CONSTRUCTION DES OBJECTIFS COMPOSÉS,

PROPRES À DÉTRUIRE TOUTE LA CONFUSION DANS LES LUNETTES.

PAR M. L. EULER. (*)

I.

La confusion que causent les objectifs simples ordinaires ne dépend pas uniquement de leur distance de foyer, mais aussi du rapport entre la figure de leurs faces. On a observé qu'un verre plano-convexe, lorsqu'on tourne sa face convexe vers l'objet, cause moins de confusion qu'un verre également convexe du même foyer, & qu'il admet par cette raison une plus grande ouverture; & Mr. Huygens a déterminé le rapport entre les deux faces d'un objectif, requis pour que la confusion en devienne la plus petite. Entant que le rapport entre les faces d'un verre influe sur la confusion qui en résulte, je l'exprime dans ma Théorie de la Dioptrique par un certain nombre λ, que je nomme l'exposant de la confusion, puisque plus ce nombre est grand, plus la confusion du verre auquel il répond devient considérable. Or cet exposant de confusion λ ne sauroit être plus petit que l'unité: donc, pour avoir un verre qui produise la moindre confusion, on n'a qu'à supposer $\lambda = 1$.

2. Pour en rendre la raison plus sensible, je n'ai qu'à rapporter ici les formules, qui déterminent les rayons des deux faces d'un objectif, l'exposant de confusion λ de ce verre étant donné. Soit p la distan-

(*) Lu le 6 Fevrier 1766.

diſtance de foyer que ce verre doit avoir, & marquant par ρ, σ, τ certains nombres qui dépendent de la réfraction du verre, dont j'aurai occaſion de parler dans la ſuite, j'ai exprimé les rayons des faces du verre de cette ſorte,

$$\text{de la face de devant} = \frac{p}{\sigma \pm \tau\sqrt{(\lambda-1)}}, \quad \text{de la face de derriere} = \frac{p}{\rho \mp \tau\sqrt{(\lambda-1)}},$$

d'où l'on voit que l'expoſant de confuſion λ ne ſauroit être plus petit que l'unité, & partant en employant des verres ſimples pour des objectifs, il eſt impoſſible de diminuer la confuſion au deſſous d'une certaine limite, qui eſt $\lambda = 1$.

3. Mais il eſt poſſible de combiner deux verres en ſorte, que l'expoſant de confuſion qui répond à un tel objectif composé, devienne non ſeulement égal à zéro, mais auſſi négatif, ſi les circonſtances le demandoient. Il ſemble bien qu'un objectif ne ſauroit être plus parfait, que lorſque la confuſion, ou ſon expoſant, évanouit tout à fait: mais puiſque les autres verres dont on ſe ſert dans la conſtruction des lunettes, cauſent auſſi quelque confuſion, il ne ſuffit pas que l'objectif en ſoit délivré; il faut plûtôt qu'il produiſe une confuſion dans le ſens contraire, ou bien dont l'expoſant de confuſion ſoit négatif, pour détruire la confuſion cauſée par les autres verres Je me propoſe donc de donner ici des regles détaillées pour la conſtruction de tels objectifs composés, auxquels réponde un expoſant de confuſion, ou évanouiſſant ou négatif, d'une grandeur donnée, afin que dans chaque cas propoſé on puiſſe faire un tel objectif, qui étant joint aux autres verres de la lunette, ne produiſe abſolument aucune confuſion.

4. Dans cette recherche je n'ai beſoin que des principes que j'ai déjà établis dans le XIII Volume de nos Mémoires, dont je ferai l'application au cas dont il s'agit ici. Je ne conſidere que deux verres
Planche XII. dont l'objectif eſt composé; que le premier ſoit en A, ſa diſtance de
Fig. 9. foyer $= p$, & ſon expoſant de confuſion $= \lambda$; l'autre verre ſoit en B,

B, sa distance de foyer $= q$, & son exposant de confusion $= \lambda'$. Que l'intervalle entre ces deux verres soit AB $= d$, & que leur foyer commun tombe en F, de sorte que BF $= f$, & que l'exposant de confusion qui répond à cet objectif composé, soit négatif $= - \omega$. Cela posé, mes formules générales appliquées à ce cas, à cause de $A = o$, donnent,

$$\alpha = p = \mathrm{A}a;\ b = \frac{(\mathrm{B}+1)\phi}{\mathrm{B}\pi - (\mathrm{B}+1)\phi} p;\ q = \frac{\mathrm{B}b}{\mathrm{B}+1}, \&\ \mathcal{C} = f = \mathrm{B}b.$$

Or l'exposant de confusion pour ces deux verres est

$$\lambda + \frac{(\mathrm{B}+1)^2 \phi\, (\lambda' (\mathrm{B}+1)^2 + \nu \mathrm{B})}{\mathrm{B}^3\, (\mathrm{B}\pi - (\mathrm{B}+1)\, \phi)},$$

qui doit par conséquent être égalé à $- \omega$; de sorte que, si $\omega = o$, cet objectif composé ne cause aucune confusion; mais donnant à ω une valeur quelconque, on obtiendra un tel objectif dont l'exposant de confusion sera $= - \omega$.

5. Puisque $\frac{(\mathrm{B}+1)\phi}{\mathrm{B}\pi - (\mathrm{B}+1)\phi} = \frac{b}{p}$, l'exposant de confusion de nos deux verres sera,

$$\lambda + \frac{(\mathrm{B}+1)\, (\lambda' (\mathrm{B}+1)^2 + \nu \mathrm{B})}{\mathrm{B}^3}\ \frac{b}{p} = - \omega.$$

Or $b = \frac{(\mathrm{B}+1)\, q}{\mathrm{B}}$ & $f = (\mathrm{B}+1)\, q$.

Outre cela, à cause de la distance donnée entre les verres AB $= d$, nous avons $d = \alpha + b = p + \frac{\mathrm{B}+1}{\mathrm{B}} q$.

Maintenant, puisque les nombres λ & λ' sont positifs & plus grands que l'unité, l'équation trouvée ne sauroit subsister, à moins que l'une ou l'autre des distances de foyer p & q ne soit négative, puisqu'en substituant pour b sa valeur nous avons,

$$\lambda + \frac{(B+1)^2\,(\lambda'(B+1)^2 + \nu B)}{B^4} \cdot \frac{q}{p} = -\omega,$$

où ν est une fraction positive d'environ $\frac{1}{5}$, qui dépend de la réfraction du verre. On pourra donc donner deux solutions que voici.

I Solution, le verre en B *étant concave.*

6. Soit donc $q = -nf$, & $d = \delta f$, d'où nous tirons $B + 1 = -\frac{1}{n}$ & $B = -\frac{n-1}{n}$; donc $\delta f = p + \frac{q}{n+1} = p - \frac{nf}{n+1}$, de sorte que $p = \left(\frac{n}{n+1} + \delta\right)f$, & $\frac{q}{p} = \frac{-(n+1)}{n+\delta(n+1)}$. Puis donc que $\frac{B+1}{B} = \frac{1}{n+1}$, & partant $\frac{(B+1)^2}{B^3} = \frac{-n}{(n+1)^3}$, notre équation sera,

$$\lambda - \left(\frac{\lambda'}{(n+1)^4} - \frac{\nu n}{(n+1)^3}\right)\frac{n(n+1)}{n+\delta(n+1)} = -\omega, \text{ ou bien}$$

$$\lambda + \omega = \frac{\lambda' - \nu n(n+1)}{(n+1)^3} \cdot \frac{n}{n+\delta(n+1)}, \text{ d'où nous tirons}$$

$$\lambda' = \nu n(n+1) + (\lambda + \omega)\left(1 + \frac{n+1}{n}\delta\right)(n+1)^3.$$

Ainsi la distance de foyer de l'objectif composé $BF = f$, avec la distance des verres $AB = \delta f$, étant donnée, on peut déterminer les deux verres d'une infinité de manieres différentes.

II Solution, le verre en A *étant concave.*

7. On n'a qu'à supposer n négatif; soit donc $n = \frac{m}{m+1}$, pour avoir $p = -(m-\delta)f$, $q = \frac{m}{m+1}f$ & $d = \delta f$. De là nait cette équation,

λ —

$$\lambda + \omega = \frac{m}{m-\delta}(\lambda'(m+1)^2 + \nu m(m+1)),$$

d'où l'on doit déduire l'expoſant λ, & regarder l'autre λ' comme donné, puiſque λ' ne ſauroit devenir plus petit que 1. Or, ſi l'on détermine λ en ſorte qu'il ſoit

$$\lambda = \frac{m}{m-\delta}(\lambda'(m+1)^3 + \nu m(m+1)) - \omega,$$

il eſt clair que dès que le nombre m eſt tant ſoit peu grand (or il doit être plus grand que δ,) la valeur ω, comme fort petite, ne change presque rien dans celle de λ, d'où la détermination de celle-ci deviendroit trop incertaine; mais on ne ſauroit non plus prendre m fort petit, puiſque le verre B deviendroit alors trop petit pour ſervir dans la pratique. Par cette raiſon je m'arrêterai uniquement à la premiere ſolution.

8. Voici donc de quelle maniere les objectifs en queſtion doivent être conſtruits:

I. D'abord, ſoit la diſtance de foyer de l'objectif composé BF $= f$;

II. La diſtance entre les deux verres AB $= \delta f$;

III. L'expoſant de confuſion, que cet objectif composé doit avoir, $= -\omega$;

IV. L'expoſant de confuſion du premier verre A ſoit $= \lambda$, qu'on peut prendre à volonté, pourvu qu'il ſoit $\lambda > 1$, ou $\lambda = 1$.

V. Ces élémens étant preſcrits, on peut prendre pour n un nombre quelconque poſitif, & de là on aura;

VI. La diſtance de foyer du premier verre en A, c'eſt à dire

$$p = \left(\frac{n}{n+1} + \delta\right) f;$$

VII. La diſtance de foyer du ſecond verre concave B, qui eſt négative, $q = -nf$.

VIII.

VIII. Et alors l'exposant de confusion de ce verre, qui est λ', sera déterminé de cette sorte,

$$\lambda' = \nu n\,(n+1) + (\lambda + \omega)\left(1 + \frac{n+1}{n}\delta\right)(n+1)^3.$$

9. Maintenant, pour construire ces deux verres, il faut avoir égard à la réfraction du verre, laquelle n'étant pas toujours la même pour toutes les especes de verre, il suffira d'en considérer deux cas, l'un où la raison de réfraction de l'air dans le verre est comme 153 à 100, & l'autre où cette raison est comme 155 à 100, presque toutes les especes de verre étant comprises entre ces limites. Selon ces deux cas, il faut bien remarquer les valeurs suivantes,

Raison de réfraction	Raison de réfraction
153 : 100	155 : 100
$\nu = 0,21945$	$\nu = 0,23269$
$\varrho = 0,22668$	$\varrho = 0,19078$
$\sigma = 1,66011$	$\sigma = 1,62740$
$\tau = 0,92522$	$\tau = 0,90513$

d'où l'on déduira aisément les valeurs convenables, lorsque la véritable raison de réfraction tombe entre ces deux limites, comme il arrivera presque toujours. La premiere de ces lettres ν entre déjà dans la valeur du nombre λ'.

10. Après s'être assuré de la véritable réfraction, les deux verres doivent être formés de la maniere suivante;

I. Pour le premier verre convexe en A, dont la distance de foyer est p, & l'exposant de confusion λ, il faut prendre,

le rayon de sa face

de devant $= \dfrac{p}{\sigma - \tau\sqrt{(\lambda-1)}}$, & de derriere $= \dfrac{p}{\varrho + \tau\sqrt{(\lambda-1)}}$,

d'où,

d'où, puisque le signe radical $\sqrt{(\lambda - 1)}$ prend aussi bien le signe $-$ que $+$, résulte une double construction, qui se réduit à une seule lorsque $\lambda = 1$.

II. Pour le second verre concave, sachant sa distance de foyer q, qui est négative, & ayant trouvé son exposant de confusion λ', on aura la construction suivante;

rayon de sa face

$$\text{de devant} = \frac{q}{(n+1)\varrho - n\sigma + \tau\sqrt{(\lambda'-1)}},$$

$$\text{de derriere} = \frac{p}{(n+1)\sigma - n\varrho - \tau\sqrt{(\lambda'-1)}},$$

d'où l'on tire aussi une double construction.

11. Donc, pour les deux limites de réfraction, les rayons des faces de chaque verre seront déterminés de la maniere suivante;

Pour le verre en A, *distance de foyer* = p,

Rayon de sa face	raison de réfraction 153 : 100	raison de réfraction 155 : 100
de devant =	$\frac{p}{1{,}66011 - 0{,}92522\sqrt{(\lambda-1)}}$,	$\frac{p}{1{,}62740 - 0{,}90513\sqrt{(\lambda-1)}}$,
de derriere =	$\frac{p}{0{,}22668 + 0{,}92522\sqrt{(\lambda-1)}}$,	$\frac{p}{0{,}19078 + 0{,}90513\sqrt{(\lambda-1)}}$.

Pour le verre en B, *distance de foyer* = q.

Rayon de sa face	raison de réfraction 153 : 100	raison de réfraction 155 : 100
de devant =	$\frac{q}{0{,}22668 - 1{,}43343n + 0{,}92522\sqrt{(\lambda'-1)}}$,	$\frac{q}{0{,}19078 - 1{,}43662n + 0{,}90513\sqrt{(\lambda'-1)}}$,
de derriere =	$\frac{q}{1{,}66011 + 1{,}43343n - 0{,}92522\sqrt{(\lambda'-1)}}$,	$\frac{q}{1{,}62740 + 1{,}43662n - 0{,}90513\sqrt{(\lambda'-1)}}$,

où

où je donne aux membres radicaux le ſigne qui fournit les plus grands rayons, pour rendre les verres ſuſceptibles d'une plus grande ouverture.

12. Mais, avant que de développer ces formules, & d'en dreſſer des tables pour l'uſage de la pratique, il ſera bon de faire quelques réflexions. Premiérement, pour le verre en A, la figure la plus convenable ſeroit ſans doute celle qui produit la moindre confuſion, en prenant $\lambda = 1$, afin que l'autre expoſant λ' ne devienne pas trop grand. Mais, en cas qu'on ait déjà un bon verre convexe, qu'on voulût employer, ou qu'une autre figure puiſſe procurer une plus grande ouverture, je donnerai une table pour la conſtruction de ce verre, où conſidérant ſa diſtance de foyer p comme donnée, j'ai calculé les rayons de ſes faces pour pluſieurs expoſans de confuſion depuis $\lambda = 1$ juſqu'à $\lambda = 2$. Cette table ſervira auſſi, quand un tel verre eſt déjà conſtruit, à en connoître l'expoſant de confuſion λ. Au reſte cette table auſſi bien que les ſuivantes ſera dreſſée pour les deux raiſons de réfraction 153 : 100 & 155 à 100, pour pouvoir tenir compte de la nature du verre.

13. Ma ſeconde réflexion regarde l'expoſant de confuſion négatif $-\omega$, qu'on veut procurer à l'objectif compoſé, duquel dépend principalement la conſtruction du ſecond verre concave en B. Mais il eſt clair par la formule trouvée pour ſon expoſant de confuſion λ', que cette valeur ω n'y entre que conjointement avec l'expoſant λ, de ſorte que la même ſomme $\lambda + \omega$ donne auſſi toujours la même forme pour le ſecond verre, les autres quantités n & δ demeurant les mêmes. Ainſi, poſant cette ſomme $\lambda + \omega = \Lambda$, en changeant l'expoſant du premier verre λ, le ſecond verre pourra ſervir à produire une infinité de confuſions négatives différentes; ſi l'on fait le premier verre en ſorte que $\lambda = 1$, on aura $\omega = \Lambda - 1$, ou bien l'objectif compoſé produira une confuſion négative, dont l'expoſant $= -(\Lambda - 1)$. Mais, ſi le premier verre avoit $\lambda = 2$, le même ſecond verre y étant joint produira une confuſion dont l'expoſant $= -(\Lambda - 2)$. C'eſt

auſſi

aussi une raison, pour laquelle j'ai calculé le premier verre sur plusieurs valeurs différentes de son exposant λ.

14. La distance entre les deux verres étant supposée $AB = \delta f$, je remarque d'abord que cette distance ne sauroit évanouir, puisque les verres ont toujours une certaine épaisseur, de sorte que quand même les deux verres se toucheroient, leur distance, qui se rapporte à leurs milieux, ne sauroit être regardée comme nulle. Par cette raison le nombre δ doit toujours surpasser une certaine fraction, qui répondroit à l'attouchement des verres; & il est même bon de le prendre assez considérablement plus grand, afin qu'il nous soit permis de changer un peu la distance entre les verres. Car, puisque les ouvriers ne sont pas capables d'exécuter exactement les mesures prescrites, leur erreur se peut redresser en éloignant ou approchant les verres tant soit peu plus qu'on n'avoit supposé dans le calcul, outre que la distance actuelle n'est pas susceptible de précision. Par cette raison il sera bon de pouvoir varier la valeur de δ depuis $\frac{1}{50}$ jusqu'à $\frac{1}{10}$; mais je ne la voudrois pas prendre plus grande, puisqu'alors il ne seroit plus permis de regarder un tel objectif composé comme un seul verre, quand il s'agit de l'arranger avec d'autres.

15. Il est encore important de remarquer que l'exposant λ' dépend de telle sorte des trois élémens λ, ω & δ, que pourvu que le produit $(\lambda + \omega)\left(1 + \frac{n+1}{n}\delta\right)$ soit le même, on trouve la même figure pour le verre concave B. D'où l'on voit, qu'aux mêmes verres A & B, quand on les approche davantage, il répondra une plus grande valeur de ω, & ils pourront détruire une plus grande confusion; le contraire arrivera en les éloignant davantage. On pourra donc se servir des mêmes verres pour remédier à divers degrés de confusion. Par cette raison je poserai

$$(\lambda + \omega)(1 + \frac{n+1}{n} = N,$$

pour

poŭr avoir $\lambda' = N(n+1)^3 + \nu n(n+1)$, & je calculerai les tables ſuivantes pour pluſieurs valeurs du nombre N, dont chacune répond à une infinité de variations, qui peuvent ſe trouver entre les élémens λ, ω & δ. Or il eſt clair que ce nombre N eſt toujours plus grand que 1, & qu'il pourroit même croître juſqu'à 2.

16. Pour le nombre n, qui eſt entierement laiſſé à notre choix, il eſt évident qu'il ne ſeroit pas à propos de le prendre plus petit que l'unité, puiſque les diſtances de foyer des verres deviendroient alors trop petites, & partant leur ouverture trop bornée. J'ai auſſi remarqué ailleurs, que les erreurs de l'ouvrier ſont d'autant moins à craindre, qu'on augmente davantage la valeur du nombre n. Cependant il y a une autre raiſon qui ne nous permet pas de prendre ce nombre n trop grand; c'eſt que de trop grandes valeurs qui en réſulteroient pour l'expoſant λ', donneroient de trop petits rayons pour les faces du verre B, ce qui détruiroit l'avantage qu'on pourroit eſpérer d'une très grande ouverture. Car, ſi l'on poſoit $n = \infty$, les rayons des faces du verre B deviendroient infiniment petits, & ce verre n'admettroit aucune ouverture.

17. Comme le même inconvénient arriveroit, ſi l'on poſoit $n = o$, il eſt clair qu'il y a une certaine valeur de n, qui produit les plus grands rayons des faces du verre B, & qui par conſéquent nous procure la plus grande ouverture. Cette valeur plus avantageuſe du nombre n eſt fort médiocre, & au-deſſous de 5; donc il ſuffira d'établir quelques hypotheſes, en commençant par ſuppoſer $n = 1$, & finiſſant par $n = 5$, pour la conſtruction du ſecond verre B, dont voici le détail.

I Hypotheſe, $n = 1$;

$$BF = f;\quad p = (\tfrac{1}{2} + \delta);\quad N = (\lambda + \omega)(1 + 2\delta)$$
$$AB = \delta f;\quad q = -f;\quad \lambda' = 8N + 2\nu;$$

donc pour la conſtruction du verre B

rayon

rayon de sa face	raison de réfraction 153 : 100	raison de réfraction 155 : 100
de devant	$\dfrac{-f}{-1,20675+0,92522\sqrt{(\lambda'-1)}}$,	$\dfrac{-f}{-1,24584+0,90513\sqrt{(\lambda'-1)}}$,
de derriere	$\dfrac{-f}{+3,09354-0,92522\sqrt{(\lambda'-1)}}$,	$\dfrac{-f}{+3,06402-0,90513\sqrt{(\lambda'-1)}}$.
Or	$\lambda' = 8N + 0,43890$,	$\lambda' = 8N + 0,46538$.

II Hypothese, $n = 2$;

$$BF = f;\quad p = (\tfrac{2}{3}+\delta)f;\quad N = (\lambda+\omega)(1+\tfrac{3}{2}\delta)$$
$$AB = \delta f;\quad q = -\,2f;\quad \lambda' = 27N + 6\nu;$$

donc pour la construction du verre B

rayon de sa face	raison de réfraction 153 : 100	raison de réfraction 155 : 100
de devant	$\dfrac{-2f}{-2,64018+0,92522\sqrt{(\lambda'-1)}}$,	$\dfrac{-2f}{-2,68246+0,90513\sqrt{(\lambda-1)}}$,
de derriere	$\dfrac{-2f}{+4,52697-0,92522\sqrt{(\lambda'-1)}}$,	$\dfrac{-2f}{+4,50064-0.90513\sqrt{(\lambda'-1)}}$.
Or	$\lambda' = 27N + 1,31670$,	$\lambda' = 27N + 1,39614$.

III Hypothese, $n = 3$;

$$BF = f;\quad p = (\tfrac{3}{4}+\delta)f;\quad N = (\lambda+\omega)(1+\tfrac{4}{3}\delta)$$
$$AB = \delta f;\quad q = -\,3f;\quad \lambda' = 64N + 12\nu;$$

donc pour la construction du verre B

rayon de sa face	raison de réfraction 153 : 100	raison de réfraction 155 : 100
de devant	$\dfrac{-3f}{-4,07361+0,92522\sqrt{(\lambda'-1)}}$,	$\dfrac{-3f}{-4,11908+0,90513\sqrt{(\lambda'-1)}}$,
de derriere	$\dfrac{-3f}{+5,96040-0,92522\sqrt{(\lambda'-1)}}$,	$\dfrac{-3f}{+5,93726-0,90513\sqrt{(\lambda'-1)}}$.
Or	$\lambda' = 64N + 2,63340$,	$\lambda' = 64N + 2,79228$.

IV Hypotheſe, $n = 4$;

$BF = f$; $p = (\frac{4}{5} + \delta)f$; $N = (\lambda + \omega)(1 + \frac{5}{4}\delta)$

$AB = \delta f$; $q = -4f$; $\lambda' = 125N + 20\nu$;

donc pour la conſtruction du verre B

rayon de ſa face	raiſon de réfraction 153 : 100	raiſon de réfraction 155 : 100
de devant	$\frac{-4f}{-5{,}50704 + 0{,}92522\sqrt{(\lambda'-1)}}$,	$\frac{-4f}{-5{,}55570 + 0{,}90513\sqrt{(\lambda'-1)}}$,
de derriere	$\frac{-4f}{+7{,}39383 - 0{,}92522\sqrt{(\lambda'-1)}}$,	$\frac{-4f}{+7{,}37388\ 0{,}90513\sqrt{(\lambda'-1)}}$.
Or	$\lambda' = 125N + 4{,}38900$,	$\lambda' = 125N + 4{,}65380$.

V Hypotheſe, $n = 5$;

$BF = f$; $p = (\frac{5}{6} + \delta)f$; $N = (\lambda + \omega)(1 + \frac{6}{5}\delta)$

$AB = \delta f$; $q = -5f$; $\lambda' = 216N + 30\nu$;

donc pour la conſtruction du verre B

rayon de ſa face	raiſon de réfraction 153 : 100	raiſon de réfraction 155 : 100
de devant	$\frac{-5f}{-6{,}94047 + 0{,}92522\sqrt{(\lambda'\ 1)}}$,	$\frac{-5f}{-6{,}99232 + 0{,}90513\sqrt{(\lambda'-1)}}$,
de derriere	$\frac{-5f}{+8{,}82726 - 0{,}92522\sqrt{(\lambda'-1)}}$,	$\frac{-5f}{+8{,}81050\ 0{,}90513\sqrt{(\lambda'-1)}}$.
Or	$\lambda' = 216N + 6{,}58350$,	$\lambda' = 216N + 6{,}98070$.

TABLE POUR LA CONSTRUCTION

du premier verre convexe A,

ſa diſtance de foyer étant $= p$

& ſon expoſant de confuſion $= \lambda$.

Exp. de conf. λ	Rayon de la face de devant		Rayon de la face de derriere	
	réfraction 153 : 100	réfraction 155 : 100	réfraction 153 : 100	réfraction 155 : 100
1,00	0,60237p	0,61448p	4,41150p	5,24164p
1,05	0,68813p	0,70175p	2,30643p	2,54343p
1,10	0,73125p	0,74562p	1,92582p	2,09639p
1,15	0,76818p	0,78318p	1,70934p	1,84730p
1,20	0,80235p	0,81793p	1,56104p	1,67906p
1,25	0,83507p	0,85119p	1,45077p	1,55436p
1,30				
1,35				
1,40				
1,45				
1,50				
1,55				
1,60				
1,65				
1,70				
1,75				
1,80				
1,85				
1,90				
1,95				
2,00				

I Table pour le verre concave en B, *tirée de la premiere Hypothese* $n = 1$;

$BF = f$; $p = (\frac{1}{2} + \delta)f$; $AB = \delta f$; $q = -f$; $N = (\lambda + \omega)(1 + 2\delta)$.

Valeur du nombre N	Rayon de la face de devant réfraction 153 : 100	réfraction 155 : 100	Rayon de la face de derriere réfraction 153 : 100	réfraction 155 : 100
1,05	$-0,72271f$	$-0,77362f$	$-1,98764f$	$-1,90273f$
1,10	$-0,69015f$	$-0,73726f$	$-2,28394f$	$-2,16539f$
1,15	$-0,66109f$	$-0,70493f$	$-2,67287f$	$-2,50256f$
1,20				
1,25				
1,30				
1,35				
1,40				
1,45				
1,50				
1,55				
1,60				
1,65				
1,70				
1,75				
1,80				
1,85				
1,90				
1,95				
2,00				
2,05				
2,10				
2,15				

II Ta-

II Table pour le verre concave en B,
tirée de la seconde Hypothese $n = 2$;

$BF = f$; $p = (\frac{2}{3} + \delta)f$; $N = (\lambda + \omega)(1 + \frac{1}{2}\delta)$.
$AB = \delta f$; $q = -2f$;

Valeur du nombre N	Rayon de la face de devant		Rayon de la face de derriere	
	réfraction 153 : 100	réfraction 155 : 100	réfraction 153 : 100	réfraction 155 : 100
1,05	$-0,86446f$	$-0,92147f$	$+4,68626f$	$+5,67762f$
1,10	$-0,82343f$	$-0,87601f$	$+3,68949f$	$+4,30200f$
1,15	$-0,78690f$	$-0,83569f$	$+3,05427f$	$+3,47802f$
1,20	$-0,75416f$	$-0,79970f$	$+2,61387f$	$+2,92933f$
1,25	$-0,72463f$	$-0,76727f$	$+2,29035f$	$+2,53659f$
1,30	$-0,69784f$	$-0,73796f$	$+2,04250f$	$+2,24215f$
1,35	$-0,67341f$	$-0,71155f$	$+1,84647f$	$+2,01290f$
1,40	$-0,65104f$	$-0,68694f$	$+1,68745f$	$+1,82926f$
1,45	$-0,63191f$	$-0,66456f$	$+1,55582f$	$+1,67880f$
1,50	$-0,61146f$	$-0,64394f$	$+1,44501f$	$+1,55320f$
1,55	$-0,59386f$	$-0,62488f$	$+1,35041f$	$+1,44672f$
1,60	$-0,57749f$	$-0,60719f$	$+1,26867f$	$+1,35530f$
1,65	$-0,56224f$	$-0,59072f$	$+1,19733f$	$+1,27590f$
1,70	$-0,54798f$	$-0,57535f$	$+1,13447f$	$+1,20629f$
1,75				
1,80				
1,85				
1,90				
1,95				
2,00				
2,05				
2,10				
2,15				

III Table pour le verre concave en B, tirée de la troisieme Hypothese n = 3;

$$BF = f; \quad p = (\tfrac{3}{4} + \delta)f; \qquad N = (\lambda + \omega)(1 + \tfrac{4}{3}\delta).$$
$$AB = \delta f; \quad q = -3f;$$

Valeur du nombre N	Rayon de la face de devant		Rayon de la face de derriere	
	réfraction 153 : 100	réfraction 155 : 100	réfraction 153 : 100	réfraction 155 : 100
1,05	− 0,83274 f	− 0,88260 f	+ 1,74849 f	+ 1,89766 f
1,10	− 0,79387 f	− 0,83999 f	+ 1,58548 f	+ 1,71113 f
1,15	− 0,75921 f	− 0,80213 f	+ 1,45300 f	+ 1,56098 f
1,20	− 0,72810 f	− 0,76823 f	+ 1,34319 f	+ 1,43753 f
1,25	− 0,69998 f	− 0,73768 f	+ 1,25048 f	+ 1,33414 f
1,30	− 0,67444 f	− 0,70999 f	+ 1,17126 f	+ 1,24624 f
1,35	− 0,65113 f	− 0,68477 f	+ 1,10271 f	+ 1,17055 f
1,40	− 0,62976 f	− 0,66168 f	+ 1,04277 f	+ 1,10468 f
1,45	− 0,61008 f	− 0,64047 f	+ 0,98990 f	+ 1,04679 f
1,50	− 0,59190 f	− 0,62089 f	+ 0,94290 f	+ 0,99550 f
1,55	− 0,57503 f	− 0,60277 f	+ 0,90083 f	+ 0,94972 f
1,60	− 0,55935 f	− 0,58594 f	+ 0,86292 f	+ 0,90857 f
1,65	− 0,54473 f	− 0,57025 f	+ 0,82860 f	+ 0,87143 f
1,70				
1,75				
1,80				
1,85				
1,90				
1,95				
2,00				
2,05				
2,10				
2,15				

IV Ta-

IV Table pour le verre concave en B,
tirée de la quatrieme Hypothese $n = 4$;

$BF = f$; $p = (\frac{4}{5} + \delta)f$; $N = (\lambda + \omega)(1 + \frac{5}{4}\delta)$.
$AB = \delta f$; $q = -4f$;

Valeur du nombre N	Rayon de la face de devant		Rayon de la face de derriere	
	réfraction 153 : 100	réfraction 155 : 100	réfraction 153 : 100	réfraction 155 : 100
1,05	$-0{,}76501f$	$-0{,}80690f$	$+1{,}19693f$	$+1{,}27428f$
1,10				
1,15				
1,20				
1,25				
1,30				
1,35				
1,40				
1,45				
1,50				
1,55				
1,60				
1,65				
1,70				
1,75				
1,80				
1,85				
1,90				
1,95				
2,00				
2,05				
2,10				
2,15				

V Table pour le verre concave en B; tirée de la cinquieme Hypothese $n = 5$;

$BF = f$; $p = (\frac{5}{6} + \delta) f$; $AB = \delta f$; $q = -5f$; $N = (\lambda + \omega)(1 + \frac{6}{5}\delta)$.

Valeur du nombre N	Rayon de la face de devant		Rayon de la face de derriere	
	réfraction 153 : 100	réfraction 155 : 100	réfraction 153 : 100	réfraction 155 : 100
1,05	$-0,69796f$	$-0,73342f$	$+0,94752f$	$+1,00016f$
1,10	$-0,66785f$	$-0,70086f$	$+0,89271f$	$+0,94057f$
1,15				
1,20				
1,25				
1,30				
1,35				
1,40				
1,45				
1,50				
1,55				
1,60				
1,65				
1,70				
1,75				
1,80				
1,85				
1,90				
1,95				
2,00				
2,05				
2,10				
2,15				

18. En

18. En confidérant ces cinq tables pour la construction du verre concave, la seconde hypothese $n = 2$, donne les plus grands rayons pour les faces de ce verre, de sorte qu'il est alors susceptible de la plus grande ouverture. Mais il faut aussi observer que, dans ce cas, la distance de foyer du premier verre p devient plus petite que dans les suivans, & partant l'ouverture de ce verre sera trop limitée, à moins qu'on ne veuille donner à l'exposant λ de ce verre une valeur plus grande que l'unité. Donc, ayant égard à cette circonstance, il semble que la troisieme hypothese $n = 3$, est la plus convenable pour la pratique; par cette raison je me servirai de cette hypothese dans la solution des problemes suivans, où j'appliquerai plus en détail cette théorie à la pratique.

PROBLEME I.

19. *Expliquer la construction des objectifs composés, qui ne causent aucune confusion par eux-mêmes.*

SOLUTION.

Posant f pour la distance de foyer de l'objectif cherché, je commence par la construction du verre concave B, que je tire de la table III, en prenant pour N une valeur à plaisir. De là, puisque $\omega = o$, j'aurai $N = \lambda\,(1 + \frac{4}{3}\delta)$, d'où, en donnant à λ une valeur à volonté, je tire celle de $\delta = \frac{3}{4}\left(\frac{N}{\lambda} - 1\right)$, qui indique la distance des verres $AB = \delta f$; & ensuite la distance de foyer du premier verre en A étant $p = \frac{3}{4} \cdot \frac{N}{\lambda} f$, on en tire aisément la construction du premier verre, pourvu qu'on prenne $N > \lambda$. Développons en deux cas, l'un $\lambda = 1$, & l'autre $\lambda = 1,25$, & nous aurons,

pour $\lambda = 1$			pour $\lambda = 1,25$		
N	p	AB	N	p	AB
1,05	0,7875f	0,0375f	1,30	0,78f	0,03f
1,10	0,8250f	0,0750f	1,35	0,81f	0,06f
1,15	0,8625f	0,1125f	1,40	0,84f	0,09f
1,20	0,9000f	0,1500f	1,45	0,87f	0,12f
1,25	0,9375f	0,1875f	1,50	0,90f	0,15f
1,30	0,9750f	0,2250f	1,55	0,93f	0,18f
			1,60	0,96f	0,21f.

Je ne continue pas plus loin ces deux tables, parce que d'autres raiſons nous obligent d'éviter les trop grandes diſtances entre les deux verres. Cette diſtance AB pourroit bien être ſouvent plus petite, que dans les premieres valeurs; mais il faut conſidérer qu'il vaut toujours mieux mettre entre les verres une diſtance un peu plus grande, afin qu'on la puiſſe diminuer lorsque les circonſtances l'exigent.

Corollaire 1.

20. Ayant conſtruit un tel objectif composé, qui ne produit aucune confuſion, lorſqu'on éloigne les deux verres plus que ſelon la table, ils produiront une confuſion poſitive; mais ſi l'on met la diſtance entr'eux plus petite, leur confuſion deviendra négative, ou bien ils pourront détruire une confuſion cauſée par d'autres verres.

Corollaire 2.

21. Donc, lorſqu'il s'agit d'un objectif pour une lunette, il ſera bon de mettre entre les deux verres une diſtance qu'on puiſſe diminuer conſidérablement, afin que la confuſion cauſée par les autres verres puiſſe être détruite par ce moyen. Ce n'eſt donc que dans ce cas que les diſtances AB $= \frac{1}{5}f$ peuvent avoir lieu.

Remarque.

22. Quoique ces objectifs puiſſent ſervir à détruire la confuſion cauſée par les autres verres, il ſera pourtant bon de développer en

en particulier quelques cas, où de tels objectifs sont faits exprès pour détruire une confusion donnée. Cela est d'autant plus nécessaire, qu'il ne paroit pas; en approchant les deux verres au delà de l'intervalle marqué, combien de confusion en peut être détruite; & d'ailleurs un changement trop considérable dans l'intervalle déterminé par le calcul, change aussi trop la distance de foyer du verre composé, pour qu'on en puisse tenir compte dans la combinaison avec d'autres verres. Par cette raison j'ajoute encore les problemes suivans.

PROBLEME II.

23. *Expliquer la construction d'un objectif composé, qui non seulement lui-même ne cause aucune confusion, mais qui détruise une confusion causée par les autres verres, dont l'exposant soit* $= \frac{1}{20}$.

SOLUTION.

Soit la distance de foyer de cet objectif BF $= f$; & puisque $\omega = \frac{1}{20}$, nous aurons pour la III Table $N = (\lambda + \frac{1}{20})(1 + \frac{4}{3}\delta)$; donc $\delta = \frac{3}{4}\left(\frac{20N}{20\lambda + 1} - 1\right)$, & $p = \frac{15N}{20\lambda + 1}f$, l'intervalle entre les verres étant $AB = \delta f$, lequel devant être positif, il faut prendre $N > \lambda + \frac{1}{20}$. Considérons donc encore deux cas, l'un $\lambda = 1$, & l'autre $\lambda = 1,25$; & nous aurons,

pour le cas $\lambda = 1$			pour le cas $\lambda = 1,25$		
N	p	AB	N	p	AB
1,10	0,7857f	0,0357f	1,35	0,7788f	0,0288f
1,15	0,8214f	0,0714f	1,40	0,8077f	0,0577f
1,20	0,8571f	0,1071f	1,45	0,8365f	0,0865f
1,25	0,8929f	0,1429f	1,50	0,8654f	0,1154f
1,30	0,9286f	0,1786f	1,55	0,8942f	0,1442f
1,35	0,9643f	0,2143f	1,60	0,9231f	0,1731f
			1,65	0,9519f	0,2019f

Co-

Corollaire.

24. Quand on se sert d'une forme, où la distance AB n'est pas trop petite, de sorte qu'on puisse & la diminuer un peu & l'augmenter, un tel verre objectif servira à détruire toute confusion, dont l'exposant est ou un peu plus grand ou plus petit que $\frac{1}{10}$. Pour cet effet il semble que dans chaque cas la seconde formule convient le mieux à la Pratique.

PROBLEME III.

25. *Expliquer la construction d'un objectif composé, qui non seulement lui-même ne cause aucune confusion, mais qui détruise encore une confusion causée par les autres verres, dont l'exposant est* $= \frac{1}{10}$.

SOLUTION.

La distance de foyer de cet objectif étant posée BF $= \delta$; puisque $\omega = \frac{1}{10}$, la III Table fournit $N = (\lambda + \frac{1}{10})(1 + \frac{4}{3}\delta)$, d'où nous tirons $\delta = \frac{3}{4}\left(\frac{10N}{10\lambda + 1} - 1\right)$ & $p = \frac{15N}{2(10\lambda + 1)} f$, où il faut prendre $N > \lambda + \frac{1}{10}$. Etablissons donc encore deux cas, l'un où $\lambda = 1$, & l'autre où $\lambda = 1\frac{1}{4}$; & nous aurons,

pour le cas $\lambda = 1$			pour le cas $\lambda = 1,25$		
N	p	AB	N	p	AB
1,15	0,7841f	0,0341f	1,40	0,7778f	0,0278f
1,20	0,8182f	0,0682f	1,45	0,8056f	0,0556f
1,25	0,8523f	0,1023f	1,50	0,8333f	0,0833f
1,30	0,8864f	0,1364f	1,55	0,8611f	0,1111f
1,35	0,9205f	0,1705f	1,60	0,8889f	0,1389f
1,40	0,9545f	0,2045f	1,65	0,9167f	0,1667f
			1,70	0,9445f	0,1945f

Corollaire.

26. Dans l'un & l'autre cas la seconde forme paroit très propre à la pratique, puisque la distance des verres, quoiqu'elle soit assez petite,

petite, permet autant de variation qu'il en faut pour détruire un peu plus ou moins de confusion que $\frac{1}{10}$; or une telle confusion, entant qu'elle provient des verres oculaires, est déjà fort considérable.

PROBLEME IV.

27. *Expliquer la construction d'un objectif composé, qui non seulement lui-même ne produise aucune confusion, mais qui soit capable d'en détruire une causée par les autres verres, dont l'exposant est* $= \frac{3}{20}$.

SOLUTION.

Soit toujours f la distance de foyer de cet objectif BF, & puisque $\omega = \frac{3}{20}$, la troisieme hypothese donne $N = (\lambda + \frac{3}{20})(1 + \frac{4}{3}\delta)$, d'où l'on tire $\delta = \frac{3}{4}\left(\frac{20N}{20\lambda + 3} - 1\right)$ & $p = \frac{15N}{20\lambda + 3}f$, où il est clair qu'il faut prendre $N > \lambda + \frac{3}{20}$. Considérons comme auparavant deux cas, l'un où $\lambda = 1$, & l'autre où $\lambda = 1\frac{1}{4}$, pour pouvoir en choisir celui qui paroitra le plus convenable,

pour le cas $\lambda = 1$			pour le cas $\lambda = 1,25$		
N	p	AB	N	p	AB
1,20	0,7826f	0,0326f	1,45	0,7768f	0,0268f
1,25	0,8152f	0,0652f	1,50	0,8036f	0,0536f
1,30	0,8478f	0,0978f	1,55	0.8303f	0,0803f
1,35	0,8804f	0,1304f	1,60	0,8571f	0,1071f
1,40	0,9131f	0,1631f	1,65	0,8839f	0,1339f
1,45	0,9457f	0,1957f	1,70	0,9107f	0,1607f
			1,75	0,9375f	0,1875f

PROBLEME V.

28. *Expliquer la construction d'un objectif composé, qui non seulement lui-même ne produise aucune confusion, mais qui soit capable d'en détruire une causée par les autres verres, dont l'exposant est* $= \frac{1}{5}$.

SO-

SOLUTION.

La diſtance de foyer de cet objectif étant $BF = f$, puiſque $\omega = \frac{1}{5}$, la troiſieme hypotheſe donne $N = (\lambda + \frac{1}{5})(1 + \frac{4}{3}\delta)$; donc $\delta = \frac{3}{4}\left(\frac{5N}{5\lambda + 1}\right)$ & $p = \frac{15N}{4(5\lambda + 1)}f$. Il faut donc prendre $N > \lambda + \frac{1}{5}$, & partant pour nos deux cas nous aurons,

pour le cas $\lambda = 1$			pour le cas $\lambda = 1,25$		
N	p	AB	N	p	AB
1,25	0,78125f	0,03125f	1,50	0,77586f	0,02586f
1,30	0,81250f	0,06250f	1,55	0,80172f	0,05172f
1,35	0,84375f	0,09375f	1,60	0,82758f	0,07758f
1,40	0,87500f	0,12500f	1,65	0,85344f	0,10344f
1,45	0,90625f	0,15625f	1,70	0,87930f	0,12930f
1,50	0,93750f	0,18750f	1,75	0,90516f	0,15516f
			1,80	0,93102f	0,18102f.

REMARQUE.

29. Voilà donc cinq eſpeces de verres objectifs compoſés, qui ne produiſant eux-mêmes aucune confuſion poſitive, ſont capables de détruire auſſi celle que les autres verres peuvent cauſer, pourvu que l'expoſant ne ſurpaſſe pas conſidérablement $\frac{1}{5}$. Or, dans les lunettes ordinaires la confuſion cauſée par les verres oculaires eſt toujours plus petite, & cela d'autant plus que le groſſiſſement eſt plus grand, ce qui eſt préciſément le cas, où la confuſion eſt le plus à craindre; car, dans les petits groſſiſſemens, on ne s'en embarraſſe pas beaucoup. Je m'en vais donc détailler ces cinq eſpeces d'objectifs & puiſque l'intervalle entre les verres AB ne doit être ni trop grand ni trop petit, je choiſirai de chaque cas les ſecondes formes.

DEVIS DES OBJECTIFS COMPOSÉS,
qui ne cauſent aucune confuſion.

30. Le premier devis eſt tiré du premier cas du probleme I, où $\lambda = 1$ & $N = 1,10$, d'où l'on a,

La

I. La diſtance de foyer du premier verre A, $p = 0,8250 f$,

II. La diſtance de foyer du ſecond verre B, $q = - 3 f$,

III. L'intervalle entre les verres AB $= 0,0750 f$;

& la conſtruction des deux verres doit être faite ſur les regles ſuivantes :

		réfraction	réfraction
du premier verre A		153 : 100	155 : 100
Rayon de la face de	devant $=$	$0,49695 f$	$0,50694 f$
	derriere $=$	$3,63949 f$	$4,32435 f$
du ſecond verre B			
Rayon de la face de	devant $=$	$- 0,79387 f$	$-0,83999 f$
	derriere $=$	$+ 1,58548 f$	$+1,71113 f$.

Donc, ſi l'on établit cette regle, que l'ouverture n'embraſſe aucun arc plus grand que $12°$, le diametre de l'ouverture pourra être pris $= \frac{1}{10} f$, d'où l'on conclura le groſſiſſement.

31. Le ſecond devis eſt tiré du ſecond cas du probleme I, où $\lambda = 1,25$ & $N = 1,35$, d'où l'on a,

I. La diſtance de foyer du premier verre A, $p = 0,81 f$,

II. La diſtance de foyer du ſecond verre B, $q = - 3 f$,

III. L'intervalle entre les verres AB $= 0,06 f$.

Or, pour la formation des deux verres, il faut obſerver les meſures ſuivantes :

		réfraction	réfraction
du premier verre A		153 : 100	155 : 100
Rayon de la face de	devant $=$	$0,67641 f$	$0,68946 f$
	derriere $=$	$1,17512 f$	$1,25904 f$
du ſecond verre B			
Rayon de la face de	devant $=$	$- 0,65113 f$	$-0,68477 f$
	derriere $=$	$+ 1,10271 f$	$+1,17056 f$.

Donc,

Donc, selon la regle donnée ci-dessus, le diametre de l'ouverture pourra être pris $= 0,13 f$, & partant plus grand qu'auparavant. Cette construction est donc préférable à la précédente.

DEVIS DES OBJECTIFS COMPOSÉS
qui détruisent une confusion $= \frac{1}{20}$.

32. Le premier devis est tiré du premier cas du probleme II, où $\lambda = 1$ & $N = 1,15$, d'où l'on a,

I. La distance de foyer du premier verre A, $p = 0,8214 f$,

II. La distance de foyer du second verre B, $q = -3 f$,

III. L'intervalle entre les verres $AB = 0,0714 f$.

Or les verres doivent être formés sur ces mesures:

	réfraction	réfraction
du premier verre A	153 : 100	155 : 100
Rayon de la face de devant =	$0,49480 f$	$0,50475 f$
Rayon de la face de derriere =	$3,62374 f$	$4,30564 f$
du second verre B		
Rayon de la face de devant =	$-0,75921 f$	$-0,80213 f$
Rayon de la face de derriere =	$+1,45300 f$	$+1,56098 f$,

& le diametre de l'ouverture $= 0,10 f$.

33. L'autre devis est tiré du second cas du probleme II, où $\lambda = 1,25$ & $N = 1,40$, d'où l'on a,

I. La distance de foyer du premier verre A, $p = 0,8077 f$,

II. La distance de foyer du second verre B, $q = -3 f$,

III. L'intervalle entre les verres $AB = 0,0577 f$.

Or les verres doivent être formés sur ces mesures:

ré-

	réfraction	réfraction
du premier verre A	153 : 100	155 : 100
Rayon de la face de devant =	0,67449f	0,68750f
Rayon de la face de derriere =	1,17179f	1,25546f
du second verre B		
Rayon de la face de devant =	− 0,62976f	-0,66168f
Rayon de la face de derriere =	+ 1,04277f	+1,10468f;

donc le diametre de l'ouverture = 0,12 f.

DEVIS DES OBJECTIFS COMPOSÉS
qui détruisent une confusion $= \frac{1}{10}$.

34. Le premier devis est tiré du premier cas du probleme III, où $\lambda = 1$ & $N = 1,20$, d'où l'on a,

I. La distance de foyer du premier verre A, $p = 0,81817f$,

II. La distance de foyer du second verre B, $q = - 3f$,

III. L'intervalle entre les verres AB $= 0,0682f$.

Or les verres doivent être formés sur ces mesures:

	réfraction	réfraction
du premier verre A	153 : 100	155 : 100
Rayon de la face de devant =	0,49284f	0,50275f
Rayon de la face de derriere =	3,60936f	4,28855f
du second verre B		
Rayon de la face de devant =	− 0,72810f	0,76823f
Rayon de la face de derriere =	+ 1,34319f	+1,43753f;

donc le diametre de l'ouverture = 0,10f.

35. L'autre devis est tiré du second cas du probleme III, où $\lambda = 1,25$ & $N = 1,45$, d'où l'on a,

I. La distance de foyer du premier verre A, $p = 0,80557f$,

II. La diſtance de foyer du ſecond verre B, $q = -3f$,

III. L'intervalle entre ces verres AB $= 0,0556f$.

Or, dans la formation de ces verres, on doit obſerver les meſures ſuivantes:

		réfraction	réfraction
du premier verre A		153 : 100	155 : 100
Rayon de la face de	devant $=$	$0,67271f$	$0,68569f$
	derriere $=$	$1,16870f$	$1,25215f$
du ſecond verre B			
Rayon de la face de	devant $=$	$-0,61008f$	$-0,64047f$
	derriere $=$	$+0,98990f$	$+1,04679f$;

donc le diametre de l'ouverture $= 0,12f$.

DEVIS DES OBJECTIFS COMPOSÉS

qui détruiſent une confuſion $= \frac{3}{20}$.

36. Le premier devis eſt tiré du premier cas du probleme IV, où $\lambda = 1$ & $N = 1,25$, d'où l'on a,

I. La diſtance de foyer du premier verre A, $p = 0,81524f$,

II. La diſtance de foyer du ſecond verre B, $q = -3f$,

III. L'intervalle entre les verres AB $= 0,0652f$.

Or la formation des verres doit être réglée ſur ces meſures:

		réfraction	réfraction
du premier verre A		153 : 100	155 : 100
Rayon de la face de	devant $=$	$0,49108f$	$0,50095f$
	derriere $=$	$3,59644f$	$4,27320f$
du ſecond verre B			
Rayon de la face de	devant $=$	$-0,69998f$	$0,73768f$
	derriere $=$	$-1,25048f$	$+1,33414f$;

donc le diametre de l'ouverture $= 0,10f$.

37.

37. L'autre devis eſt tiré du ſecond cas du probleme IV, où $\lambda = 1,25$ & $N = 1,50$, d'où l'on a,

I. La diſtance de foyer du premier verre A, $p = 0,80357 f$,

II. La diſtance de foyer du ſecond verre B, $q = - 3 f$,

III. L'intervalle entre les verres $AB = 0,0536 f$.

Or la formation des verres doit être réglée ſur ces meſures:

		réfraction	réfraction
du premier verre A		153 : 100	155 : 100
Rayon de la face de	devant =	$0,67104 f$	$0,68399 f$
	derriere =	$1,16580 f$	$1,24904 f$
du ſecond verre B			
Rayon de la face de	devant =	$- 0,59190 f$	$0,62089 f$
	derriere =	$+ 0,94290 f$	$+ 0,99550 f$;

donc le diametre de l'ouverture $= 0,12 f$.

DEVIS DES OBJECTIFS COMPOSÉS
qui détruiſent une confuſion $= \frac{1}{3}$.

38. Le premier devis eſt tiré du premier cas du probleme V, où $\lambda = 1$ & $N = 1,30$, d'où l'on a,

I. La diſtance de foyer du premier verre A, $p = 0,8125 f$,

II. La diſtance de foyer du ſecond verre B, $q = - 3 f$,

III. L'intervalle entre les verres $AB = 0,0625 f$.

Or, pour former ces verres, il faut obſerver ces meſures:

		réfraction	réfraction
du premier verre A		153 : 100	155 : 100
Rayon de la face de	devant =	$0,48943 f$	$0,49926 f$
	derriere =	$3,58435 f$	$4,25883 f$

du

du ſecond verre B

Rayon de la face de	devant	$= - 0,67444f$	$-0,70999f$
	derriere	$= + 1,17126f$	$+1,24624f$;

donc le diametre de l'ouverture eſt un peu plus petit que $0,10f$.

39. L'autre devis eſt tiré du ſecond cas du probleme V, où $\lambda = 1,25$ & $N = 1,55$, d'où l'on a,

I. La diſtance de foyer du premier verre A, $p = 0,80172f$,

II. La diſtance de foyer du ſecond verre B, $q = - 3f$,

III. L'intervalle entre les verres $AB = 0,0517f$.

Or les verres doivent être formés ſelon ces meſures:

		réfraction 153 : 100	réfraction 155 : 100
du premier verre A			
Rayon de la face de	devant =	$0,66949f$	$0,68241f$
	derriere =	$1,16311f$	$1,24617f$
du ſecond verre B			
Rayon de la face de	devant =	$- 0,57503f$	$-0,60277f$
	derriere =	$+ 0,90083f$	$+0,94972f$;

donc le diametre de l'ouverture ſera preſque $= 0,12f$.

Conclusion.

40. Si l'on veut employer ces verres pour produire un groſſiſſement donné, il faut déterminer la diſtance de foyer $BF = f$ ſur l'ouverture que ce groſſiſſement exige. Suppoſons donc que le diametre de chaque objet doive être groſſi dans la raiſon $m : 1$, & ſelon les regles qu'on obſerve dans la conſtruction des lunettes ordinaires, on donne à l'objectif une ouverture dont le diametre eſt $= \frac{m}{33}$ pouces.

Fig. 1.

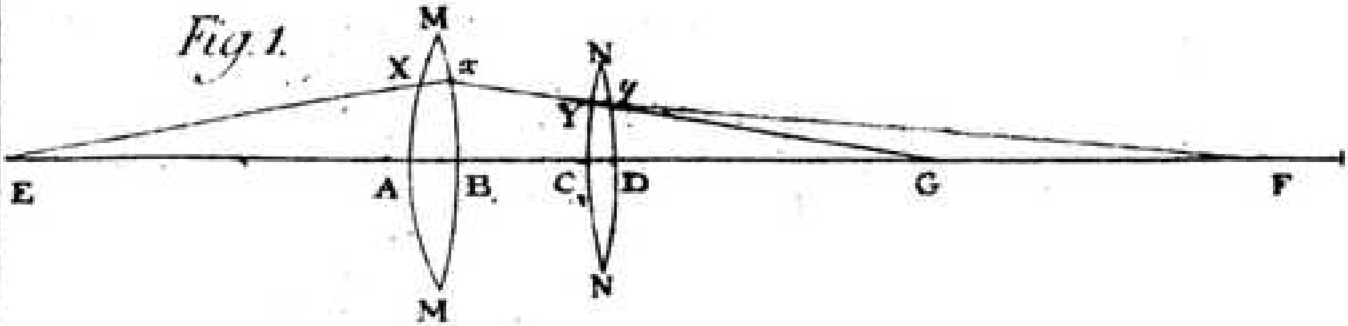


Fig. 2.

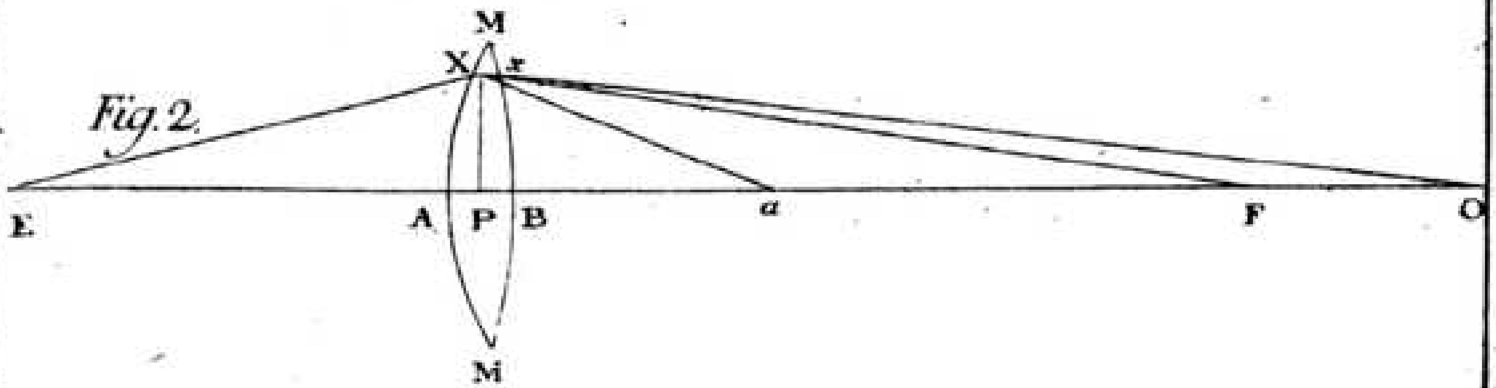


Fig. 3.

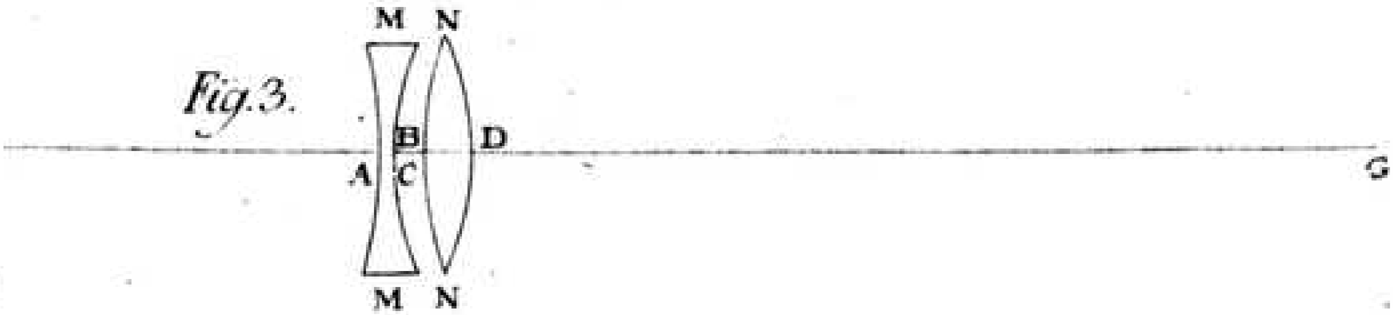
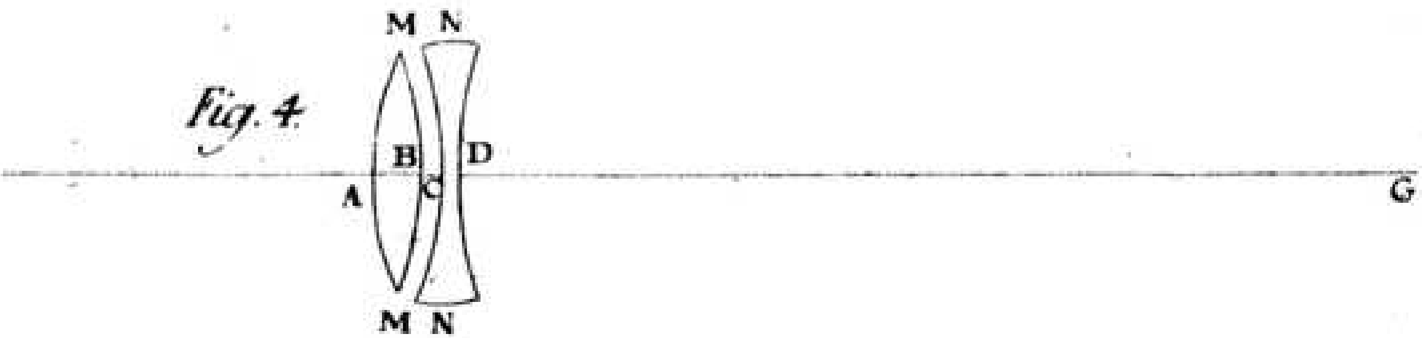


Fig. 4.



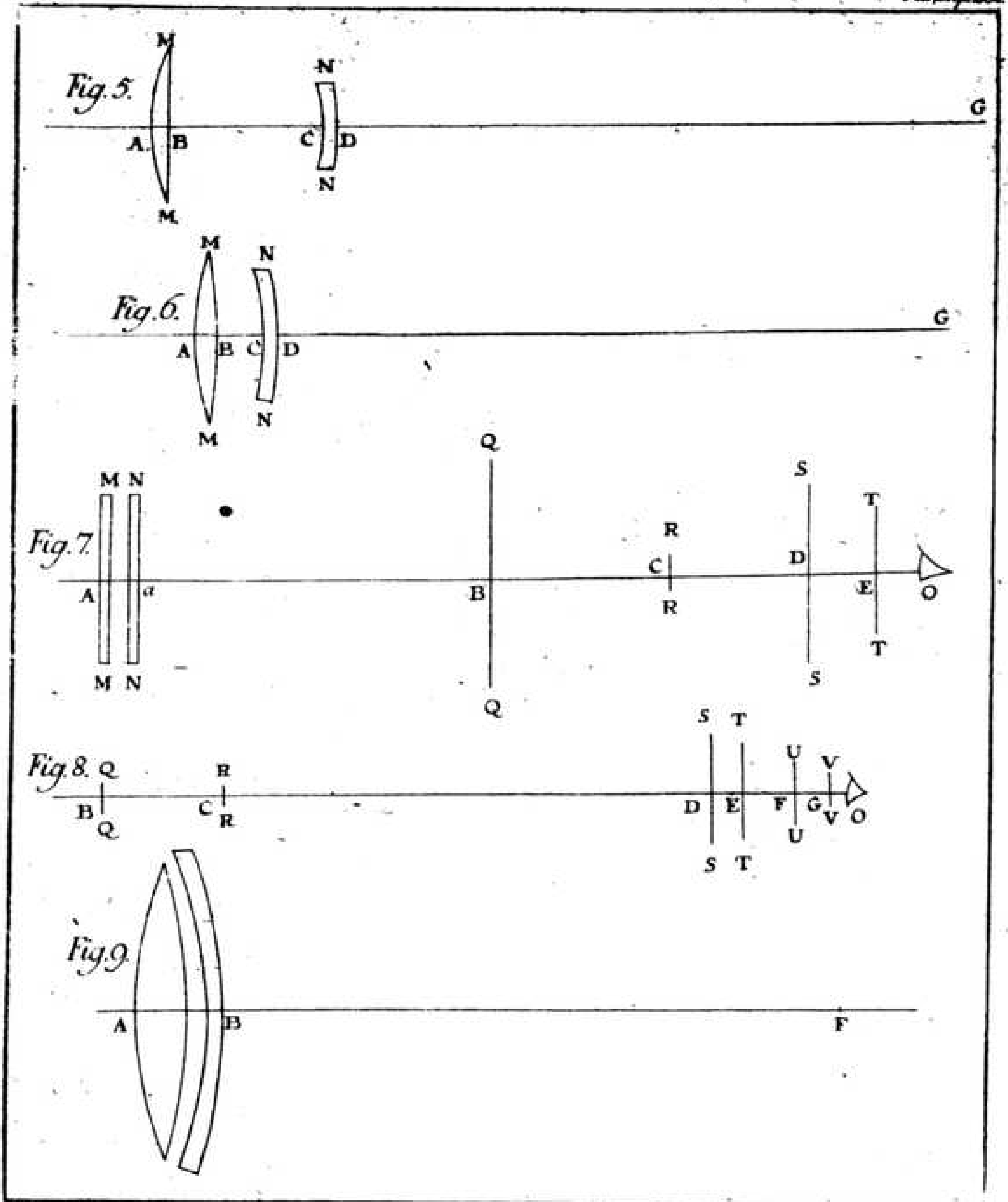


Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.

ces. Mais, puisqu'on n'a rien à craindre ici de la confusion, on est en état de procurer aux lunettes une beaucoup plus grande clarté, ce qui est sans doute un très grand avantage. Pour cet effet posons le diametre de l'ouverture de l'objectif $= \frac{m}{33}$ pouces, afin que la clarté devienne 10 fois plus grande que dans les lunettes ordinaires, & puisque le diametre de l'ouverture de nos verres selon les devis postérieurs peut être pris très commodément $= 0,12 f$, ou bien $= \frac{1}{8} f$, pour chaque grossissement proposé $= m$, on n'aura qu'à prendre $f = \frac{2}{10} m$ pouces, de sorte que les plus grands grossissemens puissent être obtenus par des longueurs très médiocres. Si l'on vouloit se contenter d'un moindre degré de clarté, on pourroit bien prendre $f = \frac{1}{8} m$ pouces, & ces lunettes seroient encore très préférables aux ordinaires.