# THÈSE
## DE PHYSIQUE

SUR LA

# DIFFRACTION DE LA LUMIÈRE,

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS,



PAR J.-B. ABRIA,

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE NORMALE.



PARIS,

IMPRIMERIE DE BÉTHUNE ET PLON,

RUE DE VAUGIRARD, 36.

—

1838.

# THÈSE

SUR LA

# DIFFRACTION DE LA LUMIÈRE.

Lorsque les rayons lumineux émanés d'une source de dimensions très-petites sont interceptés en partie par un corps opaque, l'intensité de la lumière au-delà du corps, dans l'espace voisin de la limite de l'ombre géométrique, n'est pas ce qu'elle devrait être si la lumière se propageait toujours en ligne droite. Si elle est homogène, son intensité augmente et diminue successivement dans la partie qui devrait présenter un éclat uniforme : il en est de même dans l'intérieur de l'ombre lorsque l'écran est suffisamment étroit ; dans le cas contraire, elle diminue constamment à mesure que l'on s'éloigne de la partie éclairée. En outre, si la lumière employée n'est pas homogène, sa teinte varie d'un point à un autre. On aperçoit alors dans l'espace situé au-delà du corps par rapport au point lumineux des franges de forme variable avec celle de l'écran, alternativement brillantes et obscures, ou diversement colorées.

Ces phénomènes ont été décrits pour la première fois par Grimaldi. Newton leur a consacré le dernier livre de son optique : cet illustre physicien a assigné la cause de la coloration des franges dans la lumière blanche ; mais il n'a parlé nulle part des franges intérieures que présente l'ombre d'un corps étroit et n'a point soupçonné la forme de la ligne à laquelle appartiennent les différents points d'une même frange, forme qui a été assignée par Young dans le cas de deux ouvertures étroites, mais sans aucune vérification expérimentale.

L'étude des phénomènes de la diffraction a été le point de départ de Fresnel dans ses beaux travaux sur l'optique. Il les a mesurés avec une précision inconnue avant lui et en a donné la vraie théorie dans l'hypothèse des ondulations. A l'aide du principe de la superposition des petits mouvements, il a obtenu l'expression générale de l'intensité de la lumière en un point quelconque et l'a vérifiée en comparant la position calculée des points de plus grande ou de moindre intensité avec celle déterminée directement dans un grand nombre d'expériences faites soit sur les franges produites par le bord d'un écran, soit sur celles qu'on obtient avec une ouverture étroite ou un corps étroit.

L'accord qui règne dans presque tous les cas entre le calcul et l'observation rend bien probable que les formules trouvées par Fresnel donnent les vraies valeurs de l'intensité. Toutefois, il n'était pas sans intérêt de les vérifier par un autre procédé fondé, il est vrai, sur une règle empirique, mais dont l'emploi peut être regardé comme légitime, puisqu'il a réussi dans d'autres circonstances. En voici le principe : lorsque la lumière employée est blanche au lieu d'être homogène, la teinte en chaque point dépend des intensités relatives en ce même point des rayons de diverses couleurs qui composent la lumière blanche. Cela posé, si on mesure par des moyens micrométriques la position d'une frange de teinte connue, et si on calcule pour le lieu de cette frange, à l'aide des formules de Fresnel, l'intensité de la lumière pour chacune des sept couleurs du spectre, et par la règle de Newton, la nature et l'intensité de la teinte résultant du mélange de ces divers rayons colorés, on devra retrouver celle donnée par l'observation, si les formules représentent les intensités absolues, ou du moins relatives, des différents rayons. J'ai fait dans ce but un petit nombre d'expériences. J'ai pensé qu'à défaut de moyens photométriques applicables à ce genre de phénomènes ce travail ne serait pas complétement inutile, et j'ai été encouragé dans les longs calculs qu'il exigeait par l'opinion de M. Arago, qui, rapportant une observation faite dans le même sens par Fresnel, regarde sa conformité avec le calcul comme une vérification des formules sous le rapport de l'intensité (*). Je rapporterai les résultats auxquels je suis arrivé après avoir rap-

(*) Annales de chimie et physique, tome 11, page 30.

pelé la théorie de la diffraction telle que Fresnel l'a donnée, mais en présentant d'une manière différente sa solution du problème des interférences.

Dans la théorie des ondulations, on suppose les molécules des corps lumineux animées de mouvements vibratoires tels que pendant la durée d'une vibration, la vitesse de chaque molécule, d'abord nulle, croît jusqu'à un certain maximum, à partir duquel elle décroît jusqu'à zéro, change de signe, augmente jusqu'à un maximum égal et devient nulle de nouveau. Ces mouvements se communiquent à l'éther, et si on partage celui-ci en masses de grandeur insensible, chacune d'elles reçoit, comme les molécules lumineuses, des vitesses périodiquement variables. L'ébranlement reçu par le nerf optique est la cause de la sensation: sa nature dépend de la durée de la vibration qui, très petite pour les diverses lumières, est pour le rouge une fois et demie aussi grande que pour le violet.

L'expérience démontre que l'impression d'une lumière sur l'organe pour être sensible doit durer au moins $0'',001$ dans la plus basse évaluation, ce qui indique qu'il faut un très grand nombre d'oscillations pour que la sensation ait lieu. Or, on doit prendre pour mesure de l'intensité de la lumière la force vive possédée par les molécules du fluide pendant le temps nécessaire pour l'impression sensible : mais si, comme cela a toujours lieu, on veut seulement connaître le rapport de ces intensités en deux points différents, il suffit de calculer celui qui existe entre les sommes des carrés des vitesses que prennent en ces deux points les molécules éthérées pendant la durée d'une vibration : car, à cause du très grand nombre de vibrations qui ont lieu avant la sensation, on peut supposer ce nombre entier et le même pour les deux points.

Cela posé, je conçois, pour plus de simplicité, une couche d'éther terminée par deux plans parallèles, indéfiniment prolongés et situés à une distance très petite l'un de l'autre ; je suppose pour corps lumineux une ligne lumineuse perpendiculaire aux deux plans. Les mouvements se propageront circulairement autour de cette ligne, et les points ébranlés au même instant se trouveront sur une même surface cylindrique droite à base circulaire ayant pour axe la ligne lumineuse : cette surface est l'onde lumineuse. S'il se trouve quelque part un écran dans le fluide, les molécules éthérées en contact avec le plan auront une vitesse dont la composante normale au plan sera constamment nulle, et celle des molécules situées au-delà ne sera pas la même que si l'obstacle n'existait pas. Il s'agit de calculer cette vitesse et par suite l'intensité de la lumière en un point quelconque de l'espace situé au-delà du corps par rapport au point lumineux, mais seulement près de la limite de l'ombre géométrique.

Soient (Fig. 1) L la projection de la ligne lumineuse, A B la trace de l'écran, L A C la limite de l'ombre géométrique, A D M M′ X la portion non interrompue de l'onde lumineuse, P le point pour lequel on veut calculer l'intensité de la lumière.

Je décompose l'arc A X en parties de grandeur insensible, et je regarde, d'après le principe de la superposition des petits mouvements, la vitesse de P comme égale à la résultante statique des vitesses qu'il prendrait en vertu de l'action de chacun des éléments de l'onde. Il suffira, pour calculer cette résultante, de faire la somme de ces vitesses élémentaires, parce qu'en décomposant l'arc A X en parties dont les différences de distances à P soient successivement d'une demi-longueur d'ondulation, on peut regarder comme se neutralisant mutuellement les vitesses envoyées par les éléments tels que M M′ dont les directions sont inclinées sensiblement sur P M.

En prenant pour unité de vitesse la vitesse maximum des molécules éthérées, pour unité de temps la durée d'une oscillation, on a pour l'expression de la vitesse $u$ d'une molécule quelconque M de l'onde à l'époque $t$, en la supposant nulle à l'origine,

$$u = \operatorname{Sin} 2\pi t$$

$\pi$ étant le rapport de la circonférence au diamètre.

La vitesse que P recevra, à l'époque $t$, de l'élément $MM' = dz$, sera exprimée, en appelant $\lambda$ la longueur d'une ondulation, par

$$\operatorname{Sin} 2\pi\left(t - \frac{PM}{\lambda}\right).dz \tag{1}$$

Si l'on pose $LA = a$, $Ac = b$, $MD = z$, on a

$$PM = PD + MN = PD + mn = b + \frac{z^2}{2a} + \frac{z^2}{2b} = b + \frac{(a+b)\,z^2}{2ab}$$

l'expression (1) devient

$$\text{Sin}\, 2\pi\left(t - \frac{b}{\lambda} - \frac{(a+b)\, z^2}{2\, a\, b\, \lambda}\right) dz = \text{Sin}\, 2\pi\, (\text{T} - \text{Z})\, dz$$

en posant $\text{T} = t - \frac{b}{\lambda}$, $\text{Z} = \frac{(a+b)\, z^2}{2\, a\, b\, \lambda}$

La vitesse $v$ que prend P en vertu des actions d'une portion de l'onde, pour les deux extrémités de laquelle les valeurs de D M sont $z'$ et $z''$, $z'$ et $z''$ pouvant être positifs ou négatifs, sera donnée par l'intégrale

$$v = \int_{z'}^{z''} \text{Sin}\, 2\pi\, (\text{T} - \text{Z})\, .\, dz \qquad (2)$$

et l'intensité I de la lumière en P aura pour expression

$$\text{I} = \int_{0}^{1} v^2\, dt \qquad (3)$$

Développant les calculs et remarquant que

$$\int_0^1 \text{Sin}^2\, 2\pi\text{T}\, dt = \int_0^1 \text{Cos}^2\, 2\pi\text{T}\, dt = \frac{1}{2}, \quad \int_0^1 \text{Sin}\, 2\pi\text{T} \cos 2\pi\text{T}\, .dt = 0$$

$$\text{I} = \frac{1}{2}\left\{\int_{z'}^{z''} dz\, \text{Sin}\, 2\pi\text{Z}\right\}^2 + \frac{1}{2}\left\{\int_{z'}^{z''} dz \cos 2\pi\text{Z}\right\}^2$$

remplaçant Z par sa valeur

$$\text{I} = \frac{1}{2}\left\{\int_{z'}^{z''} dz\, \text{Sin}\, \frac{2\pi\,(a+b)\, z^2}{2\, a\, b\, \lambda}\right\}^2 + \frac{1}{2}\left\{\int_{z'}^{z''} dz \cos \frac{2\pi\,(a+b)\, z^2}{2\, a\, b\, \lambda}\right\}^2 \qquad (4)$$ (*)

(*) La marche que j'ai suivie pour calculer l'intensité de la lumière coïncide avec celle de Fresnel. En effet, ce célèbre physicien, après avoir trouvé pour la vitesse des molécules éthérées une expression de la forme $u = a \sin 2\pi t$, prend $a^2$ pour mesure de l'intensité de la lumière, ce qui suppose, comme je l'ai fait, que le rapport des intensités en deux points différents est égal au rapport qui existe entre es sommes des valeurs que prend $u^2$ en chacun de ces points pendant la durée d'une oscillation.

posant $v^2 = \frac{2(a+b)z^2}{ab\lambda}$ (5), d'où $dz = dv\sqrt{\frac{ab\lambda}{2(a+b)}}$,

et représentant par $v'$ et $v''$ les valeurs de $v$ correspondantes à $z'$ et $z''$, on obtient

$$I = \frac{ab\lambda}{4(a+b)}\left[\left\{\int_{v'}^{v''} dv \,\text{Sin}\,\frac{\pi v^2}{2}\right\}^2 + \left\{\int_{v'}^{v''} dv \cos\frac{\pi v^2}{2}\right\}^2\right] \quad (6)$$

Si l'écran n'existait pas, $z'$ et $z''$ seraient $+\infty$ et $-\infty$, ainsi que $v'$ et $v''$; alors les intégrales se réduisent chacune à l'unité, ce qui rend la valeur de I égale à $\frac{ab\lambda}{2(a+b)}$ et le rapport de la valeur précédente à celle-ci est égal, abstraction faite du facteur $\frac{1}{2}$, à

$$\left\{\int_{v'}^{v''} dv \,\text{Sin}\,\frac{\pi v^2}{2}\right\}^2 + \left\{\int_{v'}^{v''} dv \cos\frac{\pi v^2}{2}\right\}^2 \quad (7)$$

On ne connaît pas les valeurs générales de

$$\int dv \,\text{Sin}\,\frac{\pi v^2}{2}, \quad \int dv \cos\frac{\pi v^2}{2},$$

on sait seulement qu'elles sont égales à l'unité lorsque les limites sont $-\infty, +\infty$. Fresnel a calculé une table des valeurs numériques de chacune de ces intégrales dans des limites suffisantes pour les applications.

Lorsqu'on veut déterminer, à l'aide de la formule (7), les points P pour lesquels l'intensité de la lumière est maximum ou minimum, on cherche par tâtonnement les valeurs que doit prendre l'une des limites, convenablement choisie pour que l'expression (7) soit maximum ou minimum; on calcule ensuite par la formule (5) la valeur correspondante de $z$ : on déduit facilement de là la valeur de P C, ou la distance de P à l'ombre géométrique (*).

Dans les applications que j'aurai à faire de cette formule, la position de P sera déterminée par l'observation, ce qui fera connaître les valeurs de $z'$, $z''$, et par (5) celles de $v'$ et $v''$; on calculera alors les valeurs de (7) pour les sept rayons simples : en représentant par $r, o, j, v, b, i, u$, les valeurs obtenues, il restera à les substituer dans les deux expressions

$$\left.\begin{aligned} X &= \frac{(r+u)\,0{,}822682+(o+i)\,0{,}207399-(j+b)\,0{,}511428-v.\,0{,}953819}{r+o+j+v+b+i+u} \\ Y &= \frac{(r-u)\,0{,}482373+(o-i).\,0{,}963168+(j-b)\,0{,}815348}{r+o+j+v+b+i+u} \end{aligned}\right\} (8)$$

qui sont, d'après la règle de Newton, les coordonnées du centre de gravité de la teinte cherchée : en appelant $\delta$ la distance de ce centre de gravité au centre du cercle, et $\psi$ l'angle de la ligne qui joint ces deux points avec l'axe $o$ R (Fig. 2), on a

$$\text{Tang}\,\psi = \frac{Y}{X}, \qquad \delta = \frac{X}{\text{Cos}\,\psi}$$

L'angle $\psi$ fait connaître la nature de la teinte cherchée, et peut varier de $0°$ à $360°$; $1 - \delta$ est la proportion de lumière blanche qui entre dans la composition de la teinte (**).

(*) La formule (4) convient à tous les cas de la diffraction dans lesquels il ne faut intégrer que dans un sens, et spécialement aux trois cas principaux de ce genre de phénomènes, savoir, aux franges produites par une ouverture étroite, à celles de l'ombre d'un corps étroit, et enfin aux franges que fait naître le bord d'un écran. On peut, par des considérations géométriques très simples, rendre raison, ainsi que Fresnel l'a fait, des deux premières espèces de franges, et même en fixer à très-peu près la position. Mais le même raisonnement ne peut pas servir pour les franges du bord d'un écran. La raison en est que, dans les deux premiers cas, la vitesse des molécules éthérées dans les franges obscures est *constamment* nulle ou plus petite que dans les points voisins : par suite, l'intensité de la lumière y est nulle ou très petite. Dans le dernier cas, il n'existe aucun point dans lequel la vitesse de l'éther soit à chaque instant plus petite que dans les points voisins, et il faut calculer la force vive pendant la durée d'une vibration, pour connaître les points dans lesquels l'intensité de la lumière est minimum ou maximum.

(**) Traité de physique mathématique de M. Biot, 3e vol.

Lorsque la lumière émanée de la source traverse une ouverture circulaire de diamètre très petit, on aperçoit au-delà une tache centrale de teinte variable avec sa distance à l'orifice, et entourée d'anneaux colorés. On peut encore dans ce cas comparer simplement la théorie à l'expérience quand on connaît la distance de la tache à l'orifice, le diamètre de celui-ci et sa distance au point lumineux. Je vais donc calculer d'abord l'intensité, dans le cas d'une lumière homogène, pour la projection du centre de l'ouverture.

Je décompose la surface de l'onde en zones infiniment étroites par des plans perpendiculaires à L C (Fig. 3). La vitesse en C à l'époque $t$ due à la zone correspondante au point M pour lequel A M $= z$ sera

$$2\pi z\, dz \operatorname{Sin} 2\pi\left(t - \frac{\mathrm{CM}}{\lambda}\right) = 2\pi z\, dz \operatorname{Sin} 2\pi\left(t - \frac{b}{\lambda} - \frac{z^2\,(a+b)}{2ab\lambda}\right)$$

$= 2\pi z\, dz \operatorname{Sin} 2\pi(\mathrm{T}-\mathrm{Z})$ en employant les notations précédentes.

La vitesse $v$ en C par l'action de tous les éléments de l'onde sera

$$v = 2\pi \int_0^r z\, dz \operatorname{Sin} 2\pi(\mathrm{T}-\mathrm{Z}),$$ $r$ étant le rayon de l'ouverture,

et l'intensité $\mathrm{I} = \int_0^1 v^2\, dt,$ ce qui conduit à

$$\mathrm{I} = \frac{1}{2}\left(\int_0^r 2\pi z\, dz \operatorname{Sin} 2\pi \mathrm{Z}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\int_0^r 2\pi z\, dz \operatorname{Cos} 2\pi \mathrm{Z}\right)^2$$

comme $d\mathrm{Z} = \dfrac{(a+b)}{ab\lambda}\, z\, dz$

$$\int 2\pi z \operatorname{Sin} 2\pi \mathrm{Z}.\, dz = -\frac{ab\lambda}{a+b} \operatorname{Cos} 2\pi \mathrm{Z} + \mathrm{Const}$$

$$\int 2\pi z \operatorname{Cos} 2\pi \mathrm{Z}\, dz = \frac{ab\lambda}{a+b} \operatorname{Sin} 2\pi \mathrm{Z} + \mathrm{Const}$$

$$\int_0^r 2\pi z \,\text{Sin}\, 2\pi Z \,.\, dz = \frac{a\,b\,\lambda}{a+b}\left(1 - \text{Cos}\,\frac{\pi\,(a+b)\,r^2}{a\,b\,\lambda}\right)$$

$$\int_0^r 2\pi z \,\text{Cos}\, 2\pi Z\, dz = \frac{a\,b\,\lambda}{a+b}\;\text{Sin}\;\frac{\pi\,(a+b)\,r^2}{a\,b\,\lambda}$$

On aura donc

$$\text{I} = \frac{a^2\,b^2\,\lambda^2}{2\,(a+b)^2}\left(2 - 2\,\text{Cos}\,\frac{\pi\,(a+b)\,r^2}{a\,b\,\lambda}\right) = \frac{a^2\,b^2\,\lambda^2}{(a+b)^2}\left(1 - \text{Cos}\,\frac{\pi\,(a+b)\,r^2}{a\,b\,\lambda}\right)$$

D'après la règle de Newton, il faut substituer à $r, o, j, \ldots\ldots$ dans (8) les rapports entre l'intensité de la lumière correspondante et celle qui aurait lieu si l'écran n'existait pas. Il faut donc calculer la valeur de I quand l'ouverture est indéfinie; mais en supposant $r = \infty$, la formule donne un résultat illusoire: pour obtenir sa valeur dans ce cas, on démontre que si l'on partage l'onde en zones dont les différences de distances à C croissent de $\frac{\lambda}{2}$, l'intensité de la lumière apportée par le demi-anneau central égale celle de la lumière apportée lorsque l'écran n'existe pas. Or, si l'on pose $\frac{(a+b)\,r^2}{2\,a\,b} = \frac{\lambda}{4}$, ce qui donne la valeur de $r$ correspondante au demi-anneau central $\text{Cos}\,\frac{\pi\,(a+b)\,r^2}{a\,b\,\lambda} = o$, et par suite I devient $\frac{a^2\,b^2\,\lambda^2}{(a+b)^2}$. Les valeurs de $r, o, j, \ldots\ldots$ se calculeront donc simplement par la formule

$$1 - \text{Cos}\,\frac{\pi\,(a+b)\,r^2}{a\,b\,\lambda} \qquad (9)$$

Les formules précédentes sont indépendantes de la direction de la vitesse des molécules éthérées; de sorte que l'intensité de la lumière en chaque point reste la même lorsque la lumière incidente est polarisée dans un plan quelconque, ou lorsqu'elle est neutre.

Le tableau n° 1 renferme les résultats d'une série d'expériences faites avec des ouvertures étroites. Le diamètre de chaque ouverture a été déterminé avec une lame de verre divisée en dixièmes de millimètre. L'intervalle entre les franges situées symétriquement de part et d'autre de la projection du milieu de l'ouverture, a été mesurée à l'aide d'une vis micrométrique portant une loupe munie à son foyer d'un fil très fin; le pas de la vis est de $\frac{1}{2}^{mm}$; la tête en est divisée en 100 parties; chaque intervalle a été mesuré plusieurs fois, et le rapport de la différence entre les nombres obtenus à leur valeur moyenne s'est trouvé $\frac{1}{80}$ au plus, du moins dans les observations pour lesquelles cette valeur surpasse 2 $^{mm}$.

La 6$^e$ colonne contient la moitié de chacun de ces intervalles ou la distance de chaque frange à la projection du milieu de l'ouverture.

Si l'on représente par $m$ cette distance réduite dans le rapport de $a$ à $a+b$, et par $l$ la demi-largeur de l'ouverture, on a pour les valeurs des limites $z'$, $z''$

$$z'=m-l, \quad z''=m+l,$$

Lorsque $z'$ est positif, la frange correspondante est extérieure, et intérieure au contraire lorsqu'il est négatif. Le premier de ces deux cas a lieu pour les observations 1, 2, 5, 6, 7, et le deuxième pour toutes les autres. Pour les franges extérieures, j'ai été obligé, à cause de la petitesse des valeurs de $r, o, j$, .... de calculer les valeurs de $\int_0^v \text{Sin}\frac{\pi}{2}v^2 dv$, et $\int_0^v \text{Cos}\frac{\pi}{2}v^2 dv$ en faisant croître $v$ de centième en centième, au lieu de dixième en dixième, comme Fresnel l'a fait.

La 7$^e$ colonne renferme les valeurs de $\psi$, et la 8$^e$ la nature de la teinte correspondante d'après la règle de Newton; mais on jugera mieux la nature de celle-ci en jetant les yeux sur la figure 2.

Sur 17 observations que ce tableau renferme, 11 présentent, soit pour la teinte, soit pour la proportion de blanc, un accord parfait entre le calcul et l'expérience. Pour les autres, on retrouve toujours la teinte observée, mais avec une déviation tantôt dans un sens, tantôt dans le sens opposé.

## Tableau n° 1 (*).

| NUMÉROS DES OBSERVATIONS. | DEMI-LARGEUR DE L'OUVERTURE. | VALEURS de $a$ | VALEURS de $b$ | TEINTE DE LA FRANGE observée. | DISTANCE de cette frange à la projection du milieu de l'ouverture. | VALEURS de $\psi$ | TEINTE CORRESPONDANTE | VALEURS de $1-\delta$ ou proportion de blanc. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,4 | 1000 | 2000 | Vert pâle. | 4,53 | 165° | Vert légèrement jaunâtre. | 0,69 |
| 2 | » | » | » | Rouge violacé. | 3,98 | 333° | Violet tendant au rouge. | 0,84 |
| 3 | 0,75 | 1000 | 1400 | Bleu très pâle. | 0 » | 311°23' | Violet chargé d'indigo. | 0,86 |
| 4 | » | » | » | Jaune blanc. | 0,50 | 95°10' | Jaune orangé. | 0,89 |
| 5 | 0,25 | 1000 | 385 | Rouge. | 1,10 | 66°36' | Orangé fortement rougeâtre. | 0,60 |
| 6 | » | » | 2100 | Bleu. | 2,31 | 271°31' | Indigo fortement bleuâtre. | 0,36 |
| 7 | » | » | » | Jaune légèrement verdâtre. | 3,33 | 127°3' | Jaune très-légèrement verdâtre. | 0,74 |
| 8 | 0,8 | 500 | 620 | Vert légèrement bleuâtre. | 0 » | 224°13' | Bleu verdâtre. | 0,86 |
| 9 | » | » | 830 | Violet bleuâtre. | 0 » | 303°49' | Violet indigo. | 0,84 |
| 10 | » | » | » | Blanc jaunâtre. | 0,31 | 96°14' | Jaune orangé. | 0,89 |
| 11 | » | » | » | Bleu. | 0,66 | 291°19' | Indigo violacé. | 0,93 |
| 12 | » | 1180 | 370 | Bleu verdâtre. | 0 » | 239°37' | Bleu verdâtre. | 0,85 |
| 13 | » | » | » | Orangé rougeâtre | 0,15 | 51°25' | Rouge fortement orangé. | 0,87 |
| 14 | » | » | » | Blanc. | 0,68 | 307°12' | Violet indigo. | 0,98 |
| 15 | » | » | 330 | Jaune. | 0 » | 61°32' | Orangé très-rougeâtre. | 0,77 |
| 16 | » | » | » | Bleu. | 0,20 | 246°36' | Bleu. | 0,86 |
| 17 | » | » | » | Rouge jaunâtre. | 0,37 | 32°37' | Rouge tendant un peu vers le jaune. | 0,89 |

(*) Le millimètre est pris pour unité.

Le tableau n° 2 contient les résultats d'une deuxième série d'expériences faites sur des orifices circulaires. Le diamètre de chaque orifice a été mesuré à l'aide de la lame de verre qui avait servi pour les ouvertures étroites. Celui du deuxième était un peu moindre que $1^{mm},9$; en prenant pour $r$ la moitié de ce nombre ou 0,95, les calculs des trois premières observations ne s'accordaient pas parfaitement avec l'expérience et présentaient pour les valeurs de $\psi$ des différences qui étaient pour toutes dans le même sens. Je modifiais alors la valeur de $r$ dans les centièmes de millimètre jusqu'à ce que la teinte calculée s'accordât avec celle observée pour l'expérience (8); c'est cette valeur ainsi modifiée qui a été employée pour les calculs suivants. La valeur 1,886 qui en résulte pour le diamètre se trouve inférieure à 1,90 de quantités que je ne pouvais apprécier.

La plus grande différence entre le calcul et l'observation a lieu pour l'expérience (11); 12 présentent un accord très frappant, et pour les autres il y a quelques déviations assez faibles.

## Tableau n° 2.

| NUMÉROS DES OBSERVATIONS. | VALEURS DE $r$ | VALEURS DE $a$ | VALEURS DE $b$ | VALEURS DE $\psi$ | TEINTE CORRESPONDANTE | VALEURS DE $1-\delta$ ou proportion de blanc. | TEINTE OBSERVÉE. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,5 | 1000 | 360 | 55°44' | Rouge orangé. | 0,39 | Rouge orangé. |
| 2 | » | » | 590 | 96°42' | Jaune très orangé | 0,81 | Jaune orangé très mêlé de blanc. |
| 3 | » | » | 2500 | 275°57' | Indigo bleuâtre. | 0,999 | Blanc. |
| 4 | » | 500 | 400 | 297°36' | Indigo violacé. | 0,33 | Indigo violacé. |
| 5 | » | » | 570 | 58°7' | Rouge orangé. | 0,38 | Rouge orangé. |
| 6 | » | » | 740 | 82°48' | Orangé tendant vers le jaune. | 0,49 | Jaune orangé très beau. |
| 7 | » | 1760 | 540 | 102°3' | Jaune orangé. | 0,90 | Jaune pâle. |
| 8 | 0,943 | 500 | 520 | 203°23' | Vert bleuâtre. | 0,57 | Vert bleuâtre. |
| 9 | » | » | 710 | 7°24' | Rouge très violacé. | 0,66 | Rouge. |
| 10 | » | » | 940 | 111°3' | Jaune légèrement orangé. | 0,58 | Jaune pâle. |
| 11 | » | » | 1410 | 229°15' | Bleu légèrement verdâtre. | 0,46 | Vert légèrement jaunâtre. |
| 12 | » | » | 1940 | 283°55' | Indigo. | 0,55 | Indigo. |
| 13 | » | » | 2330 | 307°13' | Violet indigo. | 0,45 | Violet un peu bleuâtre. |
| 14 | » | 1000 | 420 | 14°13' | Rouge légèrement violet. | 0,66 | Rouge légèrement orangé. |
| 15 | » | » | 780 | 356°22' | Violet fortement rougeâtre. | 0,55 | Rouge très violacé. |
| 16 | » | » | 1830 | 252°53' | Bleu indigo. | 0,67 | Bleu verdâtre pâle. |
| 17 | » | 1680 | 1330 | 283°39' | Indigo. | 0,39 | Bleu très beau. |
| 18 | » | 1760 | 540 | 309°53' | Violet chargé d'indigo. | 0,49 | Bleu chargé d'indigo. |

J'ai rapporté dans ces deux tableaux toutes les observations que j'ai calculées. Il est impossible, il est vrai, de fixer avec précision les valeurs de $\delta$ et de $\psi$, qui conviennent à une teinte observée; mais on peut dire avec certitude quelle est la couleur dominante, et celle-ci a presque toujours été retrouvée par la théorie. Si on veut bien réfléchir à la longueur des calculs nécessaires à la détermination de chaque teinte, on regardera, je pense, ce travail comme offrant une vérification aussi satisfaisante que possible des formules d'intensité, du moins sous le point de vue que je me suis proposé.

Vu et approuvé par le doyen de la faculté des sciences,

8 décembre 1858,

Bon THÉNARD.

Permis d'imprimer,

l'inspecteur-général des études, chargé de l'administration de l'académie de Paris,

ROUSSELLE.

*Errata* : Dans la figure 1, l'arc AN doit être décrit du point P comme centre avec PD pour rayon.

Fig. 1.

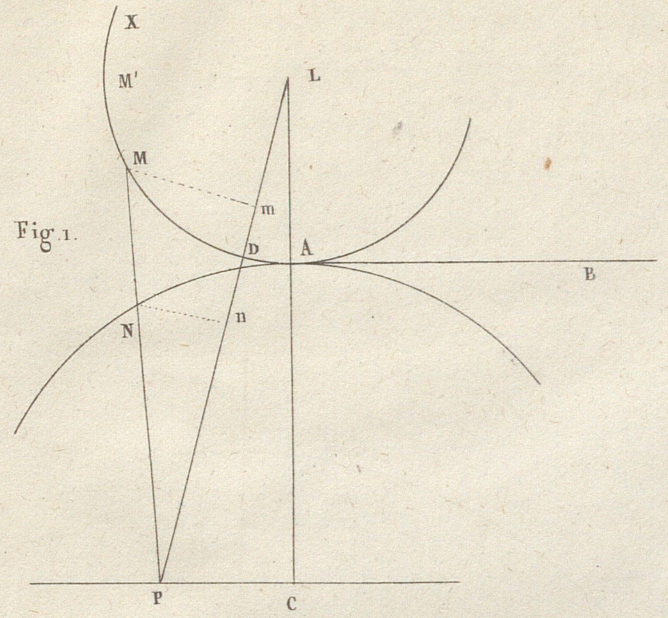



Fig. 2.

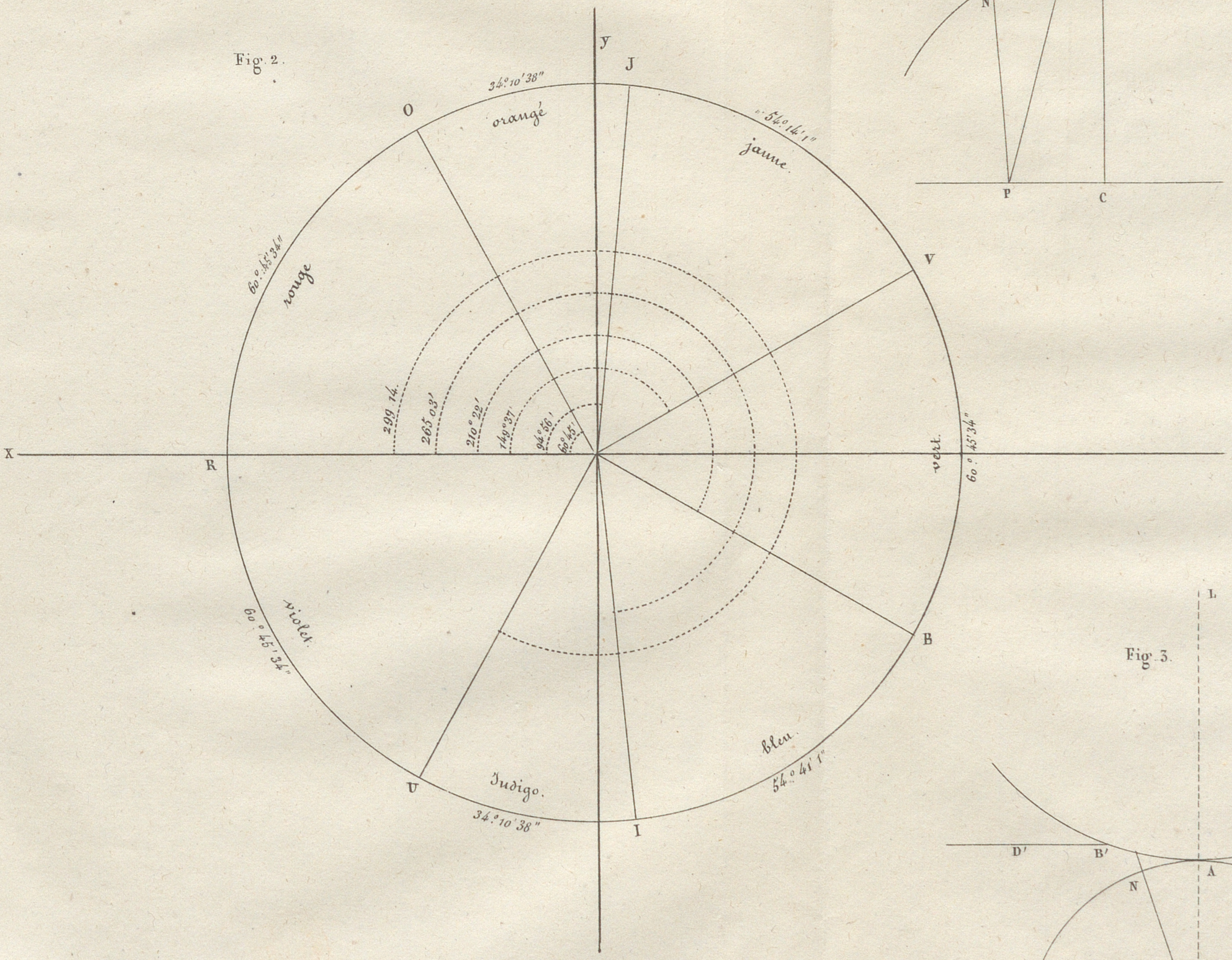
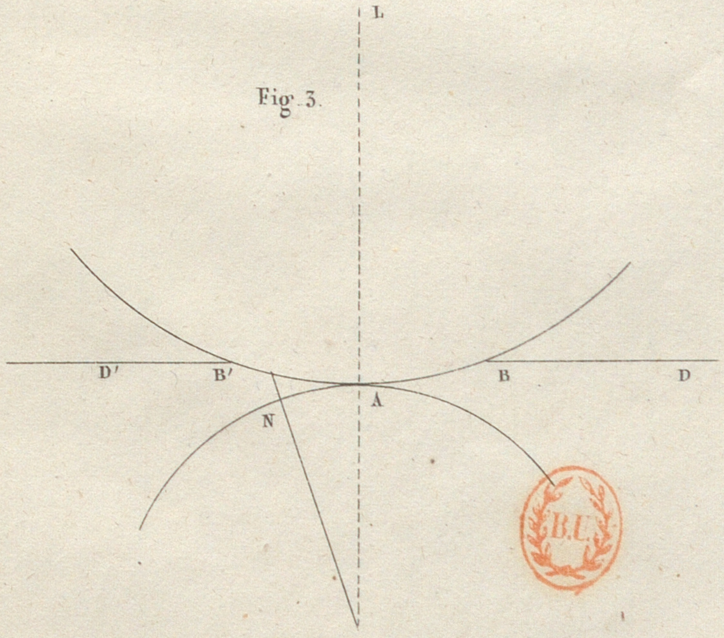



Fig. 3.




Imp. de Lemercier, Benard et Cie.