# SUR LES LORGNETTES ACHROMATIQUES *d'une ſeule eſpece de verre.*

## PAR M. LAMBERT.

Dans les Écrits dioptriques on a ordinairement grand ſoin de déterminer à des minuties près les rayons & les foyers des verres, afin de rendre, ou nulle, ou du moins auſſi petite qu'il eſt poſſible, la confuſion qui réſulte des rayons de différente couleur & de la figure ſphérique des verres. C'eſt enſuite à l'Artiſte à travailler ſes verres avec toute l'exactitude que la théorie lui preſcrit. Je n'ai pas vu que les Artiſtes ſoient en état de donner à leurs verres exactement la figure qu'ils voudroient leur donner. Deux verres formés dans un même moule, ont preſque toujours des foyers plus ou moins différens. Si l'Artiſte veut avoir un verre exactement conforme à la théorie, il ſe voit ordinairement obligé d'en faire pluſieurs, & de choiſir enſuite celui qui y répond le mieux. S'il ne veut point perdre de tems, ou ſi, pour ne point trop hauſſer le prix de ſes Inſtrumens dioptriques, il ne peut point le faire, ce ſera à la théorie à voir s'il n'eſt pas poſſible d'y trouver quelque autre remede.

Il y a pluſieurs années qu'il s'agiſſoit ici de faire faire des objectifs achromatiques. L'effet ne répondit pas à l'attente. On allégua pour raiſon, que les verres n'avoient ni les foyers ni les ſphéricités conformes à la théorie. C'eſt alors que je propoſai de voir, s'il n'y avoit pas moyen de redreſſer ces défauts en donnant aux verres quelque diſtance, & ſous quelles conditions cela pourroit ſe faire. Cette propoſition ne fut point goûtée, & je ne me vis pas fort preſſé d'en faire quelque eſſai en mon particulier.

Cette idée cependant me revint il y a quelques ſemaines. Je me mis donc à examiner, ſi en employant des verres d'une même eſpece, on ne pourroit pas, au moyen des diſtances, produire quelque choſe d'achromatique. Je vis que cela étoit poſſible, quoique cette poſſibilité eût des bornes fort étroites. Comme cependant il en peut réſulter quelque avantage pour les lorgnettes, je vais les examiner dans cette vue.

J'entens ici par Lorgnettes des tubes de quelques pouces de longueur, ayant un objectif convexe & un oculaire concave. Ces ſortes de tubes, qu'on appelle Hollandois, & dont l'invention, venue de Hollande, a donné lieu à celle de toutes les autres eſpeces, paſſent pour les moins parfaits de tous. On ne peut gueres leur donner pluſieurs pieds de longueur & un groſſiſſement conſidérable, parce que le champ apparent deviendroit comme infiniment petit. Auſſi tout ce qu'on en fait ce ſont des lorgnettes, ou de petites lunettes d'approche de quelques pouces de longueur, propres à être miſes en poche. Le groſſiſſement ne va ordinairement qu'au double & rarement au-delà du triple ou du quadruple. Avec tout cela elles ont l'avantage de repréſenter les objets droits, avec beaucoup de netteté & avec leur clarté naturelle. Elles ſont d'ailleurs d'une conſtruction très facile & ſe vendent à bon prix, ce qui fait que tout le monde & ſurtout les perſonnes myopes s'en procurent.

Le champ apparent dans ces ſortes de lunettes dépend d'un côté de l'ouverture de l'objectif, de l'autre de l'ouverture de la prunelle. Si le tube doit groſſir $n$ fois, le demi-diametre de la prunelle étant poſé $= p$, on aura $np$ pour le demi-diametre de l'ouverture de l'objectif, & c'eſt la moindre grandeur qu'on puiſſe lui donner, à moins qu'on ne veuille rendre l'objet vu par le tube moins clair qu'il ne paroit à l'œil nud. Dans ce cas la tangente du demi-diametre du champ apparent eſt $p$, diviſé par la longueur du tube ou par la diſtance des deux verres.

Ce champ eſt le plus petit qu'on puiſſe admettre ſans diminuer la clarté de l'objet. Mais on l'aggrandit en donnant plus d'ouverture à l'objectif, ce qui, lorſque le tube ne groſſit que du double ou du triple, eſt toujours poſſible juſqu'à un certain point. Mais ſi on fait cette ouverture plus grande que le groſſiſſement ne l'admet, les objets vus vers l'extrémité du champ apparent auront des bords colorés, & l'aberration de ſphéricité devient perceptible.

Afin de faire avec toute la facilité poſſible le calcul pour les rayons de différente réfrangibilité, je déſignerai par $F$, $f$ les foyers de l'objectif & de l'oculaire pour les rayons les plus réfrangibles; & ces foyers multipliés par $(1 + r)$ déſigneront les foyers pour les rayons les moins réfrangibles, qui par conſéquent ſeront $(F + Fr)$ & $(f + fr)$.

La valeur de la lettre $r$ eſt une fraction aſſez petite pour que, du moins dans la plupart des cas, ſes dignités ſupérieures à la premiere puiſſent être omiſes. L'abbréviation qui en réſulte pour le calcul, n'eſt pas cependant la raiſon principale. La valeur de la lettre $r$ eſt conſtante pour une même eſpece de rayons; mais elle eſt variable lorſqu'il s'agit d'avoir égard aux rayons de toute eſpece. Si donc il s'agit de les réunir toutes, il faut dans le calcul faire $= 0$ les termes multipliés par $r$, $r^2$, $r^3$ &c. Par là on obtient autant d'équations qu'il y a de dignités de $r$. Le nombre de ces dignités augmente avec le nombre des verres, & les équations qu'on trouve, offrent aſſez ſouvent des conditions très peu favorables au but qu'on ſe propoſe. Mais dès que les puiſſances $r^2$, $r^3$ &c. peuvent être omiſes, uniquement parce que l'effet qui en réſulte eſt imperceptible, on a le choix de déterminer une, deux ou pluſieurs des quantités qui entrent dans le calcul, & on les déterminera de maniere à pouvoir en retirer quelque avantage pour le tube.

Enſuite je déſignerai par $k$ le terme de la viſion diſtincte, c'eſt à dire, la diſtance à laquelle l'oeil voit les petits objets diſtinctement. Cette diſtance eſt aſſez variable. Pour les yeux myopes elle eſt rarement au-deſſous de 3 à 4 pouces, plus ordinairement de 7, 8 à 9 pouces. Pour les yeux presbytes elle peut être de pluſieurs pieds, & elle aura même une valeur infinie lorſque l'œil eſt abſolument presbyte.

Enfin, je déſignerai par $F - b$ l'intervalle entre l'objectif & l'oculaire, ou la diſtance des deux verres, de ſorte que $b$ exprime la diſtance de l'oculaire du foyer des rayons les plus réfrangibles de l'objectif.

L'oculaire étant ſuppoſé concave, on y applique l'œil immédiatement. Ainſi les rayons doivent être briſés par l'oculaire, comme s'ils partoient d'un point dont la diſtance de l'oculaire eſt $= k$, c'eſt à dire, égale au terme de la viſion diſtincte. Or c'eſt dans ce point que les rayons de différente réfrangibilité doivent ſe réunir.

Les théoremes de la Dioptrique donnent, pour les rayons les moins réfrangibles qui ſortent d'un point de l'axe, l'équation

$$k' = \frac{(b + Fr).(f + fr)}{b - f + Fr - fr}.$$

En faiſant $r = 0$, on a pour les rayons les plus réfrangibles

$$k = \frac{bf}{b - f}.$$

Ces deux quantités doivent être égales; donc

$$k = \frac{bf}{b - f} = \frac{(b + Fr).(f + fr)}{b - f + Fr - fr};$$

ou bien

$$bf(b - f + Fr - fr) = (b - f).(b + Fr).(f + fr).$$

Or, en faiſant les multiplications indiquées dans cette formule, & en omettant les termes qui s'entredétruiſent, on a

$$0 = (bb - Ff)fr + (b - f)fFrr.$$

Si donc on ne vouloit ou ne pouvoit pas regarder $rr$ comme une quantité aſſez petite pour être omiſe, il faudroit faire

$$bb - Ff = 0$$

&

$$b - f = 0.$$

Cette derniere équation donneroit

$$k = \frac{bf}{b - f} = \infty.$$

Elle ne ſauroit donc avoir lieu que pour un œil abſolument presbyte. Enſuite, en ſubſtituant $b = f$ dans la premiere de ces équations, elle donne $b = f = F$, c'eſt à dire que les deux verres auront un même foyer, leur diſtance ſera $= 0$, & l'effet des verres quant au groſſiſſement ſe réduira à rien.

Mais il arrive fort à propos que le ſecond membre de l'équation

$$o = (bb - Ff)fr + (b - f)fFrr$$

peut être omis, ſans qu'on ait beſoin de poſer $b - f = o$, & qu'il ſuffit de faire

$$bb - Ff = o.$$

Ainſi nous aurons les deux équations

$$bb = Ff,$$
$$bk = kf + bf,$$

& par conſéquent

$$f = \frac{bk}{b+k},$$
$$F = \frac{bb + bk}{k}.$$

Suppoſons par ex. le terme de la viſion diſtincte $k = 8'' = 96'''$; & $b = 4'' = 48'''$, on aura $f = 32'''$ & $F = 72'''$. Le groſſiſſement ſera $F : b = \frac{3}{2}$; & la longueur du tube $F - b = 24'''$.

S'il s'agit maintenant de calculer l'effet de la petite quantité omiſe, on aura d'abord

$$k' = \frac{(48 + 72r) \cdot (32 + 32r)}{16 + 40r},$$

ce qui donne

$$k' = 96 + \frac{288rr}{2 + 5r}.$$

Or en donnant à $r$ ſa plus grande valeur, elle ſera, pour le verre commun, $= \frac{1}{55}$, ſuivant les recherches de M. *Beguelin*; donc

$$k' = 96 + \frac{288}{5325},$$

ou bien à très peu près

$$k = 96 + \frac{2}{37},$$

de ſorte que l'aberration en longueur qui en réſulte n'eſt que $\frac{2}{37}$ d'une ligne. Le diametre de l'aberration en largeur qui en réſulte, ſe trouve en multipliant $\frac{1}{37}$ par le diametre de la prunelle, lequel je ſuppoſerai d'une ligne, & en diviſant le produit par $k = 96'''$. Il ne ſera donc que $\frac{1}{37} \cdot \frac{1}{96}$, ou, plus exactement, de $\frac{1}{3550}$ ligne, ce qui étant encore diviſé par $96'''$ donne pour la corde de l'angle ſous lequel la bordure colorée tombe dans l'œil, $\frac{1}{349800}$ partie du rayon, ce qui ne fait que $\frac{3}{5}$ d'une ſeconde. Or dans les tubes aſtronomiques, conſtruits ſuivant la Table de M. *Huygens*, on tolere pour les couleurs un angle viſuel de près de $30'$, lorſque cet angle eſt calculé en ſuppoſant $r = \frac{1}{55}$. Car la corde de cet angle eſt toujours $\frac{1}{110} \cdot \frac{10}{11} = \frac{1}{121}$ partie du rayon.

Poſons généralement le terme de la viſion diſtincte $k = 1$, & en faiſant ſucceſſivement $b = 1, 2, 3, 4$ &c, les équations trouvées nous donneront la Table ſuivante:

| $b$ | $F$ | $f$ | $F : b$ | $F - b$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 : 2 | 2 | 1 |
| 2 | 6 | 2 : 3 | 3 | 4 |
| 3 | 12 | 3 : 4 | 4 | 9 |
| 4 | 20 | 4 : 5 | 5 | 16 |
| 5 | 30 | 5 : 6 | 6 | 25 |
| 6 | 42 | 6 : 7 | 7 | 36 |
| 7 | 56 | 7 : 8 | 8 | 49 |
| 8 | 72 | 8 : 9 | 9 | 64 |
| 9 | 90 | 9 : 10 | 10 | 81 |
| 10 | 100 | 10 : 11 | 11 | 100 |
| &c. | | | | |

Cette Table fait d'abord voir que la longueur du tube $F - b$ croit à très peu près comme le quarré du groſſiſſement, & même davantage. Pour peu que l'œil ſoit presbyte, le tube devient d'une longueur d'autant plus conſidérable qu'il doit groſſir d'avantage. Ainſi les lunettes achromatiques, faites d'une même eſpece de verre, ne ſont à proprement parler que pour les myopes, & pour un même groſſiſſement elles ſe racourciſſent en raiſon du terme de la viſion diſtincte. Mais auſſi ce ſont les myopes qui en ont le plus beſoin pour voir les objets éloignés auſſi diſtinctement qu'un œil presbyte les voit à une moindre diſtance. L'avantage qu'ont ces lorgnettes achromatiques, c'eſt qu'on peut donner à l'objectif une ouverture très conſidérable, & par là le champ apparent en devient d'autant plus grand. Car les couleurs étant réduites à zéro dans l'axe, ſeront encore imperceptibles pour les points de l'objet vus hors de l'axe. J'en ai fait l'eſſai avec un objectif de 24 pouces de foyer & de 7 pouces d'ouverture, c'eſt à dire, avec un verre ardent fait de glace de miroir & ſupérieurement bien travaillé par M. *Brander*, célebre Méchanicien à Augsbourg. J'adaptai à cet objectif un oculaire concave de $4\frac{4}{5}$ pouces de foyer, à une diſtance de 18 pouces, & j'obtins un groſſiſſement $= 2\frac{1}{2}$, & un champ apparent de 10 degrés. En diminuant l'ouverture d'un demi-pouce, les couleurs qu'on voyoit vers les bords du champ, diſparurent entierement.

Je paſſerai encore à la conſidération du cas où on emploie trois verres, afin de voir ſous quelles conditions on en peut faire une lorgnette achromatique, lorſqu'on la fait d'une même eſpece de verre.

*F*————————*f*——*C*——*Φ*————*B*——*A*.

Soit *F* le foyer & la place de l'objectif, que je ſuppoſe être convexe. Que l'image formée par ce verre tombe en *A*. En plaçant en *f* une lentille convexe, cette image en *A* ſera effacée, & il s'en formera une autre plus proche & plus petite en *B*. Qu'on place en $\Phi$ un oculaire concave $\Phi$, un œil myope verra l'objet comme s'il étoit placé en *C*. L'intervalle $C\Phi$ eſt cenſé donné, puiſque c'eſt la meſure de la longueur de la vue, ou bien la plus petite diſtance à laquelle l'œil voit les objets & leurs petites parties diſtinctement. Je la poſerai en général $= \lambda$. Nommant donc, comme ci-deſſus, $\Phi + r\Phi$ le foyer de l'oculaire concave, & faiſant $= c$ l'intervalle qui eſt entre l'oculaire & l'image *B*, nous aurons

$$c = \frac{\lambda\Phi(1+r)}{\lambda - \Phi(1+r)},$$

& en rejettant les puiſſances ſupérieures de $r$, cette diſtance ſera

$$c = \frac{\lambda\Phi}{\lambda - \Phi} + r\Phi \cdot \frac{\lambda\lambda}{(\lambda - \Phi)^2}.$$

Je

Je la poſerai, pour plus de briéveté,

$$c = \frac{\lambda\Phi}{\lambda - \Phi} + rD,$$

de ſorte que $rD$ dénote ce qu'on appelle l'*aberration en longueur.*

Nommons maintenant pour les rayons bleus

$k$ la diſtance entre le verre $f$ & l'image $B$,

$b$ la diſtance entre le verre $f$ & l'image $A$,

$f$ le foyer du verre $f$,

& nous aurons pour les rayons rouges le foyer $f(1 + r)$ & la diſtance $k + rD$, & l'autre diſtance doit être $b + Fr$, puiſque dans l'image $A$ l'aberration en longueur dérive de l'objectif $F$. Cela donne

$$b + Fr = \frac{(k + rD) \cdot f(1 + r)}{f(1 + r) - k - rD},$$

ou bien, en omettant les puiſſances ſupérieures de $r$,

$$b + Fr = \frac{kf}{f - k} + rf \cdot \frac{Df - kk}{(f - k)^2},$$

ce qui donne les deux équations

$$b = \frac{kf}{f - k},$$

$$F = \frac{Df - kk}{(f - k)^2} \cdot f.$$

Ces deux équations font que, quatre des quantités $\lambda$, $\Phi$, $k$, $f$, $b$, $F$ étant données, on trouvera par là les 2 autres. Suppoſons par ex. qu'on ait $\lambda$, $\Phi$, $k$, $f$; on trouvera de ſuite

$$c = \frac{\lambda\Phi}{\lambda - \Phi},$$

$$b = \frac{kf}{f - k},$$

$$D = cc : \Phi = \frac{\lambda^2 \Phi}{(\lambda - \Phi)^2},$$

$$F = f \cdot \frac{Df - kk}{(f - k)^2},$$

& on aura

le grossissement $n = \frac{Fk}{bc}$,

la longueur du tube $L = F - b + k - c$.

Mais on n'a pas le choix de prendre pour $\lambda$, $\Phi$, $k$, $f$ des quantités quelconques, puisqu'il faut satisfaire encore aux conditions que l'ordre des verres exige. Cet ordre demande d'abord

$$k > c,$$
$$F > b,$$

& en substituant les valeurs

$$f \cdot \frac{Df - kk}{(f - k)^2} > \frac{kf}{f - k},$$

d'où l'on tire

$$Dff - fkk > kff - fkk,$$

c'est à dire,

$$D > k.$$

Ainsi $k$ doit toujours être plus grande que $c$, mais plus petite que $D$. On aura donc pour $k$ les limites

$$k > \frac{\lambda\phi}{\lambda - \phi},$$
$$k < \frac{\lambda\lambda\phi}{(\lambda - \phi)^2},$$

& ces limites sont d'autant plus étroites, que l'oculaire est plus concave.

Comme cependant la valeur de $f$ reste encore fort arbitraire, nous tâcherons de la resserrer entre des limites plus étroites. Le grossissement étant

$$n = \frac{Fk}{bc},$$

nous aurons, en substituant les valeurs de $F$, $k$, $b$,

$$n = \frac{1}{c} \cdot \frac{Df - kk}{f - k}.$$

Dans cette expreſſion, $c$, $D$ ne dépendent que de $\lambda$, $\phi$, que nous ſuppoſons données. Ainſi il n'y a que $k$, $f$, qui dépendent de la lentille $f$. Or il arrive à propos qu'en faiſant $k$ variable, le groſſiſſement $n$ varie en ſorte qu'il a un *maximum*. Différentiant donc on aura

$$cdn = 0 = -\frac{2k}{f-k} + \frac{Df - kk}{(f-k)^2},$$

d'où l'on tire

$$k = f - \sqrt{(ff - Df)},$$

de ſorte qu'ayant $\lambda$, $c$, $f$, on trouve la valeur de $k$, qui produit le plus grand groſſiſſement. Je dis *le plus grand*; car en poſant

$$k = f - \sqrt{(ff - Df)} \pm \mu,$$

on trouve

$$n = \frac{2k}{c} - \frac{\mu\mu}{c\sqrt{(ff - fD)}},$$

& par conſéquent un groſſiſſement moins grand que lorſqu'on fait $m = 0$, & par conſéquent

$$k = f - \sqrt{(ff - Df)}.$$

Cette équation nous fait encore voir qu'à moins qu'on ne faſſe $f$ négative, ou bien la lentille $f$ concave, on doit toujours prendre $f > D$. Et comme il faut faire $k > c$, il s'enſuit

$$c < f - \sqrt{(ff - Df)},$$

d'où il réſulte que

$$f < \frac{cc}{2c - D},$$

ou bien, en ſubſtituant les valeurs de $c$, $D$,

$$f < \frac{\lambda\phi}{\lambda - 2\phi};$$

de forte que les limites pour les valeurs positives de $f$ font

$$f > \frac{\lambda\lambda\phi}{(\lambda - \phi)^2},$$

$$f < \frac{\lambda\phi}{\lambda - 2\phi}.$$

Ces limites font d'autant plus étroites que l'oculaire eft plus concave.

Le groffiffement pour le cas du *maximum* eft

$$n = \frac{2k}{c};$$

mais il eft en général

$$n = \frac{Fk}{bc},$$

d'où réfulte

$$F = 2b,$$

de forte que la lentille $f$ doit être placée au milieu de la diftance focale de l'objectif. La longueur du tube fe réduit à

$$L = b + k - c = \frac{fD}{f - k} - c = \frac{kD}{D - k} - c.$$

Les limites que nous venons de trouver, tant pour $k$ que pour $f$, déterminent encore les limites du groffiffement & de la longueur du tube. Car $k$ ne pouvant pas être plus petit que $c$, il s'enfuit qu'en faifant $k = c$, c'eft la moindre valeur qu'on puiffe donner à $k$. Dans ce cas les verres $f$, $\Phi$, fe touchent immédiatement, la longueur du tube devient $= b = \frac{1}{2}F = \lambda$, & le groffiffement eft fimplement $n = 2$, & on a

$$f = \frac{\lambda\phi}{\lambda - 2\phi}.$$

Au contraire, $k$ ne pouvant être plus grand que $D$, il s'enfuit qu'en faifant $k = D$, c'eft la plus grande valeur qu'on puiffe donner à $k$. Dans ce cas le groffiffement eft

$$n = \frac{2D}{c} = \frac{2\lambda}{\lambda - \phi},$$

& tant le foyer que la distance de l'objectif $F$ deviennent infinis, c'est à dire que ce cas revient à celui où il n'y a que les deux verres $\Phi$, $f$, & on a $f = D = k$. Par là le grossissement se réduit à la moitié & se trouve être simplement $= k : c = D : c$, puisqu'en faisant abstraction de l'objectif $F$, on fait encore abstraction du rapport $F : b = 2 : 1$ qui entre dans l'expression $n = \frac{Fk}{bc}$.

Voici une Table que j'ai calculée en supposant $\lambda = 100$, & en donnant à $\Phi$ les valeurs 5, 10, 15, 20, &c.

| $\Phi$ | $c$ | $k$ | $D$ | $f$ | $\frac{\lambda\Phi}{\lambda - 2\Phi}$ | limites de $n$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | $5\frac{5}{19}$ | | $5\frac{104}{361}$ | | $5\frac{5}{9}$ | 2 | $2\frac{2}{19}$ |
| 10 | $11\frac{1}{9}$ | | $12\frac{28}{81}$ | | $12\frac{1}{2}$ | 2 | $2\frac{2}{9}$ |
| 15 | $17\frac{11}{17}$ | | $20\frac{280}{289}$ | | $21\frac{3}{7}$ | 2 | $2\frac{6}{17}$ |
| 20 | 25 | | $31\frac{1}{4}$ | | $33\frac{1}{3}$ | 2 | $2\frac{1}{2}$ |
| 25 | $33\frac{1}{3}$ | | $44\frac{4}{9}$ | | 50 | 2 | $2\frac{2}{3}$ |
| 30 | $42\frac{6}{7}$ | | $61\frac{11}{49}$ | | 75 | 2 | $2\frac{6}{7}$ |
| 35 | $53\frac{11}{13}$ | | $82\frac{142}{169}$ | | $116\frac{2}{3}$ | 2 | $3\frac{1}{13}$ |
| 40 | $66\frac{2}{3}$ | | $111\frac{1}{9}$ | | 200 | 2 | $3\frac{1}{3}$ |
| 45 | $81\frac{9}{11}$ | | $148\frac{92}{121}$ | | 450 | 2 | $3\frac{7}{11}$ |
| 50 | 100 | | 200 | | infini | 2 | 4 |
| 55 | $122\frac{2}{9}$ | | $271\frac{49}{81}$ | | $-550$ | 2 | $4\frac{4}{9}$ |
| 60 | 150 | | 375 | | $-300$ | 2 | 5 |
| 65 | $185\frac{5}{7}$ | | $530\frac{30}{49}$ | | $-216\frac{2}{3}$ | 2 | $5\frac{5}{7}$ |
| 70 | $233\frac{1}{3}$ | | $777\frac{7}{9}$ | | $-175$ | 2 | $6\frac{2}{3}$ |
| 75 | 300 | | 1200 | | $-150$ | 2 | 8 |
| 80 | 400 | | 2000 | | $-133\frac{1}{3}$ | 2 | 10 |
| 85 | $566\frac{2}{3}$ | | $3777\frac{7}{9}$ | | $-121\frac{3}{7}$ | 2 | $13\frac{1}{3}$ |
| 90 | 900 | | 9000 | | $-112\frac{1}{2}$ | 2 | 20 |
| 95 | 1900 | | 38000 | | $-105\frac{5}{9}$ | 2 | 40 |
| 100 | infini | | infini | | $-100$ | 2 | infini. |

J'ai placé les deux colonnes vuides pour $k$ & $f$ entre celles dont les nombres désignent les limites de ces deux quantités. On voit que pour tous les cas où $\varphi > \frac{1}{2}\lambda$, la valeur positive de $f$ peut, non seulement aller à l'infini, mais même devenir négative. Le grossissement, même pour le cas où on fait $k = D$, croit beaucoup plus lentement que la longueur du tube.

La supposition $\lambda = 100$, sur laquelle les nombres de cette Table sont calculés, convient à la plupart des yeux myopes, lorsqu'on regarde ces nombres comme des lignes du pouce. Car 100 lignes donneront 8 pouces 4 lignes, & c'est ordinairement la distance à laquelle on voit les petits objets distinctement.

Voici maintenant l'ordre du calcul qu'on peut faire pour un oculaire quelconque, mais dont le foyer est plus petit que $\lambda$.

On cherche d'abord

$$c = \frac{\lambda\varphi}{\lambda - \varphi},$$

$$D = \frac{\lambda\lambda\varphi}{(\lambda - \varphi)^2} = \frac{cc}{\varphi},$$

$$E = \frac{\lambda\varphi}{\lambda - 2\varphi},$$

& il faut prendre $f$ en sorte que $f > D$ & $f < E$; ce qui étant fait, on aura

$$k = f - \sqrt{(ff - fD)}.$$

Mais si au lieu de $f$ on fixe la valeur de $k$, il faut la fixer en sorte que $k > c$ & $k < D$, & on aura

$$f = \frac{kk}{2k - D}.$$

Ensuite on aura

$$b = \frac{fk}{f - k} = \frac{kk}{D - k} = \frac{ff - f\sqrt{(ff - fD)}}{\sqrt{(ff - fD)}},$$

$$F = 2b = \frac{2fk}{f-k} = \frac{2kk}{D-k},$$

$$L = \frac{fD}{f-k} - c = \frac{kD}{D-k} - c,$$

$$n = \frac{2k}{e}.$$

Ces ſortes de lorgnettes ou de tubes, quoique faits d'une même eſpece de verre, ſont achromatiques dans le même ſens que les tubes faits de différente ſorte de verre. L'aberration de réfrangibilité dans l'axe eſt réduite à zéro, de ſorte qu'il ne reſte que l'aberration de ſphéricité, qui peut devenir aſſez ſenſible, vu la grande ouverture qu'on peut donner à l'objectif. A cet égard on peut avoir recours au même moyen dont on s'eſt ſervi à l'égard des tubes compoſés de deux eſpeces de verre, c'eſt de faire des objectifs doublés ou triplés, qui rendent l'aberration de ſphéricité $= 0$.