement d'imiter la forme et l'éclat des prismes de glaces flottant dans l'atmosphère, mais encore de reproduire le caractère essentiel de leur formation, à savoir l'orientation fortuite des cristaux dans l'atmosphère. M. Cornu y est parvenu en précipitant une solution aqueuse d'alun, saturée à froid par de l'alcool faible (alcool à 36° du commerce); à cet effet, il place la solution dans une cuve plate de 20 m/m d'épaisseur entre les faces verticales, en y ajoutant un volume d'alcool égal à 10 ou 15 pour 100 du volume de la solution d'alun et agitant pendant quelques minutes.

La précipitation lente des cristaux microscopiques commence presque aussitôt: on les voit bientôt nager au sein du liquide et étinceler comme les lamelles de glace perçues dans l'atmosphère et décrites par divers observateurs. Il suffit de placer la cuve sur le trajet du faisceau de lumière produisant l'image d'un disque circulaire destiné à figurer le soleil pour montrer en projection sur un écran toutes les apparences que présente le ciel dans les conditions où se montrent les halos.

(Académie des Sciences, 4 mars 1889.)

75 Appareil de Bravais, pour la production artificielle des divers phénomènes de météorologie, tels que les halos, parhélies, anthélies.

Un mouvement d'horlogerie fait tourner les différents prismes et plaques qui servent à montrer ces phénomènes. 320 fr.

76 Collection de Terquem, pour montrer les couleurs variables des lames minces avec figures de grandes dimensions et de diverses formes. Le tout dans un nécessaire... 90 fr.

Journal de Physique, t. II, 1873.

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

Le liquide glycérique employé à la Sorbonne, au laboratoire de M. Bouty, se fait de la manière suivante :

Dans un litre d'eau distillée on fait dissoudre à chaud 15 grammes de savon de Marseille parfaitement desséché, on filtre la dissolution jusqu'à ce qu'elle soit complètement limpide, on ajoute ensuite 30 grammes de sucre par 100^{cc} d'eau de savon bouillante.

77 Lames étalons de MM. Pérot et Fabry pour la mesure des petites épaisseurs d'air en valeur absolue.

Deux lames de glace faiblement argentées, dont une porte une division en millimètres, sont réunies invariablement, les couches d'argent en regard et comprenant entre elles une mince lame d'air.

L'épaisseur de cette lame mince varie progressivement d'un bout à l'autre de la division, et l'épaisseur en chaque point a été exactement déterminée.

En lumière monochromatique, l'appareil donne par transmission un beau système de franges, d'un aspect très particulier : chaque frange est une ligne brillante très fine, dont le pointé peut être fait avec une extrême précision. Lorsque la lumière incidente contient plusieurs radiations simples, chacune donne son système de franges (double raie du sodium, sodium et lithium dans une flamme, vapeurs métalliques incandescentes, arc au mercure). Les coïncidences qui se produisent entre deux franges d'espèces différentes, peuvent servir à retrouver l'épaisseur en certains points.

En projetant, sur une lame étalon, l'image d'une seconde lame semblable et faisant traverser le système par un faisceau de lumière blanche, on obtient, si les épaisseurs des deux lames sont peu différentes, un système de franges (*franges de superposition*) dont la frange centrale blanche dessine le lieu des points où les deux lames ont la même épaisseur. Si l'une des lames est étalonnée on connaît ainsi l'épaisseur de l'autre, d'où un moyen rapide et commode pour la mesure des petites épaisseurs d'air.

Les franges apparaissent aussi si les épaisseurs des deux lames sont entre elles dans un rapport simple.

$$\frac{1}{2} : \frac{1}{3} \quad \frac{1}{4} : \frac{2}{3} : \frac{3}{4} \quad \text{etc.}$$

Enfin en regardant à travers une lame étalon tenue contre l'œil, une source lumineuse intense et peu étendue (soleil, arc électrique) on voit apparaître un beau système d'anneaux de diffusion.

(*Annales de Chimie et Physique*, 7^e série, tome XII, décembre 1897).

78 Appareil à arc au mercure de MM. Pérot et Fabry... 150 fr.

La lumière très intense donnée par cette source est composée d'un certain nombre de radiations simples (raies du mercure). Elle permet de projeter avec un grand éclat le spectre de ce métal ainsi que divers phénomènes en lumière monochromatique.

Les lames étalons de MM. Pérot et Fabry, donnent avec cette lumière une projection brillante.

L'appareil se compose d'un cylindre en fonte de fer dont les bases sont fermées par des glaces ; le mercure occupe la moitié du cylindre, une tubulure règle le niveau du mercure et en enlève les vapeurs ; sur la partie supérieure une seconde tubulure, convenablement inclinée, reçoit dans une monture isolée, le porte-charbon.

L'arc fonctionne bien avec une source électrique à courant continu de 50 à 60 volts réglé par une résistance convenable et un courant de 10 à 15 ampères.

Le charbon est relié au pôle négatif et le mercure au pôle positif.

Pour l'allumage on amène le charbon au contact du mercure, puis on l'éloigne de quelques millimètres et on le maintient dans cette position ; s'adapte aux nos 66, 67, 68. *Fascicule I. II.*

79 Le même, avec ballon en verre à trois tubulures..... 90 à 100 fr.

80 Appareil à arc au mercure dans le vide de MM. Pérot et Fabry..... 40 fr.

Pour l'allumage de l'arc il convient de faire passer un courant de 25 ampères et de baisser l'intensité au fur et à mesure que l'appareil s'échauffe de façon à ne laisser, sur l'appareil, qu'un courant de 5 à 6 ampères.

80bis Le même avec capsule centrale en silice fondu..... 80 fr.

81 Appareil de M. Hamy à tube de cadmium pour la production de franges d'interférences..... 185 fr.

L'appareil se compose d'une étuve fermée à l'une de ses extrémités par un disque en glace, un tube vidé sur la machine pneumatique sur du cadmium pur, un appareil de chauffage disposé sous l'étuve amène le tube à la température voulue, une bobine de *Rhumkorf* actionne les deux électrodes. (Sans la bobine).

82 Appareil à anneaux colorés de Desains perfectionné par Bertin..... 580 fr.

Cet appareil se compose d'un support triangulaire en fonte A, muni de vis calantes, sur lequel sont montés, suivant une des bases, 1^o un chariot B qui peut se mouvoir au moyen d'une

manivelle actionnant une vis micrométrique à pas d'un millimètre, portant un tambour C divisé en 100, mobile devant un index ; on peut ainsi évaluer le $\frac{1}{100}$ de millimètre ; sur ce chariot est fixé au moyen d'un centre un plateau D qui reçoit les anneaux colorés, produits entre une lame de glace plane noire et une lentille plan convexe, en crown, à long foyer. Ce chariot entraîne aussi dans son mouvement un verre dépoli P maintenu dans deux rainures verticales.

2° un arc de cercle E dont le rayon est déterminé par le centre des anneaux et la distance au sommet du pied triangulaire, cet arc de cercle muni d'une crémaillère courbe, est chaussé par une boîte mobile portant d'un côté la lunette L qui vise toujours le centre des anneaux, et de l'autre un pignon qui donne à la lunette toutes les inclinaisons par rapport au plan des anneaux, une division gravée sur l'arc de cercle indique la position de la lunette.

En avant de l'objectif de la lunette se trouve une fente rectiligne à ouverture variable F qui permet de voir bien nettement les anneaux ; à son oculaire, des réticules en croix l'un vertical l'autre horizontal.

L'appareil est éclairé par une lampe monochromatique M à hauteur variable et placé en arrière du verre dépoli P.

Pour se servir de l'appareil on allume la lampe monochromatique qu'on met à hauteur convenable, on met bien au point les réticules, puis ouvrant plus ou moins la fente en avant de l'objectif on vise les anneaux et on règle le tirage de la lunette, qui sera invariable pour toutes les inclinaisons.

Cet appareil permet de vérifier les lois suivantes :

1° En lumière homogène et sous une même incidence, les carrés des diamètres des anneaux noirs successifs sont entre eux comme la série des nombres pairs : 0, 2, 4, 6... quand on les observe par réflexion.

2° Sous une incidence oblique, les diamètres qui correspondent à un anneau d'ordre déterminé sont proportionnels à la sécante de l'angle que fait le rayon avec la normale dans la lame mince.

Annales de Chimie et Physique 3^e Série. Tome XXVII, page 423.

Traité de manipulations de physique de MM. B. C. Damien et R. Paillot, Masson et Cie Editeurs.

83 Le même plus simple..... 480 fr.

84 Appareil de Fizeau et Foucault pour la mesure des longueurs d'onde (Fig. 25) 950 fr.

Lorsque les anneaux colorés de Newton se sont formés dans une mince couche d'air d'épaisseur e comprise entre une lentille sphérique et un verre plan sous-jacent, on aperçoit une série d'anneaux concentriques.

Lorsqu'on augmente l'épaisseur, les anneaux se resserrent et semblent disparaître au centre, en même temps que la tache devient alternativement blanche et noire.

En appelant λ la longueur d'onde de la lumière homogène employée pour ramener n fois de suite le centre à être bien noir, il faut écarter les verres d'une quantité

$$e - e' = n \frac{\lambda}{2}$$

L'appareil se compose d'un socle en fonte S à vis calantes sur lequel repose l'appareil aux anneaux colorés A muni de tous ses mouvements de réglage ; sur la colonne fixée à ce socle, coulissent deux manchons à hauteur variable. l'un portant une lentille de champ

L, l'autre un brûleur à lumière monochromatique B ; sur le chapiteau de la colonne est fixé un tube horizontal à l'intérieur duquel une lentille l fait converger les rayons lumineux sur un petit prisme à réflexion totale et enfin un œilleton O pour l'observation.

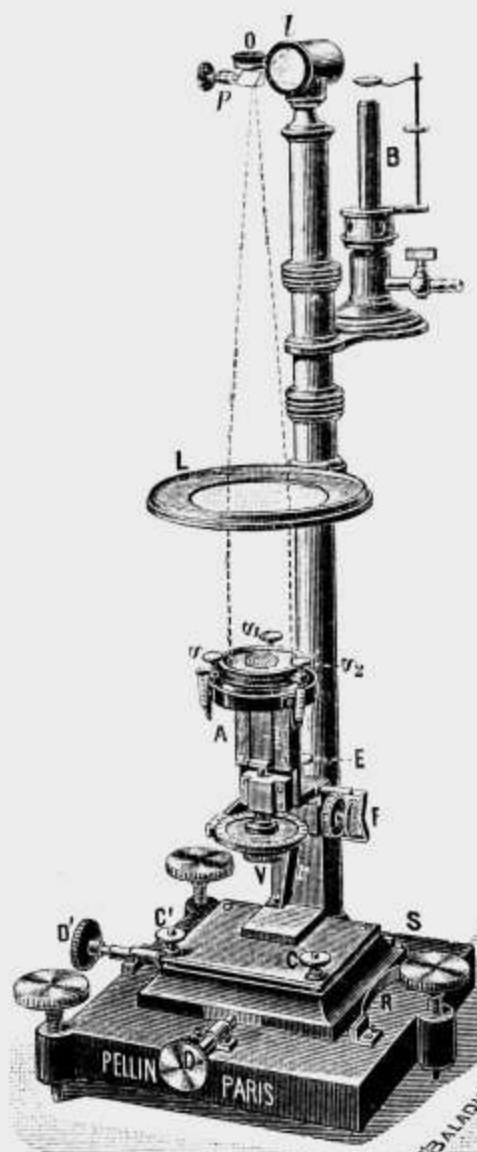


Fig. 25.

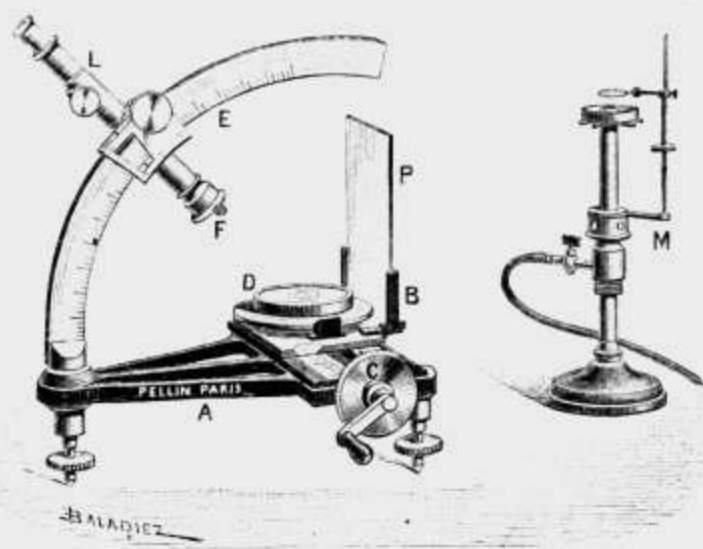


Fig. 24.

L'appareil aux anneaux colorés A, mobile sur le socle de fonte, est maintenu en position convenable par deux vis DD' et deux ressorts RR'.

En tournant la vis V on approche le plan de verre noir au contact de la lentille sphérique, on obtient les anneaux, on les centre avec les vis ν , ν_1 , ν_2 , puis agissant sur les vis CC' on amène le plan de réflexion du miroir noir à être perpendiculaire à la direction de la lumière incidente, fournie par le brûleur monochromatique et réfléchi verticalement de haut en bas par le petit prisme p. La lentille L doit être à son foyer principal, si ces deux conditions sont remplies, on voit en regardant par l'ocille, tout le champ du miroir noir également éclairé.

La vis V a un pas de 1/2 millimètre, le tambour divisé qu'elle porte est divisé en 500, le vernier à hauteur variable donne le 1/20. Pour faire l'expérience on rend solidaire du tambour V la vis F, au moyen d'un embrayage E. Le tambour de la vis F est divisé en 100 parties.

85 Le même plus simple..... 550 fr.

86 Dilatamètre de M. Le Chatelier, pour la mesure de dilatation par la méthode de Fizeau (Fig. 26)..... 350 fr.

Appareil très commode pour les manipulations dans les laboratoires.

Ce dilatamètre a été employé par M. Emilio Damour, Ingénieur civil des Mines, pour la mesure des dilata-tions des pâtes et couvertes de porcelaine, et l'examen des défauts de fabrication et accidents se rattachant à la question des dilata-tions.

Et par MM. L. Grenet et Chatenet Ingénieurs civils des Mines, pour la mesure des dilata-tions des borates et silicates fusibles.

Ce dilatamètre est une application de la méthode bien connue de Fizeau.

Lorsqu'on examine par réflexion une surface polie et réfléchissante mise au contact d'une lentille convexe, on voit se former des anneaux colorés, si on substitue, à la lumière blanche, la lumière monochromatique du sodium, on obtient des anneaux qui sont alternativement noirs et jaunes; dans ce cas, si l'on écarte légèrement de la lentille le plan poli, les anneaux paraissent diminuer et gagnant le centre se réduisent à un point noir, qui disparaît; le phénomène se continue jusqu'à disparition complète des anneaux. Cha-

que nouvelle extinction d'un anneau noir au centre indique qu'il y a eu un déplacement relatif des deux surfaces exactement égal à une demi-longueur d'onde, soit 3/10000 de millimètre. Inversement, si l'on rapproche insensiblement l'un de l'autre un plan poli et une lentille convexe, lorsque les deux surfaces sont très voisines l'une de l'autre, on voit, à un certain moment, apparaître des anneaux concentriques; si le mouvement d'approche continue, les anneaux progressent en s'éloignant du centre, et, pour tout déplacement d'une demi-longueur d'onde, on voit poindre au centre une tache noire qui bientôt s'élargit en un petit cercle, en même temps que disparaît un cercle périphérique.

Cette propriété optique permet, en comptant les cercles noirs qui passent en un point donné, ou mieux les taches noires qui paraissent ou disparaissent au centre, de mesurer, au 3/10.000 de millimètre, le déplacement relatif de deux surfaces et d'apprécier le sens du déplacement; elle est le point de départ de la méthode de mesure des dilata-tions.

Description de l'Appareil. — Les figures 26 et 27 donnent l'ensemble et le schéma de l'appareil.

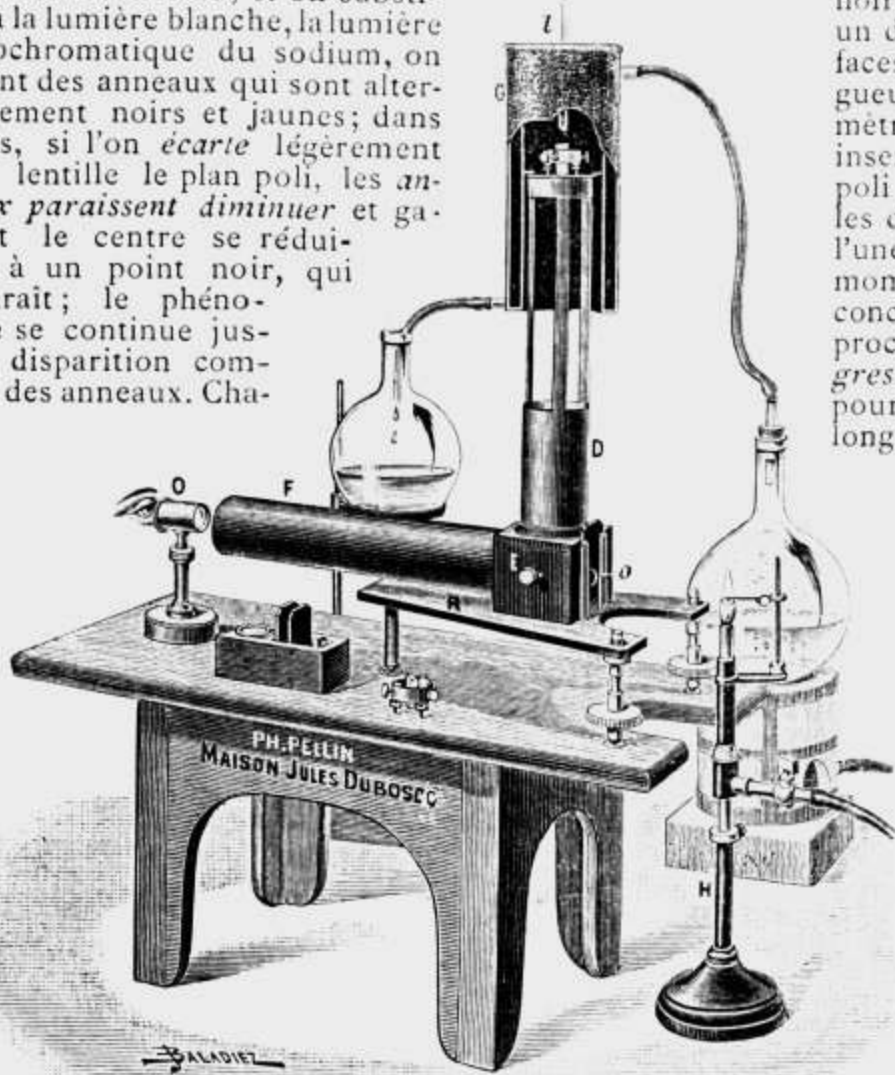


Fig. 26.

La figure 28 représente l'échantillon dont on veut mesurer la dilatation, maintenu dans un support spécial par trois vis à pointes ν , ν' , ν'' . Cet échantillon est taillé sous forme de prisme et a une face polie.

Ce support réalise les conditions suivantes :

- 1° Il établit une liaison invariable entre le prisme P et le support S, suivant un plan perpendiculaire à la dilatation qu'on veut mesurer.
- 2° Il laisse aux deux corps composant le prisme et le support une indépendance absolue, suivant l'axe de dilatation.

3° Il permet de mesurer exactement la hauteur du prisme en expérience, c'est-à-dire la longueur suivant laquelle sera mesurée la différence d'allongement des deux substances.

Les trois tiges filetées T, T', T'', avec un pas de 1/10 de millimètre sont rigoureusement égales et de longueur telle que, lorsqu'elles occupent leur position normale dans les blocs où elles s'encastrent, la hauteur du plan de suspension formé par l'axe des vis horizontales v, v', v'' au-dessus du plan de la base est de 20 millimètres; la position normale est assurée lorsque les têtes des tiges filetées affleurent exactement la surface supérieure des blocs, ce qui est facile à constater, toutes les surfaces étant bien polies.

Le support contenant le prisme est placé sur une lentille convexe à long foyer (pour que la sphère et le plan tangent puissent être confondus), on voit les anneaux de Newton. Si on chauffe alors l'ensemble du système, le métal du support et la matière du prisme se dilateront; si leurs coefficients de dilatation ne sont pas les mêmes, il y aura un déplacement relatif du plan poli et du plan de base du support qui repose sur la lentille et par suite mouvement des anneaux. Si les anneaux gagnent le centre, c'est que les deux surfaces s'éloignent l'une de l'autre, la dilatation de la matière est moindre que celle du métal du support. Si les anneaux s'éloignent du centre, la dilatation de la matière est plus grande que celle du support. Dans les deux cas le nombre des anneaux paraissant ou disparaissant permettra de mesurer la différence de dilatation entre le métal et la matière, et, si l'on connaît la première, d'en déduire la seconde.

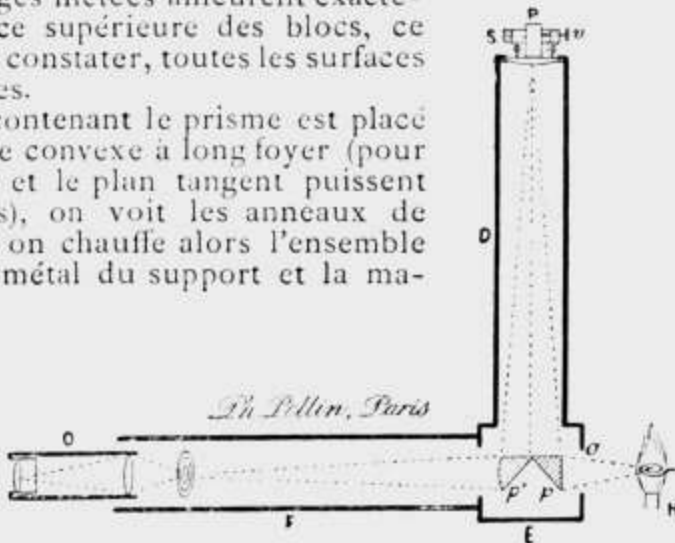


Fig. 27.

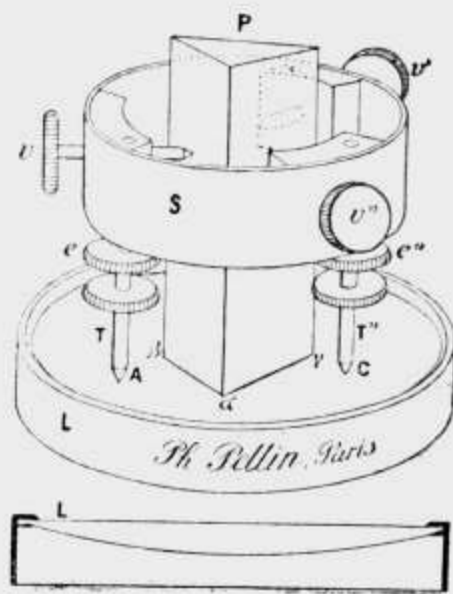


Fig. 28.

Il suffit donc de compter les anneaux passant en un point pour avoir une mesure de dilatation. L'approximation sur laquelle on peut compter dans cette méthode est, dans les cas les plus défavorables, le 1/100, c'est-à-dire qu'on peut compter sur l'exactitude à une unité près des deux premiers chiffres des coefficients.

L'approximation sur laquelle on peut compter dans cette méthode est, dans les cas les plus défavorables, le 1/100, c'est-à-dire qu'on peut compter sur l'exactitude à une unité près des deux premiers chiffres des coefficients.

Le prisme P et son support S, placés sur la lentille biconvexe L dans les conditions voulues pour donner naissance aux anneaux de Newton en lumière monochromatique, sont posés au sommet d'un support cylindrique creux et évidé D; la lentille est maintenue par une armature métallique. La face polie du prisme et la lentille sont éclairées au-dessous par un faisceau de lumière jaune émanant d'un brûleur Bunsen H et réfléchi par un prisme p à réflexion totale.

Un second prisme p' à réflexion totale renvoie de même le faisceau lumineux, portant l'image des anneaux, de façon que cette image puisse être examinée avec un oculaire O placé sur un support.

Un second prisme p' à réflexion totale renvoie de même le faisceau lumineux, portant l'image des anneaux, de façon que cette image puisse être examinée avec un oculaire O placé sur un support.

L'ensemble du système : Lentille L, support évidé D, prismes à réflexion totale p p', est porté sur un plateau horizontal R, muni de trois vis calantes au moyen desquelles on peut assurer la verticalité du support D et, par suite, de l'axe de dilatation du trépied S.

Les deux prismes p p' sont montés dans une boîte qui est maintenue en position par un ressort; on peut donc facilement enlever l'ensemble des prismes, les remettre en place sans dérégler l'appareil, au moyen du bouton E. Un manchon cylindrique G à double enveloppe coiffe la partie supérieure du support évidé D et entoure complètement le prisme et la lentille. Il entre à frottement doux sur le tube ne laissant qu'un étroit orifice de sortie à la cage d'air où est logé le trépied S; une bague intérieure le maintient à hauteur convenable.

Pour la marche des opérations et la conduite de l'expérience de mesure d'une dilatation,

Voir Fascicule VII, Appareils de Mesure.

THÉORIE DES VIBRATIONS LUMINEUSES

Suivant des Directions constantes

POLARISATION, ONDES ÉLLIPTIQUES ET SPHÉRIQUES, DOUBLE RÉFRACTION
 POLARISATION CHROMATIQUE, POLARISEURS, ANALYSEURS, CRISTAUX A UN AXE, CRISTAUX
 A DEUX AXES, DICHROÏSME DES CRISTAUX, APPAREILS DE PROJECTION
 DANS LA LUMIÈRE POLARISÉE

On attribue les *phénomènes lumineux* aux oscillations ou mouvements périodiques, extrêmement petits, des particules d'un fluide répandu dans tout l'univers et qu'on nomme *Éther*.

Divers motifs font supposer que ces oscillations s'effectuent perpendiculairement à la direction suivant laquelle le rayon lumineux se propage. Ces oscillations s'accomplissent généralement suivant une ellipse dont le grand axe se dirige d'une façon quelconque et incessamment variable dans le même plan. C'est ainsi qu'est constituée la *lumière naturelle*.

Si ces axes s'orientent tous parallèlement entre eux, la lumière est dite *polarisée*. Elle se distingue de la lumière naturelle par des propriétés spéciales.

On sait que deux rayons lumineux s'ajoutent ou s'entredétruisent quand ils se rencontrent dans certaines conditions. Ils *interfèrent positivement* dans le premier cas, *négativement* dans le second.

C'est là une découverte capitale faite par GRIMALDI en 1665. Ces phénomènes s'expliquent en admettant que les rayons, ayant même direction, se sont croisés dans des phases de vibration semblables ou différentes.

Les *phénomènes de polarisation* s'expliquent par la rencontre de deux rayons, qui, vibrant dans des directions rectangulaires entre elles, sont dans des phases différentes. Une différence de phase nulle détermine la *polarisation linéaire* ou *rectiligne*. Le grand axe de l'ellipse subsiste seul. Une différence d'un quart ou de trois quarts de longueur d'onde produit, si les intensités sont égales, la *polarisation circulaire*; les deux axes de l'ellipse sont devenus égaux et la courbe est un cercle. Pour toute autre valeur de la différence des phases, la *polarisation est elliptique*.

Polarisation rectiligne. — Trois procédés principaux permettent de polariser rectilignement la lumière naturelle.

La *réflexion*, la *réfraction simple*, la *réfraction double*.

1° La *réflexion* doit avoir lieu sur une surface non métallique. Un rayon naturel tombant sur une lame d'obsidienne ou de verre noir, sous un angle de $54^{\circ}35'$ (angle indiqué par MALUS), compté à partir de la normale, est réfléchi, *polarisé rectilignement*. Le plan d'incidence se nomme *plan de polarisation*, la lame de verre le *polariseur*. Ce rayon vient-il à rencontrer sous le même angle une deuxième lame de verre, appelée *analyseur*, on constate qu'il est éteint quand le second plan de réflexion est à angle droit sur le premier, totalement réfléchi quand ces plans sont parallèles, et prend, dans les azimuts intermédiaires de ces plans, une *intensité proportionnelle au carré du sinus de ces azimuts*. C'est la loi de MALUS (1808).

Pour que le rayon soit complètement polarisé, il doit rencontrer le polariseur sous un angle qu'on appelle angle de polarisation, qui varie d'une substance à l'autre, suivant une loi découverte par BREWSTER. Cette loi consiste en ce que la *tangente de l'angle de polarisation est égale à l'indice de réfraction du polariseur par rapport à l'air*.

2° La *réfraction simple*, à travers un certain nombre de lames transparentes, à faces parallèles d'un corps non cristallisé. On emploie ordinairement le verre et l'appareil porte le nom de *pile de glaces*. Il sert indifféremment de polariseur et d'analyseur.

Un rayon de lumière naturelle sort de la pile de glaces plus ou moins polarisé dans un plan *perpendiculaire* à celui d'incidence. Analysé avec le miroir de verre noir, il est *éteint* quand les plans d'incidence sur la pile et sur le miroir sont parallèles et prend pour les autres positions une intensité proportionnelle au carré du cosinus de l'angle de ces plans.

3° La *réfraction double*, à travers un cristal de spath d'Islande ou tout autre corps biréfringent à un axe. Quand le pinceau, naturel et simple, en ressort double, chaque rayon a une intensité égale, valant la moitié de celle de la lumière incidente. L'un des rayons émergents s'appelle *ordinaire*, l'autre *extraordinaire*. Le premier est totalement *polarisé linéairement* dans le plan de la section principale, le second dans un plan perpendiculaire. De là l'emploi des corps biréfringents de préférence aux miroirs et aux piles de glace pour polariser linéairement la lumière et l'analyser (Lames de tourmaline, Prisme de NICOL, Prisme de FOUCAULT, etc., etc.).

Polarisation circulaire. — Pour réaliser la *polarisation circulaire*, on emploie ordinairement une plaque de cristal de roche, taillée perpendiculairement à l'axe. Un rayon étant d'abord polarisé linéairement subit dans cette plaque une altération qui se traduit par le fait que son plan de *polarisation tourne* (de droite à gauche ou de gauche à droite, suivant le groupement moléculaire du cristal) d'un angle proportionnel à l'épaisseur de la plaque. C'est la loi de BIOT et ARAGO.

Divers liquides, les solutions de sucre, par exemple, jouissent de la même propriété, qui a été utilisée pour la *saccharimétrie* (SOLEIL père). Ce phénomène a lieu parce que, en traversant le corps interposé sur sa route, le rayon se divise en deux rayons polarisés circulairement dont les vitesses sont différentes.

Polarisation elliptique. — Les phénomènes de polarisation elliptique ont été obtenus pour la première fois par BREWSTER, en 1813, en faisant réfléchir la lumière sur une surface métallique.

Ces phénomènes furent étudiés par FRESNEL, qui en donna l'explication. Il reconnut qu'on transforme un rayon polarisé rectilignement en un rayon à polarisation elliptique, quand on lui fait subir une réflexion totale au sein d'un corps transparent. Une deuxième réflexion pareille peut le convertir en un rayon polarisé circulairement.

Il y a trois manières de produire, dans les composantes principales d'un rayon polarisé, une différence de marche d'un quart d'onde. Le mica d'un quart d'onde produit le même effet que la réflexion métallique sous l'incidence principale pourvu qu'on mette l'axe des Z du mica dans le plan de réflexion, il produit le même effet que la réflexion totale dans les parallélépipèdes de FRESNEL, pourvu qu'on mette l'axe du mica perpendiculairement au plan de réflexion métallique ; le rayon qui est en retard est ici le rayon polarisé dans le plan de réflexion.

La polarisation circulaire et la polarisation rectiligne ne sont que des cas particuliers de la polarisation elliptique.

Un rayon à polarisation rectiligne est totalement éteint par un analyseur placé dans une position convenable.

Un rayon polarisé elliptiquement ne disparaît qu'en partie dans les mêmes circonstances.

Enfin un rayon à polarisation circulaire ne subit aucune diminution de clarté et ressemble à la lumière naturelle.

On doit à JAMIN de remarquables recherches sur la réflexion métallique et sur ses conséquences (1850).

Les phénomènes de polarisation chromatique, les plus admirables que l'œil puisse contempler, furent découverts par ARAGO, en 1811. Ils sont le résultat de l'interférence de deux rayons dans lesquels se partage un rayon unique, qui traverse un cristal ou un corps biréfringent. Ces rayons parcourent des chemins égaux, avec des vitesses inégales, d'où résultent les différences de phase qui les font interférer à leur sortie et après leur passage dans un analyseur.

Si le rayon qui a traversé le mince corps biréfringent vient du soleil, et par conséquent est blanc, tantôt une, tantôt une autre des couleurs du spectre est détruite par interférences. L'œil en voit la complémentaire, c'est-à-dire le mélange de toutes les autres teintes, qui brillent du plus vif éclat.

On a fait nombre d'applications utiles de ces principes, soit aux arts industriels, soit à la cristallographie, à la physique moléculaire, à la chimie, à la physiologie.

P. et PH. P.

DOUBLE RÉFRACTION, NATURELLE ET ACCIDENTELLE



Fig. 29.

Physique Ganot-Maneuverier, Hachette, éditeur

90 Rhomboèdre en spath calcaire, poli sur toutes ses faces, pour montrer la double réfraction naturelle. Deux faces sont taillées perpendiculairement à l'axe pour montrer qu'un rayon qui traverse normalement ces faces ne subit pas la double réfraction. On se sert de lumière parallèle.....de **40 à 150 fr.**

91 Appareil pour répéter l'expérience de Monge. Avec cet appareil on montre la marche des rayons à travers un rhombe de spath et leur croisement à l'intérieur du cristal. **140 fr.**

92 Rhomboèdre en spath de Desains. Ce rhombe est travaillé suivant trois directions, perpendiculaire, parallèle et oblique à l'axe du cristal, voir n° 236, *Fascicules I-II*.....de **80 à 500 fr.**

93 Rhomboèdres en spath, polis sur deux faces naturelles. Se montent sur le n° 101, pour les expériences (Fig. n° 30, 31), avec monture métallique, pièce.....de **100 à 300 fr.**

94 Prismes biréfringents en spath, de différents angles, achromatisés par un prisme de crown ; se monte comme le numéro précédent, pièce.....de **50 à 80 fr.**

95 Prisme biréfringent en spath, à angle variable. Un mouvement de rotation, permet de faire varier la distance des deux rayons qui restent toujours dans un même plan.....de **50 à 100 fr.**

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

96 Prisme biréfringent de Rochon (en quartz). Le prisme biréfringent en quartz est achromatisé par un autre prisme en quartz ; les axes de ces prismes sont à angle droit, on observe suivant l'axe d'un des prismes..... 25 à 100 fr.

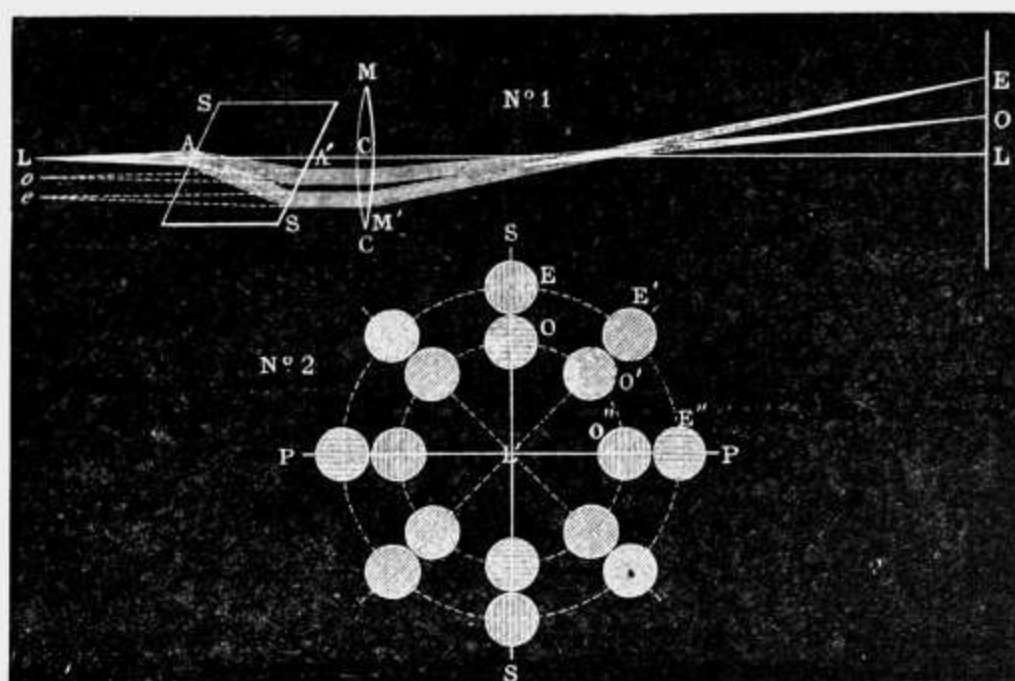


Fig. 30.

Physique Jamin-Bouty. Gauthier-Villars, éditeur.

97 Prisme biréfringent Wollaston (en quartz). Mêmes dispositions que le n° 96 ; on observe dans un plan perpendiculaire au plan des axes des deux prismes..... 25 à 150 fr.

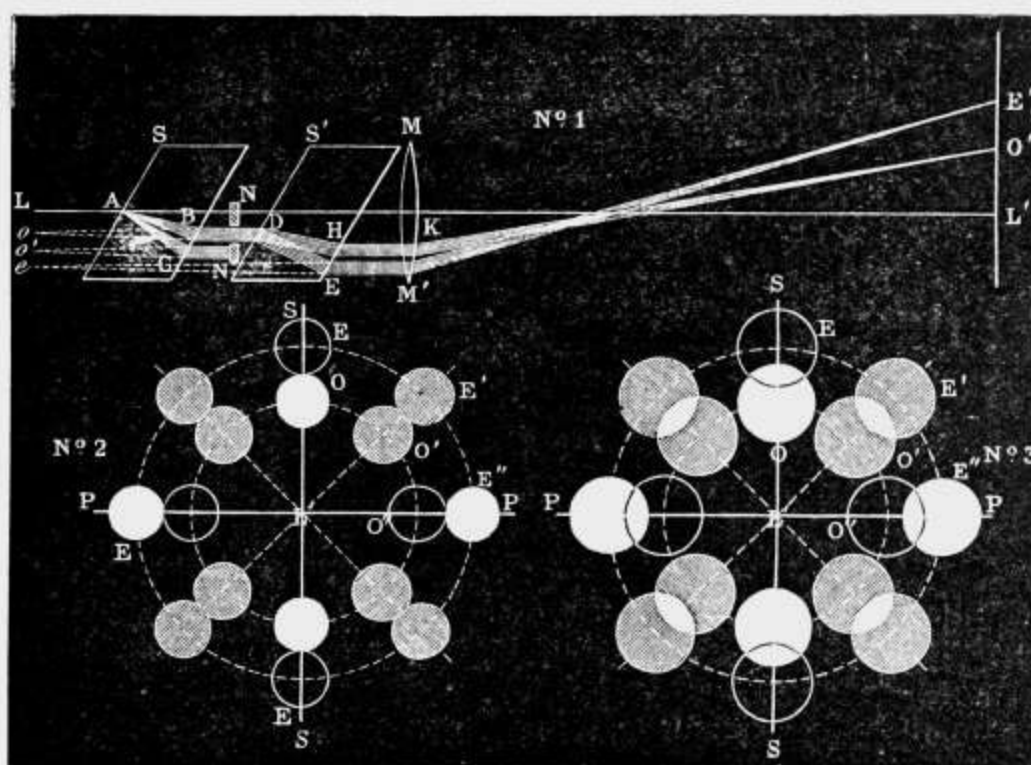


Fig. 31.

Physique Jamin-Bouty. Gauthier-Villars, éditeur.

98 Prisme biréfringent en tourmaline, achromatisé par un crown, pour montrer que le cristal biréfringent possède un rayon qui s'éteint sous une certaine épaisseur et que le rayon extraordinaire reste seul..... 50 fr.

99 Prismes biréfringents en spath, de même angle, disposés pour répéter l'expérience d'Huygens. Suivant la position relative des prismes, on a quatre, deux ou une seule image ; se montent sur le n° 101..... 80 à 100 fr.

100 Prisme biréfringent en spath, achromatisé moyen entre les deux rayons, additionné d'un double prisme en crown qui, par un mouvement de rotation, permet d'achromatiser à volonté le rayon ordinaire ou le rayon extraordinaire..... **80 fr.**

101 Appareil de Jamin, (Fig. 32), destiné à recevoir les nos 93, 94, 99, pour les expériences (Fig. 30-31), avec mouvement de rotation au moyen d'un pignon..... **150 fr.**

102 Lunette de Rochon (Fig. 33, 34) permettant, à l'aide d'un prisme biréfringent en cristal de roche, de mesurer la distance d'un objet dont on connaît la grandeur, ou la grandeur connaissant la distance.

Le prisme est mu dans l'intérieur de la lunette à l'aide d'une crémaillère ou à la main, suivant qu'on veut obtenir un déplacement lent ou rapide.

Le premier appareil a été construit par Soleil grand-père en 1777, sous la direction de Rochon. **200 fr.**

103 Triprisme de Fresnel. Il est composé de trois prismes en quartz perpendiculaire à l'axe et de rotation inverse pour montrer la double réfraction circulaire suivant l'axe, monté dans une garniture..... **50 fr.**

104 Triprisme de Fresnel (Fig. 35), perfectionné par Jamin. **100 fr.**

105 Appareil de Fresnel, (Fig. 36), pour montrer la double réfraction qui se développe dans le verre comprimé.

Cet instrument est muni de deux glaces à faces parallèles pour augmenter l'écartement des

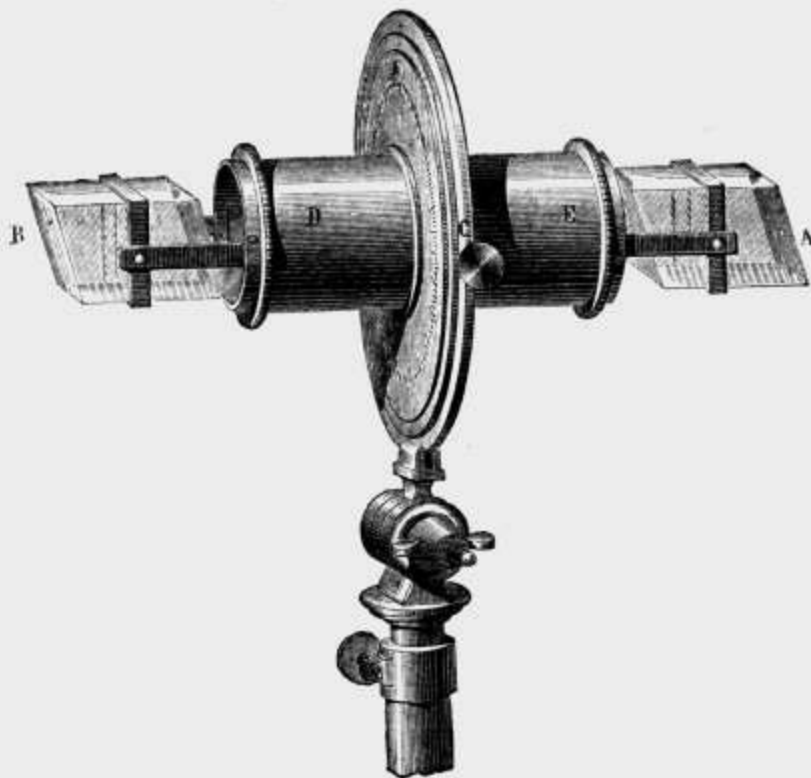


Fig. 32.

Physique Jamin-Bouty. Gauthier-Villars, éditeur.

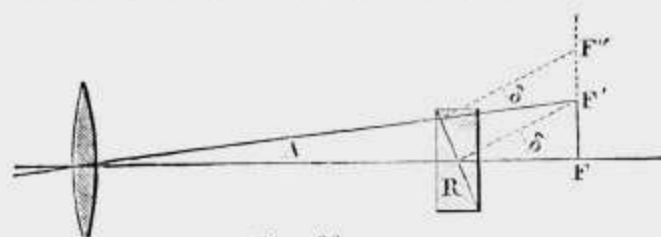


Fig. 33.

Physique Jamin-Bouty. Gauthier-Villars, éditeur.

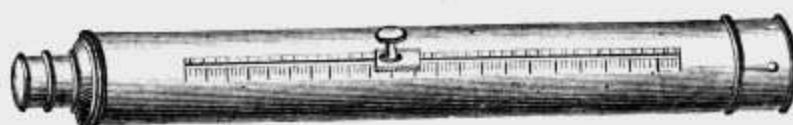


Fig. 34.

rayons par des réflexions successives. Un prisme de Nicol sert à démontrer que la double

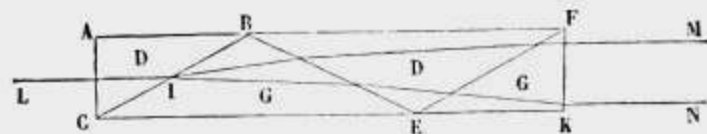


Fig. 35.

Physique Jamin-Bouty. Gauthier-Villars, éditeur.

réfraction du verre est négative comme celle du carbonate de chaux et de la tourmaline. **230 fr.**

106 Le même, sans les glaces parallèles..... **150 fr.**

107 Prisme de Guérard, pour montrer que la double réfraction artificielle dans le verre trempé est positive. **50 fr.**

108 Appareil pour répéter l'expérience de M. Mallard. La boracite, qui est un cristal biréfringent à la température ordinaire, devient subitement monoréfringente à partir d'une température de 265°, puis reprend instantanément sa biréfringence au-dessous de 265°. Mallard. *Bulletin de la Société minéralogique de France*, n° 6 (1882)..... **80 fr.**

Voir nos 131, 132, *Fascicules I, II.*

109 Boracite, taillée pour l'appareil n° 108..... **10 fr.**

110 Appareil à réfraction conique de Lloyd **130 fr.**

On montre avec cet appareil la réfraction conique dans les cristaux biréfringents à deux axes.



Fig. 36.

Avec l'appareil on donne des modèles en plâtre de la surface de l'onde lumineuse d'après Hamilton.

111 Appareil de Soleil père, pour mesurer l'angle que font entre eux les axes de double réfraction des substances cristallisées à deux axes..... 300 fr.

Cet appareil permet aussi de mesurer le diamètre des anneaux donnés par les substances cristallisées à un et à deux axes.

Présenté à l'Académie des Sciences, 18 mars 1839

112 Modèles en plâtre, pour montrer les surfaces des ondes ordinaire et extraordinaire..... 30 fr.
Cette série est celle fournie avec le n° 110.

POLARISEURS. — ANALYSEURS. — APPAREILS POUR LA LUMIÈRE POLARISÉE

Appareils de démonstration, d'observation et de projection.

113 Appareil de M. Macé de Lépinay, ou polariseur et analyseur acoustiques, permettant d'imiter et d'expliquer les phénomènes de la polarisation de la lumière. Longueur du banc 1^m 50 (Fig. 37)..... 270 fr.

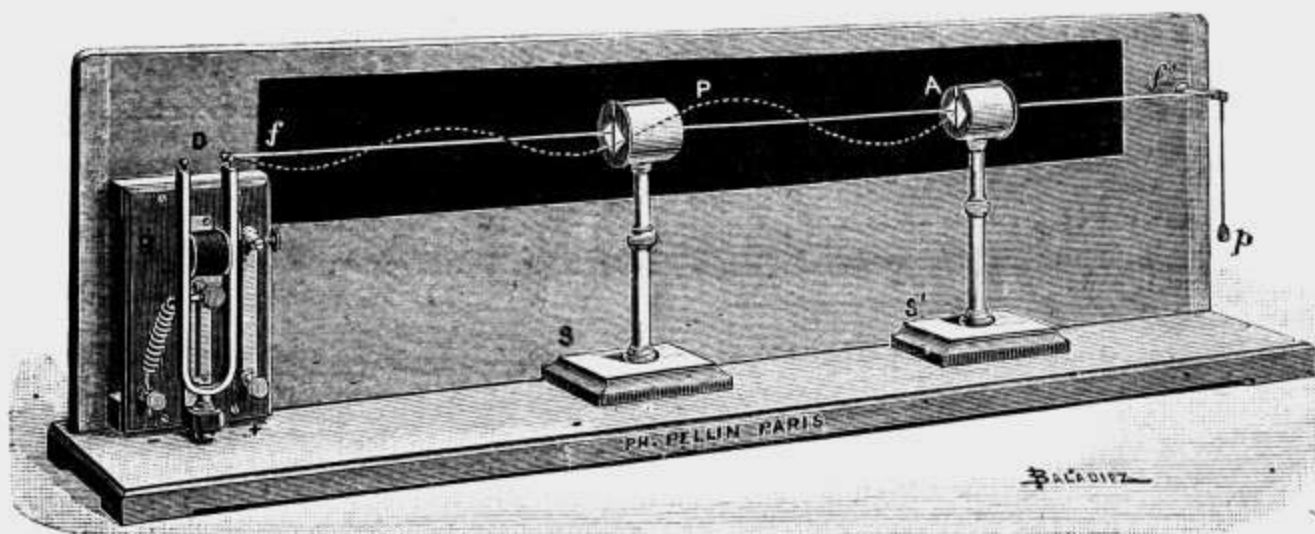


Fig. 37.

114 Le même avec banc de 2 mètres..... 300 fr.

Le polariseur se compose d'un cylindre dans lequel est pratiquée une fente de 1 m/m de large, passant par l'axe du cylindre et qui s'étend d'un côté à 0,02 de l'axe et de l'autre jusqu'à la surface.

Les extrémités du cylindre sont peintes en noir, à l'exception de deux losanges blancs qui figurent les sections du polariseur.

La fente est dans le plan principal du losange.

Ce cylindre tourne dans une bonnette portant une fente dans toute sa longueur ; le tout est supporté par une colonne et un pied lourd.

Si, sur le trajet d'une corde mise en vibration par un diapason entretenu électriquement et dont la tension est réglée de manière à présenter quatre ventres bien nets, on introduit la fente du polariseur au milieu du second ventre, on constate que, quelque complexe que soit la forme de la vibration entre le diapason et le polariseur, le reste de la corde vibre suivant le plan de la fente ou la section du polariseur.

Cet appareil joue donc bien le rôle de polariseur.

Si on introduit au commencement du dernier nœud un appareil identique, destiné à jouer le rôle d'analyseur, on constate :

1° Que si les fentes sont parallèles, les vibrations de la corde continuent à s'effectuer dans le plan des fentes ;

2° Que si on tourne l'analyseur de 0 à 90°, le plan de vibration du dernier ventre tourne en même temps et que son amplitude diminue et devient nulle lorsque le plan de la fente de l'analyseur a tourné de 90° ; on a donc le résultat suivant :

Maison Jules DUBOSCQ, 21, rue de l'Odéon, Paris

Entre le diapason et le polariseur, vibrations de la corde dans un plan quelconque ; entre le polariseur et l'analyseur, vibrations de la corde dans le plan de la section du polariseur et, après l'analyseur tourné à 90°, immobilité absolue.

Cette expérience donne donc une idée exacte des vibrations lumineuses, polarisées et analysées rectilignement.

Société de Physique, 20 juillet 1888 ; Journal de Physique, 1888.

115 Glace noire polariseur, montée sur pied, pouvant recevoir un mouvement d'inclinaison..... 70 fr. à 150 fr.

116 Glace noire analyseur, montée sur pied pouvant tourner autour d'un axe horizontal..... de 70 fr. à 150 fr.

117 Pile de glaces, montée sur pied..... de 120 fr. à 200 fr.

118 Appareil d'Arago pour la graduation des piles de glaces..... 375 fr.

Cet appareil se compose d'une grande boîte rectangulaire contenant une pile de glaces, montée sur un axe solidaire d'un cadran divisé, en arrière une plaque de quartz taillée parallèlement à l'axe, ayant sa section principale verticale et un nicol, en avant un polariscopes d'Arago, composé d'une plaque à deux rotations de Soleil père et d'un prisme biréfringent dont la section principale est verticale.

119 Appareil de Malus pour faire voir en projection la situation des plans de polarisation (*Fig. 38*)..... 180 fr.

120 Appareil de M. Joubin (*Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon*) pour la vérification de la loi de Malus $I = I_0 \cos^2 \alpha$. (Intensité de la lumière polarisée traversant un analyseur dont la section principale fait un angle α avec le plan primitif de polarisation)..... 350 fr.

L'appareil se compose de deux tubes montés à angle droit sur une boîte carrée, supportée par une colonne à hauteur variable et pied lourd ; cette boîte contient une glace à 45° occupant la moitié du champ des tubes, un oculaire vise l'arête de la glace.

L'un des tubes porte un écran récepteur en papier fin, un nicol mobile sur un cercle gradué, un nicol fixe, il est éclairé par une lampe.

L'autre un écran récepteur identique au premier et un œil de chat entraînant une division sur ivoire ; il est également éclairé par une lampe.

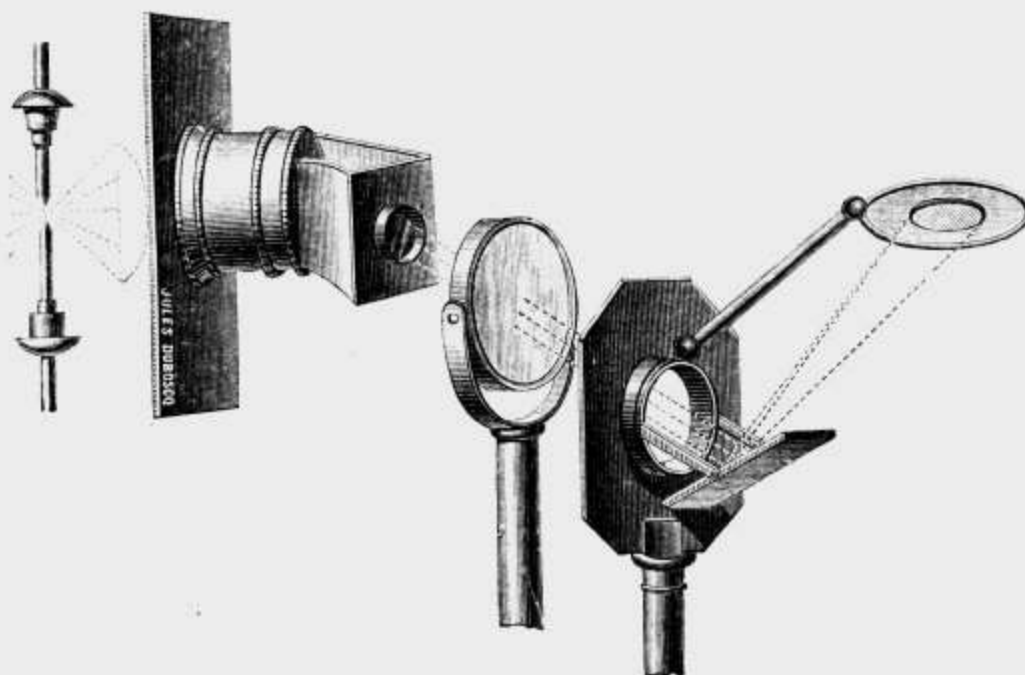


Fig. 38.

Réglage. — On met le nicol à zéro, dans cette position les deux nicols ont leurs sections principales parallèles, on ouvre l'œil de chat à son maximum, on règle la distance des deux lampes à leur diaphragme respectif de manière à avoir l'égalité d'éclairement des deux plages observées par l'oculaire.

Tournant le nicol d'un angle quelconque α on constate que le carré de l'indication du repère de l'œil de chat, au moment de l'égalité d'éclairement des deux portions du champ est proportionnel à $\cos^2 \alpha$.

Avoir soin de prendre deux lampes ayant bien la même teinte.

121 Appareil de Guérard, composé d'un cône ou d'une pyramide quadrangulaire, en verre noir, ayant au sommet un angle de 70° ; donne de la lumière polarisée par réflexion dans toutes les directions, autour d'un cercle ou suivant quatre plans à angle droit deux à deux..... 140 fr.

122 Polariseur et analyseur Delezenne, composé d'une glace noire et d'un prisme à réflexion totale. Ce prisme reçoit le rayon incident et l'envoie sous l'angle de polarisation sur la glace noire, celle-ci renvoie le rayon réfléchi suivant la direction du rayon incident..... 50 fr.

123 Prisme biréfringent, polariseur et analyseur de Sénarmont. Composé d'un prisme en spath oblique à l'axe achromatisé par un spath perpendiculaire, afin que le rayon passe sans déviation..... de 50 à 100 fr.

124 Tourmaline parallèle à l'axe; polariseur et analyseur..... de 20 à 50 fr.

La tourmaline parallèle polarise la lumière *perpendiculairement à son axe* et ne laisse passer que le *rayon extraordinaire*.

125 Prisme polariseur et analyseur Nicol, suivant la grosseur, de 25 à 1000 fr.

Le nicol a un champ de 34° et polarise suivant la *grande diagonale de sa base* et ne transmet que le *rayon extraordinaire*, sa longueur est d'environ trois fois son côté.

126 Prisme polariseur de Foucault, doit être employé dans la lumière parallèle..... de 30 à 400 fr.

Le Prisme de Foucault a un champ de 8° et ne laisse passer que le *rayon extraordinaire*. Sa longueur est de deux fois son côté.

127 Polariseur de M. Joubin, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon. Ce polariseur a un champ de $4^\circ 5'$, laisse passer le *rayon ordinaire*. Sa longueur n'a que 0,8 de son côté (S'emploie en lumière parallèle)..... 20 à 200 fr.

128 Appareil portant deux grandes plaques de tourmaline de..... 90 à 150 fr.

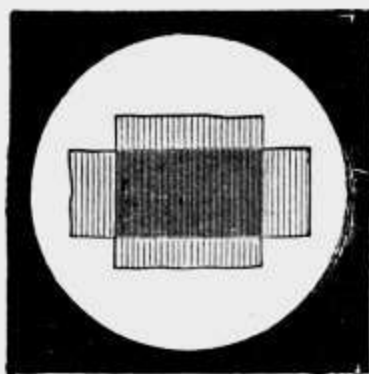


Fig. 39.

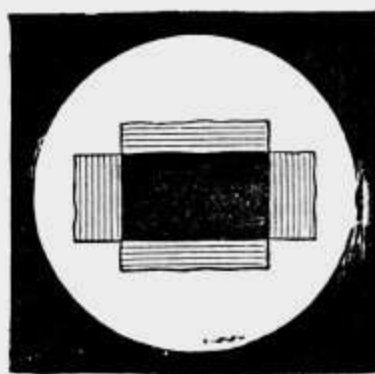


Fig. 40.

Physique Jamin-Bouty. Gauthiers-Villars, éditeur.

Ces tourmalines, taillées parallèlement à l'axe, peuvent être croisées à angle droit, pour faire voir l'extinction de la lumière polarisée; un petit intervalle ménagé entre les deux plaques permet d'interposer une lame de mica et de rétablir ainsi la lumière éteinte par le croisement des tourmalines. (Fig. 39-40). S'adapte aux nos 3, 46, 54.

129 Support spécial pour Nicols, ou pour tous polariseurs 150 fr.

130 Le même, avec mouvement à la cardan pour la manœuvre à distance..... 175 fr.

Se compose d'une forte collerette tournant à centre sur une plaque fixe supportée par une colonne à rentrant, fixée sur un pied lourd; cette collerette mobile est refendue sur toute sa circonférence et est actionnée par un pignon à denture hélicoïdale au moyen d'un bouton ou d'un mouvement à la cardan.

La division avec vernier donne la minute.

Modèle exécuté pour École Normale. MM. Violle-Brillouin, École Polytechnique. M. Cornu, Sorbonne. M. Sagnac. Laboratoire de M. Bouty. Faculté des Sciences, Dijon, M. Brunhes.

131 Support à cadran, pour nicols analyseurs..... 125 fr.

Ce support monté sur pied, a la forme de nos cadrans de polarimètres à pénombres.

La division avec vernier donne la minute.

132 Pince à tourmalines d'Arago-Biot (Fig. 41)..... de 15 à 30 fr.

133 Pince à tourmalines de Bertin (Fig. 42)..... 110 fr.

La pince à tourmalines est attribuée à Arago, mais c'est Biot qui en 1814 a découvert les propriétés de la tourmaline.

Une lame de tourmaline taillée parallèlement à son axe sous une épaisseur convenable *polarise la lumière perpendiculairement à son axe* et ne laisse passer que le *rayon extraordinaire* comme le Nicol.

L'ensemble de deux tourmalines ainsi taillées et dont les axes sont parallèles laisse passer les rayons lumineux qui sont colorés par les tourmalines et avec les axes croisés les éteint complètement (Fig. 41). Ces deux tourmalines montées dans des bonnettes dont l'une peut tourner devant l'autre, constituent la pince d'Arago.

Avec cette pince on peut observer en polarisation rectiligne tous les cristaux uniaxes et la plupart des cristaux bi-axes (nitre, plomb carbonaté) dont les axes ne font pas un trop grand angle.

La pince à tourmalines de Bertin (Fig. 42) permet d'observer les phénomènes de polarisation rectiligne, circulaire et elliptique en lumière convergente.

Elle se compose (Fig. 42) de deux tourmalines TT' accouplées à deux micas MM', chaque paire est montée sur l'une des branches BB' de la pince; l'une des branches se tient à la main par un manche, l'autre mobile autour d'un axe, peut être écartée de la première en pressant sur l'extrémité d'un bras C, elle est ramenée en place par un ressort R, l'écart des deux branches est réglé par une vis V, la lame cristalline est maintenue par une pince à ressort P qui l'empêche de tomber quand on écarte les branches.

Ces deux branches sont terminées par des anneaux divisés extérieurement en 16 parties portant 0, 45, 90 et des traits intermédiaires, les deux zéros sur une même ligne horizontale.

Ces deux anneaux reçoivent par leur côté extérieur les tourmalines TT', et du côté interne les deux micas MM' portant des repères qui courent sur les divisions des anneaux fixes, dans chaque bonnette l'axe de la tourmaline ou l'axe du mica est dirigé vers ce repère.

La tourmaline objective est seule fixe et son axe dirigé vers le zéro de l'instrument. On peut donc placer les deux micas et la tourmaline oculaire dans des azimuts connus, par rapport à l'axe de la tourmaline objective qui représente toujours la direction de la vibration incidente.

En avant de la tourmaline objective est fixée une lentille éclairante très utile pour observer sur une source de lumière peu étendue.

Expériences: 1° Les axes des micas étant parallèles ou perpendiculaires à ceux des tourmalines, qui sont croisés, les micas sont inutiles, la lumière est polarisée et analysée rectilignement.

Un cristal de Spath taillé perpendiculairement à son axe, donne des anneaux à croix noire, si les tourmalines sont croisées, et des anneaux à croix blanche, si les tourmalines sont parallèles. (Ces anneaux ont été vus pour la première fois par Wollaston, en 1814); dans toute autre position relative des tourmalines, les anneaux sont coupés par quatre lignes neutres, qui divisent les anneaux en huit segments que Bertin a désignés sous le nom d'anneaux à deux croix.

2° Le mica de la tourmaline objective est à zéro, celui de la tourmaline oculaire à 45°, la lumière polarisée rectilignement est analysée circulairement, on peut la polariser circulairement et l'analyser rectilignement.

Les anneaux du Spath sont à une seule croix grise (Observation d'Airy, 1830).

Pour le quartz, les tourmalines étant croisées et le mica dans l'azimut 45°, les premiers anneaux se transforment en spirales qui, en partant du centre tournent dans le sens de la rotation du quartz si le mica est à 45° du côté de l'analyseur et en sens inverse s'il est du côté du polariseur.

3° La lumière est polarisée et analysée circulairement, les axes des tourmalines sont à 45°.

Les anneaux du Spath sont sans croix, si les tourmalines sont croisées le centre des anneaux est noir, si elles sont parallèles le centre est blanc; il en est de même si les circulaires sont de même sens ou de sens contraire.

Ces anneaux sans croix sont donnés par tous les uniaxes. La houppe noire des biaxes taillés perpendiculairement à un axe et les hyperboles des biaxes taillés perpendiculairement à la ligne moyenne disparaissent dans la lumière polarisée et analysée circulairement.

Les anneaux et les lemniscates restent seuls et les franges sont à centre noir ou blanc suivant que les circulaires sont de même sens ou de sens contraire.

4° Les axes des micas ne sont pas dans les azimuts 45° ou 90°, la lumière est polarisée et analysée elliptiquement.



Fig. 41.

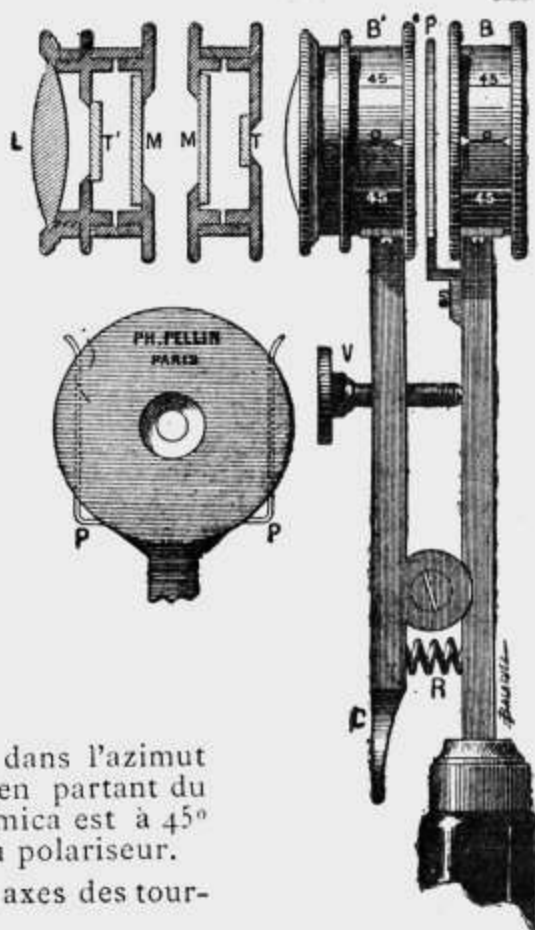


Fig. 42.

Les anneaux sont sans croix, mais se distinguent des précédents par la tache centrale qui n'est plus ronde.

Annales de Chimie et Physique, V^e série, tome 18, 1879.

- 134 Deux parallélépipèdes de Fresnel**, pour produire la polarisation circulaire, avec leurs montures..... 50 fr.
- 135 Deux lames de mica** ayant l'épaisseur dite d'un quart d'onde, pour produire la lumière polarisée circulairement..... 12 fr.
- 136 Appareil de Norremberg** pour l'étude de la lumière polarisée; avec lentille de champ (*Fig. 43*)..... 160 fr.
- 137 Analyseur biréfringent** pour monter à la place du nicol sur le n^o 136..... 25 fr.
- 138 Plaque à deux rotations de Soleil père** permettant de mettre au point zéro l'appareil n^o 136; avec sa monture..... 20 fr.
- 139 Analyseur à lame d'argent de Bertin**, pour la polarisation elliptique, par réflexion, des surfaces métalliques, se place sur les n^{os} 136-141-142-143..... 70 fr.

On enlève l'analyseur de l'appareil Norremberg et à sa place on monte une bonnette qui porte une lame de glace argentée à sa surface, cette glace est inclinée à 18° sur le rayon polarisé de l'appareil, et se termine par un tube destiné à recevoir l'analyseur, nicol ou biréfringent.

Dans ces conditions on obtient le même résultat que si on ajoutait un mica 1/4 d'onde indépendant de l'analyseur ordinaire. La lame cristallisée à observer, étant au-dessous du miroir métallique, la lumière est toujours polarisée rectilignement et analysée elliptiquement.

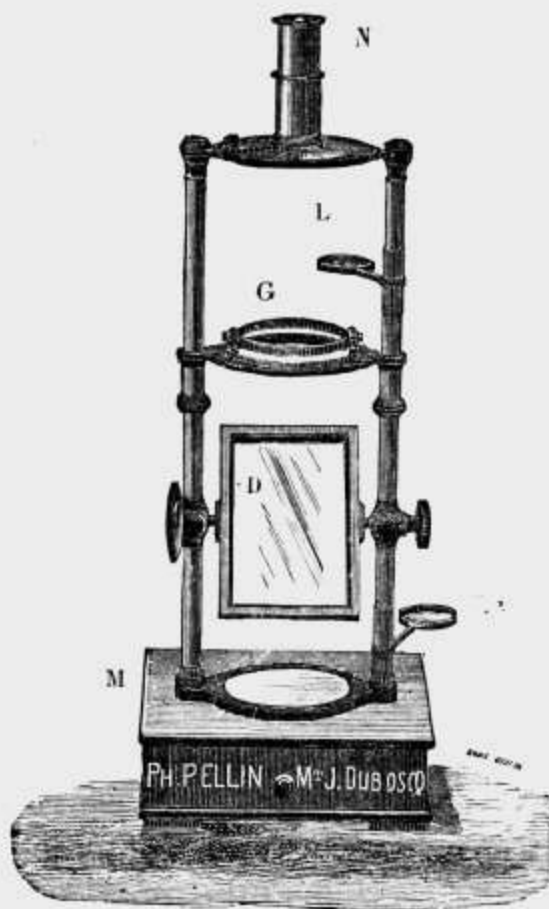


Fig. 43.

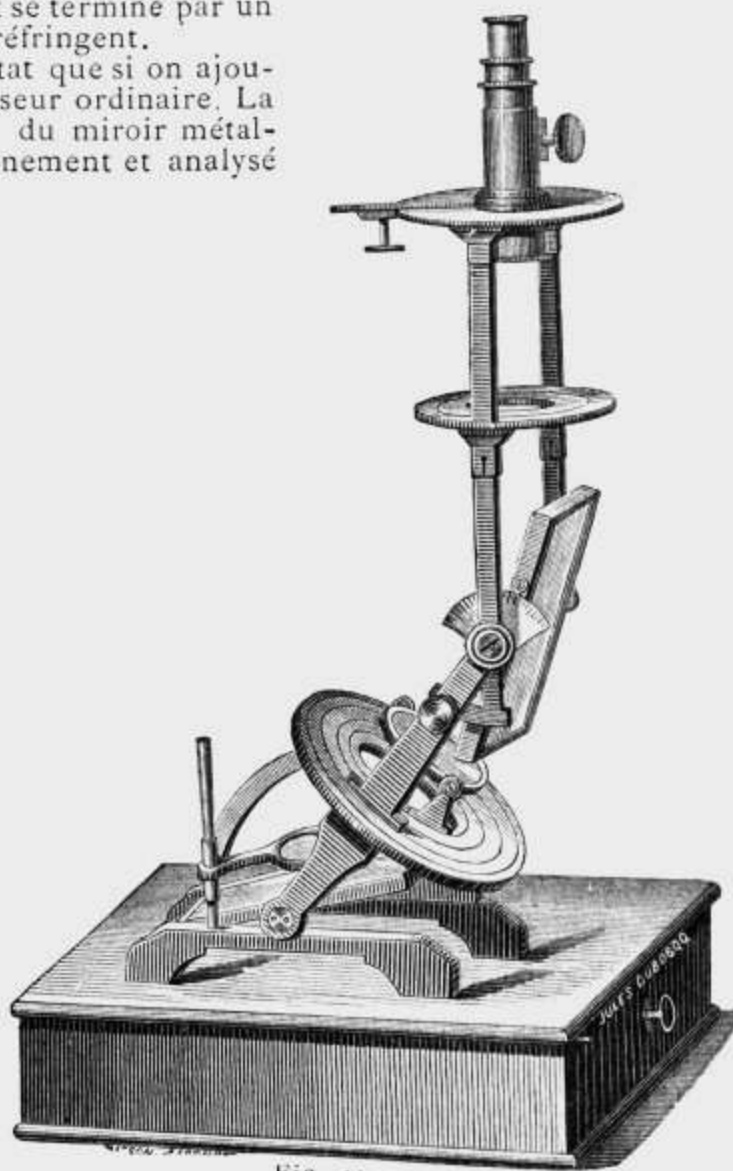


Fig. 44.

Si on place sur le support du Norremberg côte à côte un quartz parallèle rouge et un perpendiculaire rouge; avec l'analyseur Nicol sans lame d'argent, le premier donne les couleurs complémentaires de la polarisation rectiligne et l'autre, celles de la polarisation rotatoire; mais si on interpose le tube à réflexion métallique, en tournant le nicol, les deux lames cristallisées paraissent avoir changé de place; la polarisation rectiligne de l'une est devenue la polarisation rotatoire de l'autre.

Annales, Chimie et Physique, V^e série, tome XVIII, 1879.

140 Appareil de Norremberg, perfectionné par Wheatstone et muni d'un microscope polarisant d'Amici. (Fig. 44)..... 600 fr.

On peut incliner l'axe de cet appareil de manière à transmettre à l'œil de l'observateur des rayons lumineux polarisés elliptiquement par réflexion sur des miroirs métalliques.

141 Appareil de Norremberg, disposé pour observer les phénomènes de polarisation que présentent les cristaux à un axe et à deux axes, dans la lumière parallèle et dans la lumière convergente..... 650 fr.

Un microscope d'Amici adapté à l'appareil permet d'observer la direction des axes et d'en mesurer l'angle.

L'observation peut être faite dans l'air ou dans les liquides dont on fait varier la température.

142 Microscope polarisant, petit modèle. Système d'Amici et de Norremberg, pour l'observation des axes des cristaux..... 200 fr.

Présenté à l'Académie des Sciences, 1^{er} juillet 1844.

143 Le même, avec support horizontal et étuve pour chauffer les cristaux; sert à mesurer les axes à différentes températures; avec goniomètre.... 420 fr.

144 Appareil de Delezenne permettant de montrer les franges qui se produisent toutes les fois que la lumière polarisée traverse deux plaques de quartz perpendiculaire à l'axe, inclinées l'une par rapport à l'autre..... 150 fr.

145 Appareil de Müller pour les anneaux colorés du spath..... 45 fr.

Cet appareil permet de voir simultanément les anneaux du spath avec la croix blanche et la croix noire.

146 Spath Bertrand montrant le phénomène ci-dessus..... de 15 à 40 fr.

147 Plaque de Spath entre deux prismes de Spath (montrant le phénomène ci-dessus)..... de 25 à 50 fr.

POLARISCOPES

148 Polariscopes de Babinet, montrant la polarisation au moyen d'un verre trempé; un Nicol comme analyseur..... 35 fr.

149 Polariscopes de Savart, donnant des franges au moyen de deux plaques de quartz taillées à 45° de l'axe et à axes croisés; une tourmaline comme analyseur.. 35 fr.

150 Polariscopes Savart, modifié spécialement pour la polarisation atmosphérique par M. Cornu, donnant des franges au moyen de deux plaques de quartz taillées à 45° de l'axe et à axes croisés — une tourmaline comme analyseur — série de verres de couleurs. 50 fr.

151 Polariscopes d'Arago, muni d'une plaque à deux rotations de Soleil père, servant à faire connaître la direction du plan de polarisation; un prisme biréfringent comme analyseur..... 35 fr.

152 Polariscopes de Sénarmont, donnant des franges par quatre prismes de quartz perpendiculaire et de rotation inverse, accolés deux à deux; un Nicol comme analyseur..... 50 fr.

153 Polariscopes de Bravais, à teinte plate, au moyen de deux lames de mica taillées à 45° de l'axe et à axes croisés; un Nicol comme analyseur..... 35 fr.

Cyanomètre d'Arago-Duboscq, de M. Crova, Photopolarimètre de M. Cornu (Voir Fascicule III).

COMPENSATEURS

154 Compensateur de Babinet, composé de deux prismes de quartz parallèle à l'axe et à axes croisés, monté sur liège..... 35 fr.

155 Compensateur à franges de Babinet, avec monture, vis micrométrique et tambour divisé (Fig. 46)..... 150 fr.

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

- 156 Compensateur à teinte plate de Bravais**, avec monture, vis micrométrique et tambour divisé 150 fr.
- 157 Compensateur à franges de Babinet et à teinte plate de Bravais**, sur une même monture, vis micrométrique et tambour divisé 200 fr.
- 158 Compensateur à teinte plate de H. Soleil**, quartz parallèles. 150 fr.
- 159 Compensateur de Soleil père**, composé de deux quartz prismatiques, perpendiculaires à l'axe donnant un maximum d'épaisseur d'un millimètre de quartz 150 fr.
- 160 Le même**, donnant de 1 à 10 millimètres de quartz, pour les recherches de laboratoire 200 fr.
- 161 Grand cercle de Jamin et Sénarmont**, pour la mesure précise des angles, des indices de réfraction et l'étude des lois de la polarisation de la lumière réfléchi sur les substances métalliques ou cristallisées et sur les liquides. Diamètre du cercle 260 millimètres 1500 fr.

Ce cercle monté sur une forte colonne avec pied à vis calantes, peut être placé soit horizontalement soit verticalement; son diamètre est de 260 millimètres, sa division est en sixièmes de degré, les alidades porte-lunettes ont des verniers divisés de 59 en 60 donnant les 10 secondes. (Fig. 45).

Deux petits cercles avec alidades, reçoivent le polariseur **Foucault** ou **Nicol** et les analyseurs **Nicol** ou prisme biréfringent. Ces cercles portent des divisions en demi-degrés et les alidades avec double vernier de 29 en 30, donnent la minute. Les analyseurs **Nicol** et prisme biréfringent peuvent recevoir, soit une loupe, soit une lunette de Galilée.

Une lunette avec réticule rectifiable, un collimateur avec réticule et fente à ouverture variable.

Un prisme en flint de 60°; un prisme creux de 60° pour les indices de réfraction des liquides.

Deux platines porte-prismes; l'une avec glace, l'autre munie de trois vis calantes pour dégauchir dans le plan horizontal et deux vis de rappel pour se centrer par rapport à l'axe vertical de l'instrument.

Une plaque à deux rotations avec lentille de champ.

Un porte-miroirs avec rappel et bascule pour observer la réflexion simple ou multiple.

Une série de seize miroirs : 2 en flint, 2 en crown, 2 en acier, 2 en cuivre, 2 en argent, 2 en or, 2 en métal de télescope, 1 moitié métal moitié obsidienne, 1 en spath-fluor.

Un compensateur **Babinet-Jamin**, avec vis micrométrique à pas d'un demi-millimètre, tambour divisé en cinquante.

Un appareil à anneaux colorés (Fig. 48)

Deux tubes terminés par des glaces parallèles pour l'observation des cristaux dans les liquides.

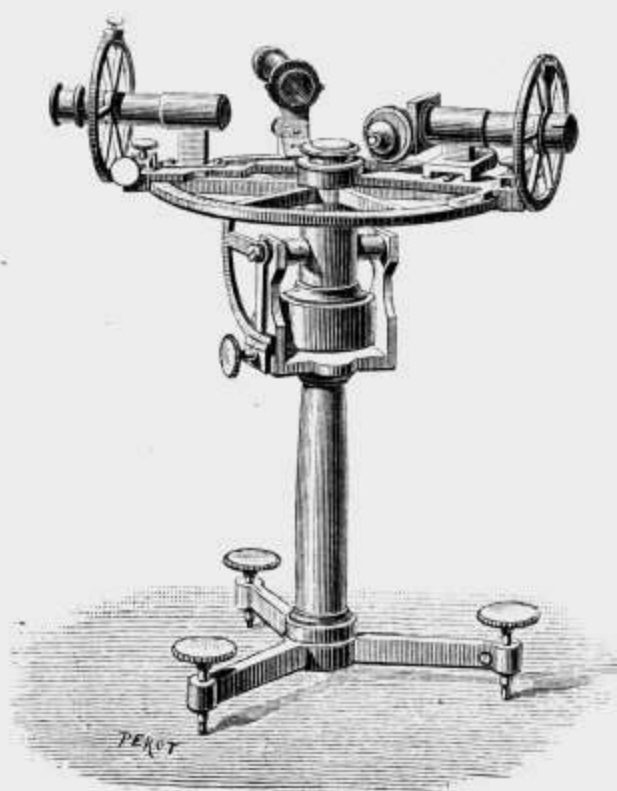


Fig. 45.

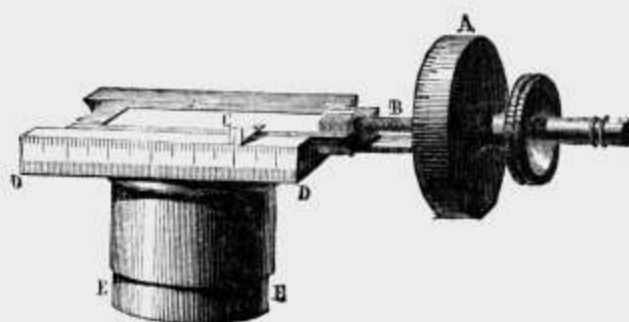


Fig. 46

Une cuve avec support ayant en son centre une glace plane noire.

Un porte-glace avec glace parallèle pour l'étude de l'action de la lumière polarisée sur les surfaces cristallines; le rayon incident arrivant normalement à ces surfaces.

Tous les accessoires sont dans un nécessaire gainé.

Une notice spéciale avec figures indique les positions relatives de chaque pièce dans les diverses expériences.

(*Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, tome XXIX, juillet 1850), Mémoire de **Jamin**.

Le premier appareil a été construit par la Maison, d'après les indications de Jamin.

162 Le même, avec cercle de 0^m,35..... 2500 fr.

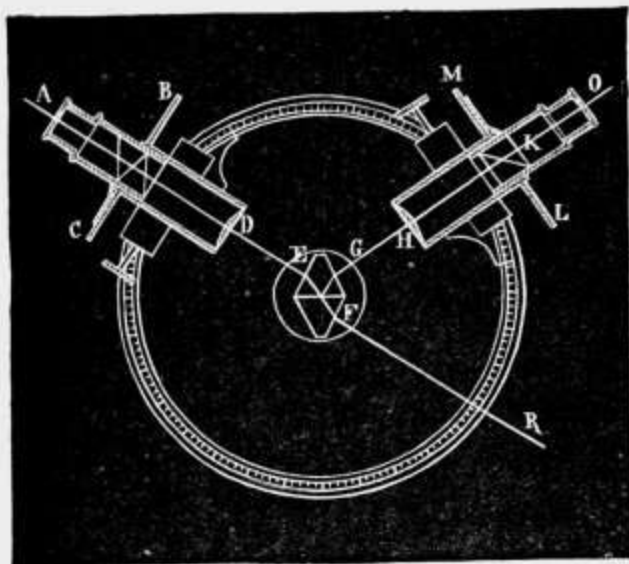


Fig. 47.

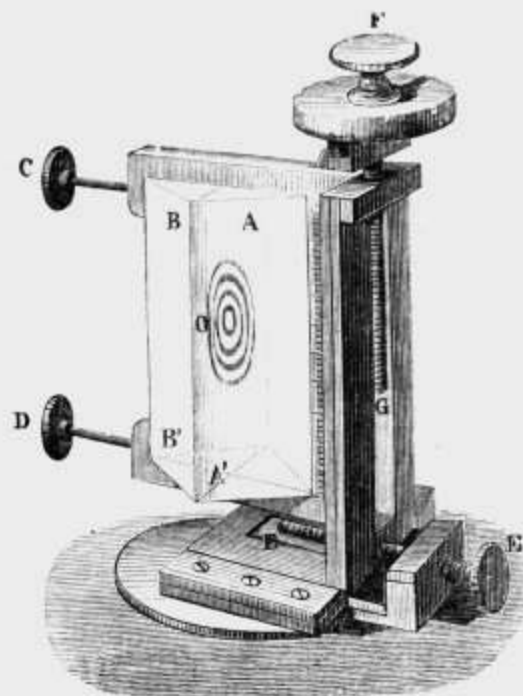


Fig. 48.

L'appareil Jamin peut servir à étudier la polarisation elliptique que subit la lumière en traversant les métaux.

M. G. Meslin a montré qu'en traversant des couches d'or dont les épaisseurs ont varié de 6 μ à 100 μ millièmes de micron, le retard des deux composantes était donné par la formule.
(Académie des Sciences 1888. — Annales de Chimie et Physique 1890. — Journal de Physique 1890.)

$$\frac{\delta}{\lambda} = \sin^2 i \frac{e}{e+60}$$

Pour la mesure des éléments de la polarisation elliptique, M. G. Meslin indique qu'il est avantageux pour mesurer les deux éléments de la polarisation elliptique (retard des composantes et rapport des amplitudes) d'employer en les associant le compensateur à franges de Babinet et le compensateur à teinte plate de Bravais; chacun d'eux étant plus sensible que l'autre pour une de ces mesures.
(Journal de Physique, 1890).

DICHROÏSME

C'est à BREWSTER que nous devons presque tout ce que nous savons sur le dichroïsme des cristaux. DE SÉNARMONT s'est occupé de la question et a produit le dichroïsme artificiel.

163 Loupe dichroscopique..... 35 fr.

CRISTAUX DICHROÏTES

Axe optique positif

164 Quartz enfumé.....	de 10 à 15 fr.
165 Topaze enfumée.....	de 10 à 15 fr.
166 Quartz améthyste à 45° de l'axe.....	de 10 à 15 fr.
167 Acétate de cuivre.....	18 fr.
168 Pierre de lune.....	10 fr.

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

Axe optique négatif

169 Spath calcaire de Saint-Denis.....	5 fr.
170 Saphyr de Ceylan.....de	5 à 15 fr.
171 Émeraude du Pérou.....de	5 à 15 fr.
172 Tourmaline de Sibérie.....de	5 à 15 fr.
173 Cube de tourmaline taillé perpendiculairement et parallèlement à l'axe.....de	20 à 50 fr.

Appareils de projection dans la lumière polarisée

174 Microscope de projection, avec polariseur et analyseur (voir nos 109, 112, 125). *Fascicules I, II.*

175 Appareil de M. Munier-Chalmas pour la projection en lumière parallèle des lames de roches, dans la lumière polarisée 1380 fr.

Il se compose d'un banc surélevé par une colonne et un pied à vis calantes ; sur ce banc, à la hauteur du faisceau lumineux émanant de la lanterne à projection, sont placés en A un polariseur qu'on peut mettre ou enlever par un mouvement de bascule, en B un diaphragme iris en avant du focus, en C un disque sur lequel sont fixées, au moyen d'un ressort, les préparations à projeter dans le cours ; un autre disque C' peut être facilement substitué au premier.

Chaque préparation peut tourner sur elle-même et se substituer rapidement à la précédente ; un contre-poids E maintient le disque dans l'azimut déterminé. En F un support mobile sur le banc, ayant un mouvement rapide avec crémaillère et pignon G et un mouvement lent avec la vis H, reçoit un porte-revolver sur lequel sont fixés les divers objectifs de projection ; on peut ainsi changer rapidement d'objectif suivant les préparations à projeter.

En K est un diaphragme mobile autour de son centre ; il porte cinq ouvertures : une libre, deux avec mica et deux avec teinte sensible. Ces micas et ces teintes sensibles sont disposés de telle façon que leur axe fait de part et d'autre de la verticale un angle de 45°.

Enfin en L un nicol analyseur, monté comme le polariseur A, peut disparaître du champ et comme lui prendre divers azimuts. On peut donc avec cet appareil projeter les lames de roches en lumière naturelle, en lumière polarisée et analysée, avec ou sans l'emploi des micas et teintes sensibles.

Pour éclairer l'appareil, il faut une lanterne n° 66 avec condenseur spécial.... 270 fr.
Et un régulateur électrique à main..... 150 fr.

Cet appareil a été étudié par M. Léon Bertrand, sous la direction de M. Munier-Chalmas et construit par M. Pellin.

On peut aussi employer la lanterne n° 75 avec condenseur spécial. (*Fascicules I, II.*)..... 355 fr.

176 Condenseur et objectif spécial pour la projection des lames minces en lumière convergente. (*Construit pour M. Friedel, Ecole des Mines de Saint Etienne, 1899*) en sus..... 80 fr.

177 Lames de roches..... 5 à 10 fr.

178 Appareil perfectionné de M. Jules Duboscq, pour les expériences de polarisation et de projection des cristaux en lumière polarisée..... 650 fr.

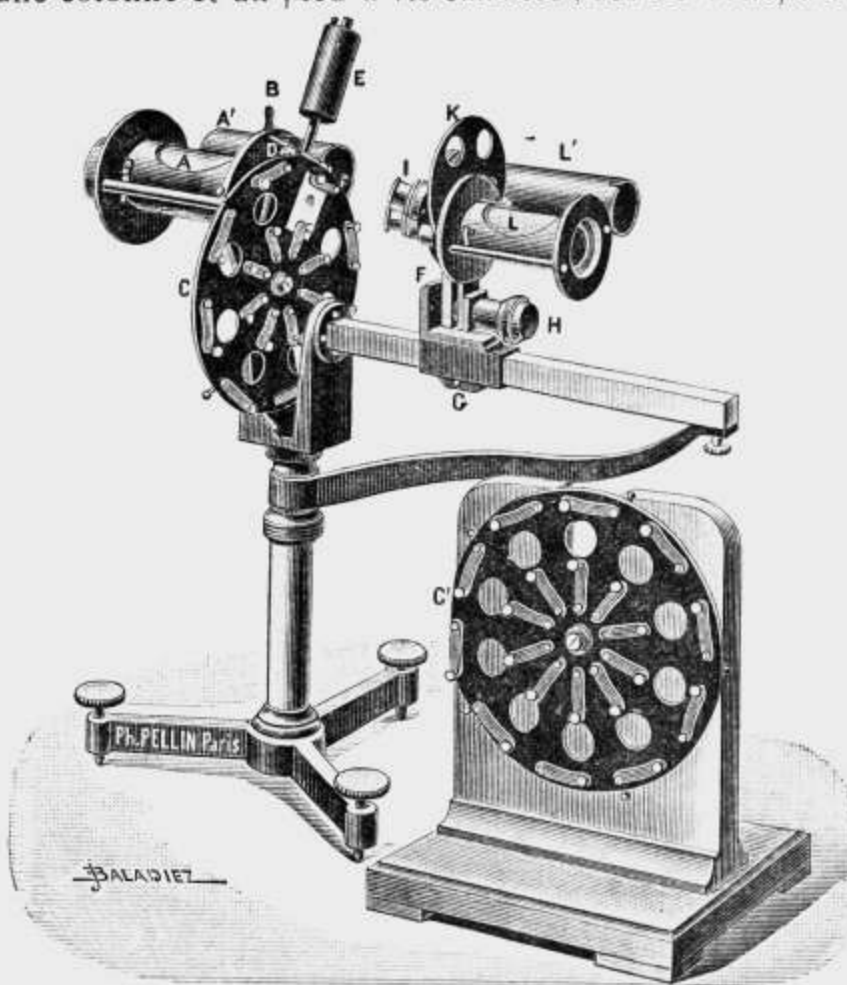


Fig. 49.

Cet appareil permet de projeter les trois classes d'expériences de polarisation.

1° Celles qui se font en *lumière parallèle*.

Polarisation blanche, chromatique, rotatoire, dichroïque.

Franges du compensateur Babinet, figures du gypse, couleurs des verres trempés, courbés ou chauffés, lames vibrantes.

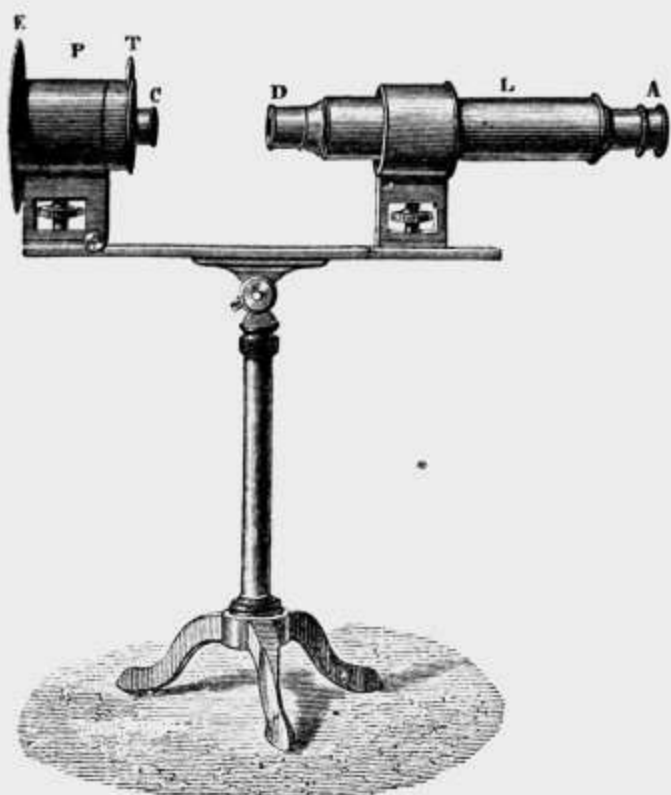


Fig. 50

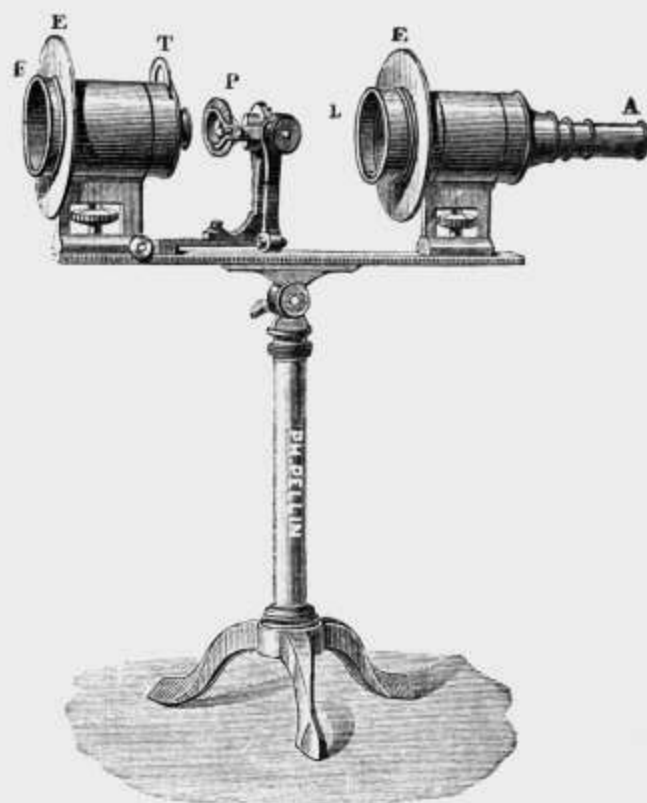


Fig. 51.

2° Celles qui devraient se faire en lumière parallèle, mais qui, exigeant beaucoup de champ, ne peuvent se produire réellement qu'en *lumière divergente*.

3° Enfin celles qui se font en *lumière convergente*.

Lumière parallèle

1^{re} SERIE. — Polarisation blanche — Polarisation par réflexion — Polarisation par réfraction. (Fig. 52).

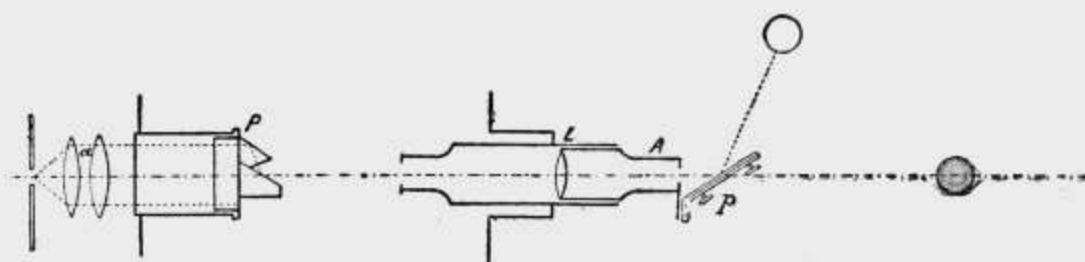


Fig. 52.

a Condenseur de la lanterne donnant des rayons parallèles.
P Polariseur Delezenne.

L Lentille de projection fixée dans le tube A.
p Pile de glaces, Analyseur.

Polarisation par double réfraction (Fig. 53) par un nicol, par une tourmaline. — Expériences des rhomboïdes d'Huygens.

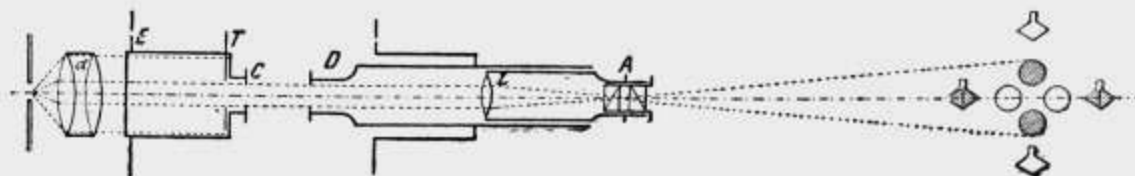


Fig. 53.

a Condenseur de la lanterne donnant des rayons parallèles.
T Diaphragme à trous.
D Diaphragme en losange.

L Lentille de projection, fixée dans le tube.
A Prisme biréfringent, simple ou double pour Analyseur.

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

2^e SÉRIE, Dichroïsme; 3^e SÉRIE, Polarisation chromatique; 4^e SÉRIE, Polarisation rotatoire. Saccharimètre Soleil-Duboscq. — Saccharimètre à pénombres de M. Cornu, spectres cannelés (Fig. 54).

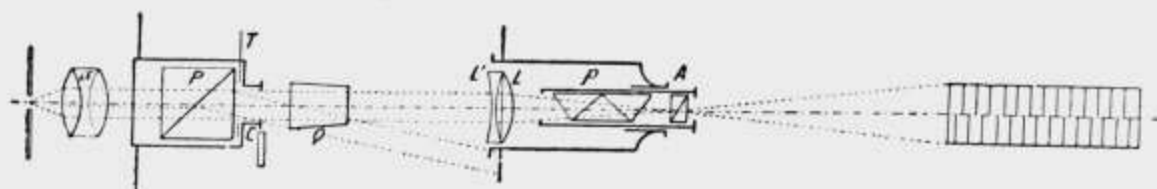


Fig. 54.

a Condenseur de la lanterne donnant des rayons parallèles.
P Polarisateur biréfringent.
T Diaphragme à trous.
C Ouverture rectiligne.

LL' Lentilles de projection.
P Prisme à vision directe.
A Prisme biréfringent, analyseur.
Q Canon de quartz perpendiculaire posé sur une tablette.

5^e SÉRIE. — Polarisation circulaire et elliptique.

Lumière divergente

1^{re} SÉRIE. — Polarisation chromatique (Fig. 55).

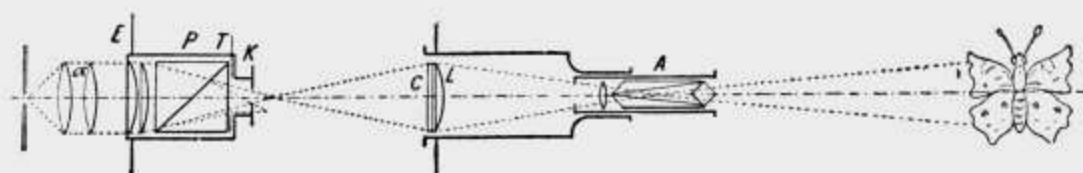


Fig. 55.

a Condenseur de la lanterne donnant des rayons parallèles.
E Focus.
P Polarisateur biréfringent.
T Diaphragme à trous.

K Bonnette à trous de 5 millimètres.
C lame de gypse.
L Lentille convergente.
A Nicol analyseur avec sa petite lentille.

2^e SÉRIE. — Double réfraction irrégulière.

Verres trempés — Larmes bataviques — Verre chauffé — Verre comprimé — Verre courbé — Verre ployé — Verre vibrant — Presse-Soleil — Quartz et spath — Quartz et émeraude.

Lumière convergente

Projection des cristaux à un axe — Anneaux du spath (Fig. 56).

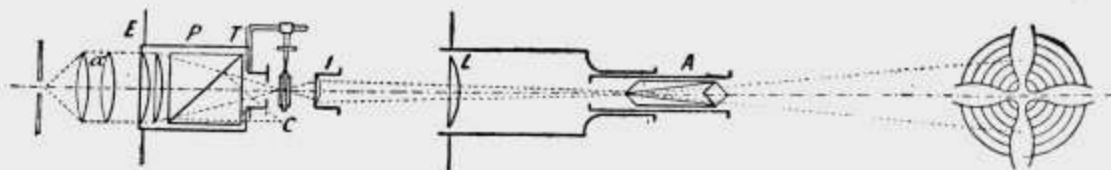


Fig. 56.

a Condenseur de la lanterne donnant des rayons parallèles.
E Focus.
P Polariseur biréfringent.
T Diaphragme à trous.

C Bonnette à ouverture de 5 millimètres.
I Petite lentille convergente.
L Lentille convergente.
A Nicol analyseur.

Cristaux à pouvoir rotatoire — Cristaux obliques — Lames de mica donnant la polarisation elliptique circulaire.

Projection des cristaux à deux axes (Fig. 57).

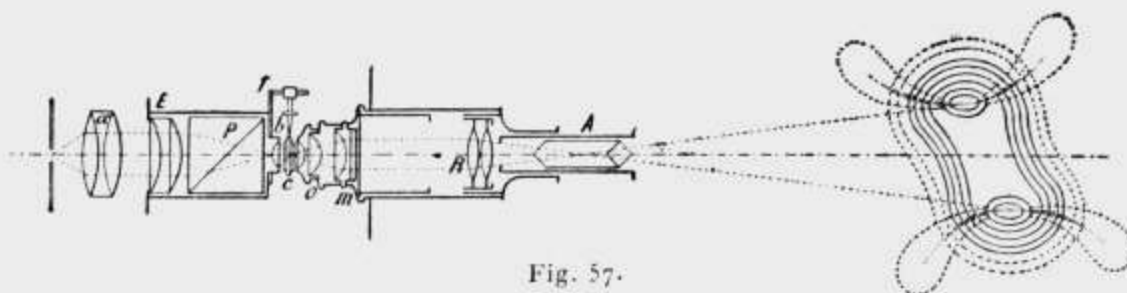


Fig. 57.

a Condenseur de la lanterne donnant des rayons parallèles.
E Focus.
P Prisme biréfringent polariseur.
T Diaphragme à trous.
b Petite lentille 5 millimètres de diamètre.

c Cristal maintenu dans sa pince.
o Système objectif du microscope.
m Micromètre divisé sur glace.
R Système de lentilles de projection (gravé : microscope).
A Nicol analyseur.

Avec cet appareil, un nicol et un spath Desains on projette les expériences de Desains en lumière naturelle ou polarisée.

La figure 58 représente la projection de deux rayons lumineux, l'un cylindrique et l'autre conique traversant un spath suivant son axe; la figure 59 suivant une direction perpendiculaire à cet axe, et enfin la figure 60 suivant les faces de clivage.

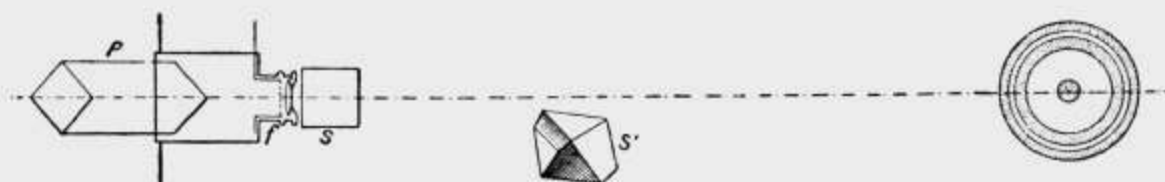


Fig. 58.

Mêmes dispositions que pour l'expérience précédente, on ajoute P Polariseur dont la section principale est verticale ou horizontale.

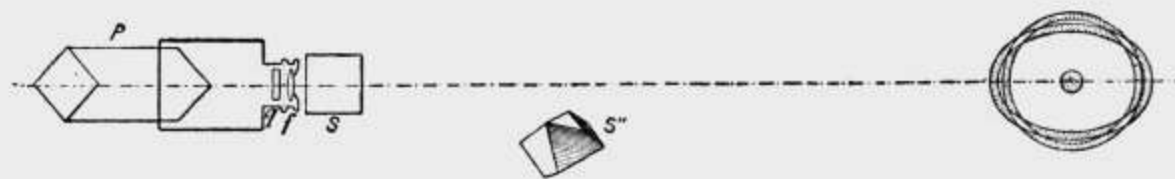


Fig. 59.



Fig. 60.

a Condenseur de la lanterne donnant des rayons parallèles.
T Diaphragme à trous.

f Diaphragme circulaire à trou central.
S Spath posé sur une petite tablette.
S Lentille à projection.

En lumière polarisée avec interposition d'un quartz perpendiculaire, ces expériences sont particulièrement brillantes, les couleurs étant toujours complémentaires dans les deux anneaux.

179 Spath Desains, taillé suivant trois directions, perpendiculaire, parallèle à l'axe, et faces naturelles..... 300 à 500 fr.

180 Nicol polariseur pour les expériences de Desains..... 300 à 500 fr.

Avec un peu de pratique on peut se servir du prisme biréfringent de l'appareil n° 178 comme polariseur.

181 Appareil de Jules Duboscq, modèle plus simple que le n° 178. 400 fr.

Avec ce modèle on peut projeter la polarisation par réflexion, réfraction et par double réfraction par un nicol — Expérience des rhomboédres d'Huygens — La Polarisation chromatique — Cristaux à un axe ou à deux axes très rapprochés.

Les appareils n°s 178-181 se placent sur le trajet des rayons solaires renvoyés par les héliostats ou devant les lanternes n°s 66, 67, 68, 73, 74, 75. Fascicules I, II.

Journal de Physique, tome IV, 1875.

Une notice détaillée est remise avec chaque appareil.

Accessoires des appareils de Polarisation

- 182 Collection de cristaux pour les appareils nos 178-181..** de 50 à 200 fr.
- 183 Lames de chaux sulfatée ou Sélénites**, sur lesquelles sont dessinés en creux des figures géométriques, des fleurs, des papillons.....de 8 à 50 fr.
Ces lames vues en projection dans la lumière polarisée se colorent des teintes les plus vives ; en tournant l'analyseur, on obtient les couleurs complémentaires.
- 184 Cuve à acide phénique.** Expérience de M. Mascart, permettant de connaître le degré de trempe d'un verre et sa pureté moléculaire (*Société de Physique, 13 mars 1874*) 20 fr.
- 185 Verres trempés**, de diverses formes.....de 5 à 10 fr.
- 186 Presse pour comprimer une lame épaisse de verre....** 20 fr.
- 187 Lame de verre** de rechange 2 fr.
- 188 Presse double de Soleil père**, pour comprimer simultanément deux parallélépipèdes en spath et en quartz, taillés perpendiculairement à l'axe, et montrer ainsi que la double réfraction dans le spath se produit perpendiculairement à la compression et dans le quartz parallèlement à la compression..... 45 fr.
- 189 Parallélépipède en spath** pour la presse Soleil père..... 20 fr.
- 190 Parallélépipède en quartz** pour la presse Soleil père..... 20 fr.
On peut remplacer avantageusement le spath par l'émeraude, ainsi que nous le faisons d'après les indications de Mallard. Le spath, en effet, s'écrase facilement sous la pression et ne peut servir qu'une fois, tandis qu'un double parallélépipède en quartz et émeraude peut résister à de nombreuses expériences.
- 191 Parallélépipède double en quartz et émeraude.....** 30 fr.
- 192 Presse pour courber une lame de verre.....** 20 fr.
- 193 Lame de verre** de rechange 3 fr.
- 194 Appareil pour chauffer un cube de verre.....** 20 fr.
- 195 Cube de verre** de rechange..... 5 fr.

Cristaux à un axe

- 196 Quartz droit** taillé perpendiculairement à l'axe..... 5 à 10 fr.
- 197 Quartz gauche** — — 5 à 10 fr.
- 198 Collection de huit quartz** perpendiculaires à l'axe donnant les couleurs du spectre, lorsque les polariseur et analyseur sont à l'extinction, et permettant de projeter les spirales d'Airy en accouplant deux quartz de même épaisseur et de rotation contraire.. 60 fr.
- 199 La même** avec échantillons de grandes dimensions..... 85 à 100 fr.
Ces quartz sont de rotation droite et gauche, afin de pouvoir faire des combinaisons d'épaisseur soit par addition en employant ceux de même rotation, soit par soustraction en employant ceux de rotation contraire.
- 200 Quartz à deux rotations naturelles.....** 10 à 50 fr.
- 201 Quartz à deux rotations artificielles.....** 10 à 20 fr.
- 202 Quartz à deux rotations de Soleil père** 15 à 25 fr.
- 203 Quartz oblique à l'axe.....** 5 à 10 fr.
- 204 Quartz parallèle mince. Rouge** pour les couleurs complémentaires..... 10 fr.
- 205 Quartz parallèle mince, teinte sensible** 10 fr.
- 206 Quartz parallèle mince taillé en sphère concave d'après Biot.....** 25 fr.

Avec les nos 205, 206, on peut répéter les expériences de Plucker

Maison Jules DUBOSCQ, 21, rue de l'Odéon, Paris

207 Quartz perpendiculaire , moitié droit, moitié gauche, taillé en sphère concave.....	30 fr.
208 Canons de quartz, avec deux faces travaillées perpendiculairement à l'axe.....	25 à 70 fr.
209 Bi-Quartz Bravais	40 fr.
210 Compensateur Babinet , monté en liège; composé de deux prismes de quartz parallèles à l'axe et dont les axes sont croisés	35 fr.
211 Deux quartz parallèles à l'axe et axes croisés, donnant les hyperboles équilatères de Delezenne.....	12 fr.
212 Deux quartz parallèles , id. pour avoir les hyperboles mobiles, monture en cuivre.....	35 fr.
213 Deux quartz obliques à l'axe et à axes croisés constituant le polariscope Savart	15 fr.
214 Deux quartz perpendiculaires (Jaune) et de rotation inverse pour la projection des Spirales d'Airy.....	12 fr.
215 Deux quartz prismatiques , perpendiculaires à l'axe et de rotation inverse donnant les franges de Soleil père.....	30 fr.
216 Quatre quartz prismatiques id. constituant le polariscope Sénarmont.....	60 fr.
217 Spaths perpendiculaires à l'axede	5 à 10 fr.
218 Spaths — — hémotropes.....de	8 à 15 fr.
219 Deux spaths perpendiculaires à l'axe avec lame de mica pour l'hémotropie artificielle.....	30 fr.
220 Plaque de spath perpendiculaire entre deux prismes de spath pour montrer simultanément la croix noire et la croix blanche.....	50 fr.
221 Deux spaths parallèles donnant les hyperboles Delezenne...	15 fr.
222 Deux spaths parallèles — pour avoir les hyperboles mobiles, monture en cuivre.....	35 fr.
223 Tourmaline perpendiculaire.....	6 à 10 fr.
224 Béryl	6 à 10 fr.
225 Chromate de potasse suivant un des axes.....	4 à 6 fr.
226 Sucre — —	3 à 4 fr.

Cristaux à deux axes

227 Plomb carbonaté	5 à 20 fr.
228 Nitrate de Potasse	5 à 6 fr.
229 Baryte sulfatée	5 à 10 fr.
230 Aragonite	6 à 15 fr.
231 Feldspath à axes rapprochés.....	5 à 10 fr.
232 Sucre suivant la ligne moyenne.....	5 à 6 fr.
233 Mica parallèle 1/4 onde.....	5 à 8 fr.
234 Mica id. 1/2 —	5 à 8 fr.
235 Mica id. une —	5 à 8 fr.
236 Mica id. une — et demie.....	5 à 8 fr.
237 Cristaux dans une monture en cuivre rouge, pour être chauffés. Gypse. — Feldspath — Glaubérite.....	15 à 18 fr.

Ph. PELLIN, ingénieur civil, successeur

238 Appareil rotateur de Jules Duboscq, avec prisme à vision directe, prisme achromatique déviant, deux prismes biréfringents donnant l'un le rayon ordinaire centré et l'extraordinaire dévié, l'autre les rayons ordinaire et extraordinaire déviés..... **160 fr.**

Avec cet appareil, on montre en projection la persistance des impressions sur la rétine, la décomposition de la lumière blanche par un prisme, la recombinaison par le spectre lui-même, la dépolarisation par la rotation rapide de l'analyseur, les plans d'extinction à angle droit des rayons ordinaire et extraordinaire.

239 Polariseur disposé pour se monter sur l'appareil n° 238..... **55 fr.**

240 Plaque de quartz perpendiculaire rouge avec sa bonnette pour l'appareil n° 238..... **15 fr.**

241 Appareil rotateur perfectionné de Goni, se place devant la garniture n° 81, le porte lumière n° 10 et les lanternes n° 66, 67, 68, 73, 74, renfermant comme source de lumière, les appareils électriques n° 44, 45, 46, 47, ou devant la lanterne n° 75 *Fascicules I, II* **450 fr.**

Pour les expériences à faire avec les n°s 238-241, voir *Fascicules I, II*.

Cristaux pour l'Appareil Melloni.

242 Plaque Sel Gemme 10 m/m.....	5 à 10 fr.
243 Prisme	15 à 30 fr.
244 Lentille	5 à 30 fr.
245 Plaque	5 à 30 fr.
246 Tourmaline	20 fr.
247 Verre vert	3 fr.
248 Verre rouge	3 fr.
249 Verre noir	3 fr.

Maison Jules DUBOSCQ

PH. PELLIN, Ingénieur civil, Successeur

PARIS. — 21, Rue de l'Odéon, 21. — PARIS

Seule entrée au fond de la Cour

Le Catalogue complet comprend 10 Fascicules.

I et II. — Sources lumineuses et Appareils de projection.

Lumière solaire — Héliostats — Porte-lumière — Lumières artificielles
Lumière oxhydrique — Oxyéthérique — Lumière électrique
Lanternes diverses — Cônes de projection, modèle simple et perfectionné
Prisme redresseur — Microscopes solaires — Appareil vertical — Polyorama
Mégascope — Appareils de projection dans la lumière polarisée.

III. — Photométrie.

Unités diverses — Unité étalon — Photomètres — Spectrophotomètres
Mesure des intensités — Photopolarimètre

IV. — Interférences — Diffraction — Polarisation — Double réfraction.

Appareils pour les expériences d'interférences — Diffraction — Anneaux colorés
Réseaux — Polariseurs — Analyseurs — Appareils divers.

V. — Réflexion — Réfraction — Vision.

Miroirs plans, concaves, convexes, cylindriques, coniques, magiques
Prismes — Décomposition et recomposition de la lumière — Achromatisme
Lentilles concaves, convexes, périscopiques — à échelons — achromatiques
Focomètres — Diasporamètres
Chambres claires — Chambres noires — Lunettes astronomiques — Télescopes
Microscopes — Jumelles — Œils artificiels, différents modèles
Ophtalmoscopes — Optomètres — Persistance des impressions sur la rétine
Illusions d'optique — Stéréoscopes — Appareils de photographie.

VI. — Spectroscopie — Fluorescence — Phosphorescence.

Spectroscopes et Spectromètres divers modèles — Accessoires
Hématospectroscopes et Spectroscopes biologiques — Phosphoroscopes — Radiophone

VII. — Appareils de mesure.

Sphéromètres — Lunettes viseurs — Machines à diviser — Micromètres
Goniomètres divers — Réfractomètres de recherche — Réfractomètres industriels — Dilatamètre
Focomètres — Diasporamètres — Ellipsomètre — Chronographe enregistreur
Enregistreurs pour le magnétisme terrestre et l'électricité atmosphérique

VIII. — Polarimétrie. — Colorimétrie.

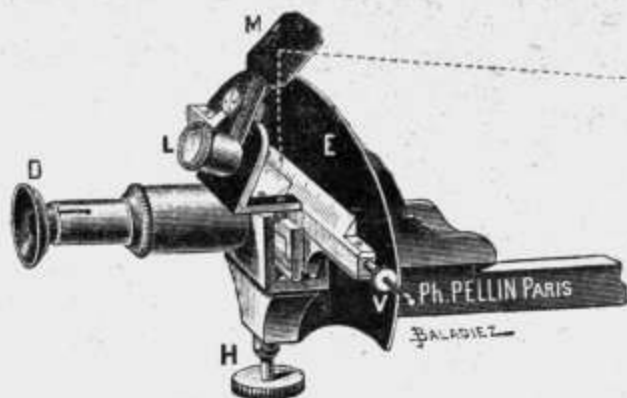
Polarimètres — Saccharimètres à lumière jaune et à lumière blanche
Diabétomètre — Glycosimètre — Colorimètres — Chromatomètres

IX. — Acoustique en projection.

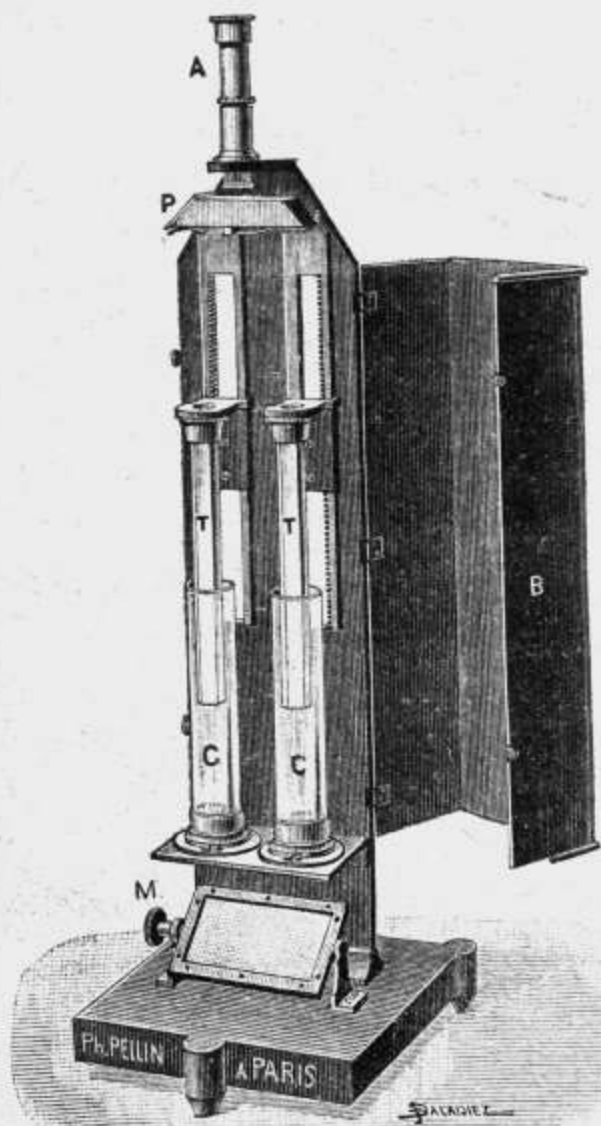
Appareils divers.

X. — Météorologie.

Appareils employés dans les Observatoires météorologiques.

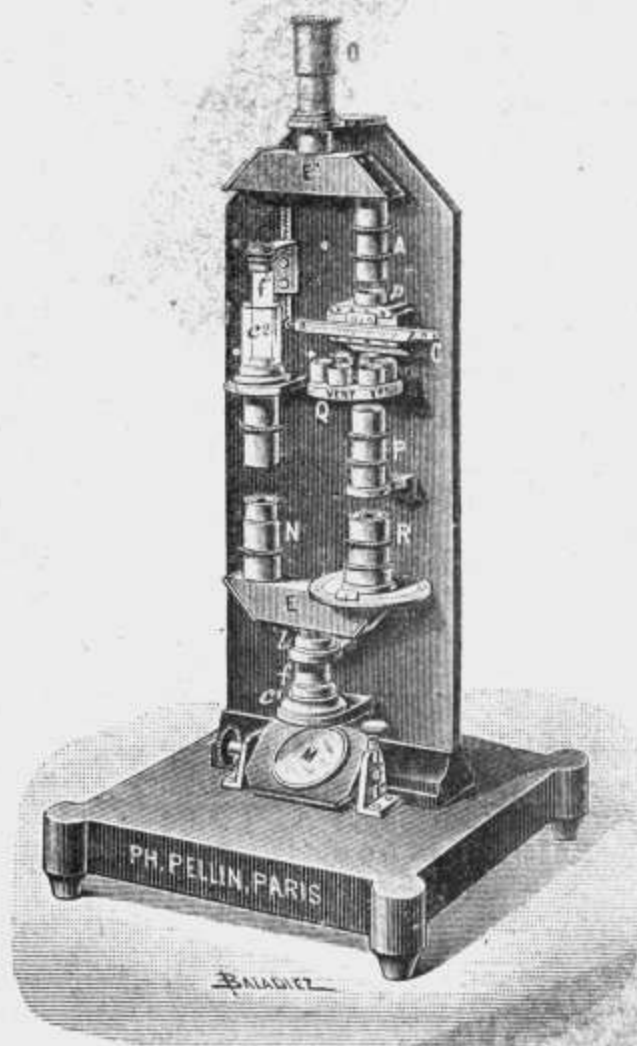


POLARIMETRE A PÉNOMBRES, A POLARISEUR FIXE OU VARIABLE.
SACCHARIMETRE A PÉNOMBRES A LUMIERE BLANCHE ET TOUS POLARIMETRES
ET SACCHARIMETRES.



COLORIMÈTRE PERFECTIONNÉ.

Voir Fascicule VII, POLARIMÉTRIE. SACCHARIMÉTRIE. COLORIMÉTRIE.



CHROMATOMETRE.