verre intermédiaire $s > \frac{4x}{\mu}$. Or le diamètre de la base du cône lumineux sur ce verre étant pour qu'il n'y embrasse un arc de plus de $22\frac{1}{2}^\circ$, il faut qu'il soit $\frac{2x}{\mu} < \frac{1}{3}s$, et ainsi la distinction exige qu'il soit $s > \frac{6x}{\mu}$ et partant $v > \frac{3x}{2\mu}$.

Section II.

Recherches sur les lunettes à deux verres.

46. L'objet étant éloigné à l'infini, soient les deux verres en A et B, leurs distances de foyer p et q et que l'oeil soit placé en C. Posons les distances $AB = A$, $BC = B$ et des lettres $\mathfrak{A}$ et $\mathfrak{B}$, celle-ci doit être $\mathfrak{B} = -1$ comme la distinction exige, et alors nous aurons:

$$p = \frac{\mathfrak{A}A}{1+\mathfrak{A}} \quad \text{et} \quad q = \frac{A}{1+\mathfrak{A}},$$

et le nombre $\mathfrak{A}$ marquera le grossissement de la lunette; lequel étant positif, l'objet paraîtra renversé; ou droit, si le nombre $\mathfrak{A}$ est négatif. Ensuite, posant le demi-diamètre de l'ouverture du verre objectif $= x$, de sorte que $x = \sqrt{ip}$, et considérant un point de l'objet éloigné de l'axe de l'angle φ, les limites du cône lumineux seront:

$$\text{sur le verre oculaire en } B = A\varphi \pm \frac{x}{\mathfrak{A}},$$

$$\text{et sur l'oeil en } C = \mathfrak{A}B\varphi - A\varphi \pm \frac{x}{\mathfrak{A}}.$$

47. Si nous posons le demi-diamètre de la pupille $= \omega$, pour que le milieu de l'objet paraisse avec la pleine clarté, il faut qu'il soit $\frac{x}{\mathfrak{A}} = \omega$ ou bien $x = m\omega$, puisque m marque le grossissement de la lunette; mais comme nous venons de remarquer, il faut que pour le verre en B ou l'oculaire, il soit $q > \frac{6x}{\mathfrak{A}}$ ou bien $q > 6\omega$. Donc puisque ω est environ une ligne ou $\frac{1}{12}$ pouce, on ne saurait jamais employer des verres oculaires dont la distances de foyer soit moindre qu'un demi-pouce, à moins qu'on ne veuille perdre sur la clarté. Mais pour les autres déterminations, il faut considérer deux cas, selon que $\mathfrak{A}$ est un nombre positif ou négatif; car dans le premier cas l'objet sera vu renversé et dans l'autre debout, laquelle différence nous conduit aux deux espèces assez connues des lunettes à deux verres.

1. *Cas des lunettes à deux verres où $\mathfrak{A}$ est un nombre positif.*

48. Ce cas renferme les lunettes qui représentent les objets renversés, et si nous marquons la multiplication par la lettre m, nous aurons $\mathfrak{A} = m$ et partant:

$$p = \frac{mA}{1+m} \quad \text{et} \quad q = \frac{A}{1+m}, \quad \text{donc} \quad p = mq.$$

Ensuite les limites seront: pour le verre oculaire $= A\varphi \pm \frac{x}{m}$,

$$\text{pour l'oeil } = (Bm - A)\,\varphi \pm \frac{x}{m},$$

d'où nous tirons, pour que le milieu de l'objet paraisse avec la pleine clarté, $x = m\omega$, et partant:

$$p = \frac{m^2\omega^2}{i}, \quad \text{donc} \quad q = \frac{m\omega^2}{i},$$

et la distance des deux verres:

$$AB = A = (1 + m)\,q = \frac{m(1+m)\,\omega^2}{i},$$

d'où la lunette est entièrement déterminée pour chaque cas de multiplication et, puisque m est essentiellement un nombre plus grand que l'unité; il n'y a pas à craindre que q devienne $< 6\omega$.

49. Voyons maintenant ce qui regarde le champ apparent, tant clair que moyen et entier, et pour le champ moyen, son demi-diamètre se trouve par les limites de l'oeil $= \frac{\omega}{mB - A}$, il dépend donc principalement du lieu de l'oeil derrière le verre oculaire $BC = B$, qui pourrait être pris en sorte, savoir $B = \frac{A}{m} = \frac{(1+m)\,\omega^2}{i}$, que le champ apparent devient infini. Mais alors il sera déterminé par le verre oculaire, dont le demi-diamètre de l'ouverture étant environ $\frac{1}{4}\,q$ ou en général $= nq$, on trouve de là le demi-diamètre du champ apparent moyen $= \frac{nq}{A} = \frac{n}{m+1}$: qui diffère tant de celui du champ apparent clair que de l'entier de la quantité:

$$\frac{x}{mA} = \frac{\omega}{A} = \frac{i}{m(1+m)\,\omega},$$

d'où nous aurons:

le demi-diamètre du champ apparent clair $= \frac{n}{m+1} - \frac{i}{m(1+m)\,\omega}$,

le demi-diamètre du champ apparent entier $= \frac{n}{m+1} + \frac{i}{m(1+m)\,\omega}$.

50. Mais ces déterminations, tirées du verre oculaire, n'ont lieu qu'autant que la position de l'oeil ne donne point de plus petites, ce qui arriverait, si $mB - A$ n'était pas $= o$; car alors à cause de $\frac{x}{m} = \omega$, le champ clair s'évanouirait. Donc pour obtenir ce champ apparent, que nous venons de déterminer, il faut placer l'oeil en sorte en C, que sa distance derrière l'oculaire en B soit $BC = B = \frac{A}{m}$ ou bien $BC = \frac{(1+m)\,\omega^2}{i}$. Voilà donc toutes les déterminations pour une telle lunette qui, en représentant les objets avec toute la clarté possible, les grossit en diamètre autant de fois que le nombre m contient d'unités:

I. La distance de foyer de l'objectif en $A = \frac{m^2\omega^2}{i}$.

II. Le demi-diamètre de son ouverture $x = m\omega$.

III. La distance des verres $AB = A = \frac{m(1+m)\,\omega^2}{i}$.

*

IV. La distance de foyer de l'oculaire en B ou $q = \frac{m\omega^2}{i}$.

V. Le demi-diamètre de son ouverture $= nq = \frac{nm\omega^2}{i}$.

VI. La distance de l'oeil derrière l'oculaire $BC = \frac{(1+m)\omega^2}{i}$.

VII. Le demi-diamètre du champ clair $= \frac{n}{m+1} - \frac{i}{m(1+m)\omega}$.

VIII. Le demi-diamètre du champ moyen $= \frac{n}{m+1}$.

IX. Le demi-diamètre du champ entier $= \frac{n}{m+1} + \frac{i}{m(1+m)\omega}$.

51. Ces déterminations doivent être observées, si l'on veut que la représentation ait toute la clarté possible que nous indiquons par l'unité, laquelle condition exige qu'il soit $x = m\omega$. Mais si l'on voulait se contenter d'un moindre degré de clarté, qui fût $\frac{1}{l^2}$, il suffirait de prendre $x =$ et par conséquent:

$$p = \frac{m^2\omega^2}{il^2} \quad \text{donc} \quad q = \frac{m\omega^2}{il^2} \quad \text{et} \quad A = \frac{m(1+m)\omega^2}{il^2}.$$

Or pour le champ apparent les limites seront alors:

$$\text{à l'égard de l'oculaire } A\varphi \pm \frac{\omega}{l},$$

$$\text{à l'égard de l'oeil } (mB - A)\varphi \pm \frac{\omega}{l}.$$

D'où nous tirons les demi-diamètres du champ apparent

	de l'oculaire:	de l'oeil:
clair	$\frac{nlq - \omega}{lA}$	$\frac{l\omega - \omega}{l(mB - A)}$,
moyen	$\frac{nq}{A} = \frac{n}{m+1}$	$\frac{\omega}{mB - A}$,
entier	$\frac{nlq + \omega}{lA}$	$\frac{l\omega + \omega}{l(mB - A)}$.

52. Le demi-diamètre du champ apparent clair est donc:

$$\frac{nlq - \omega}{lA} = \frac{n}{m+1} - \frac{il}{m(1+m)\omega},$$

à moins que $\frac{(l-1)\omega}{l(mB - A)}$ ne soit plus petit, ce qui arrive, lorsque la distance BC est renfermée entre ces limites:

$$\frac{(m+1)\omega^2}{il^2} \pm \frac{(l-1)(m+1)\omega^2}{l(nm\omega - il)}.$$

Et pour que le demi-diamètre du champ moyen soit $= \frac{n}{m+1}$, la distance BC doit être entre ces limites:

$$\frac{(m+1)\omega^2}{il^2} \pm \frac{(m+1)\omega}{mn},$$

que le demi-diamètre du champ apparent entier soit:

$$\frac{n}{m+1} + \frac{il}{m(m+1)\omega},$$

les limites de la distance BC sont:

$$\frac{(m+1)\omega^2}{il^2} \pm \frac{(l+1)(m+1)\omega^2}{l(nm\omega + il)},$$

On satisfait donc à toutes ces conditions en mettant:

$$BC = \frac{(m+1)\omega^2}{il^2} = \frac{A}{m},$$

d'où l'on voit qu'on aurait pu déduire ce cas de celui de la clarté pleine, si l'on avait supposé le demi-diamètre de la pupille $= \omega$ moindre dans la raison l à 1, ou bien si nous avions mis $\frac{\omega}{l}$ au lieu de ω.

53. De là il est évident que si l'on veut être content d'un moindre degré de clarté, on peut produire la même multiplication par une lunette autant de fois plus courte; ce qui est sans doute un grand avantage; cependant il ne serait pas à propos de perdre trop de la clarté, pour diminuer la longueur de la lunette, la multiplication demeurant la même, ou pour augmenter la multiplication en conservant la même longueur de la lunette. Il y aura un certain milieu, où la compensation de la perte de la clarté par l'augmentation du grossissement sera la plus avantageuse, mais il ne paraît pas que ce milieu puisse être déterminé par la théorie. Or si nous consultons là-dessus les expériences, Mr. Huygens a trouvé que, pour produire une multiplication $= 100$, un verre objectif peut être employé, dont la distance de foyer ne soit plus grande que de 300 pouces.

Posons donc:

$$m = 100 \quad \text{et} \quad p = \frac{10000\,\omega^2}{il^2} = 300,$$

d'où nous tirons:

$$\frac{\omega^2}{l^2} = \frac{300\,i}{10000} = \frac{1}{5000},$$

à cause de:

$$i = \frac{1}{150} \qquad \text{donc} \qquad \frac{\omega}{l} = \frac{1}{70}.$$

54. Puisque ω est bien $\frac{1}{10}$ pouce, surtout quand l'oeil voit dans l'obscurité, la valeur de l étant ici trouvée $= 7$, cette expérience montre qu'on peut se contenter d'une clarté qui est 50 fois plus petite que celle qu'on apperçoit à la vue simple. Mais il semble que cette expérience est poussée, un peu trop loin et qu'il vaut pour la plupart mieux de se contenter d'une moindre multiplication pour obtenir un plus grand degré de clarté, et peut-être choisira-t-on le milieu le plus convenable, si l'on pose $l = 5$ ou $\frac{\omega}{l} = \frac{1}{50}$, puisqu'alors la clarté sera deux fois plus grande que dans le cas $l = 7$. Cette diminution du nombre l sert aussi à augmenter le champ apparent clair, dont le demi-diamètre a été trouvé $\frac{n}{m+1} - \frac{il}{m(m+1)\omega}$, qui sera d'autant plus grand, plus on diminue le nombre l. Or le champ apparent moyen, dont le demi-diamètre est $= \frac{n}{m+1}$, ne dépend point de ce nombre l.

55. Prenons donc $\frac{\omega}{l} = \frac{1}{50}$, et à cause de $i = \frac{1}{150}$, nous aurons $\frac{\omega}{il} = 3$ et $\frac{\omega^2}{il^2} = \frac{3}{50}$, d'où nous tirons les déterminations suivantes pour une lunette à deux verres convexes, qui augmente les diamètres des objets en raison de m à 1, avec un degré de clarté vingt cinq fois plus petit que celle dont on aperçoit à la vue simple.

I. La distance de foyer d'objectif $p = \frac{3}{50} m^2$ pouces.

II. Le demi-diamètre de son ouverture $x = \frac{1}{50} m$.

III. La distance des verres $AB = A = \frac{3}{50} m (m + 1)$.

IV. La distance de foyer de l'oculaire $q = \frac{3}{50} m$.

V. Le demi-diamètre de son ouverture $= \frac{3}{50} mn$.

VI. La distance de l'oeil de l'oculaire $BC = \frac{3}{50} (m + 1)$.

VII. Le demi-diamètre du champ moyen $= \frac{n}{m + 1}$.

VIII. La différence du clair et entier $= \frac{1}{3m(m + 1)}$.

Où il faut remarquer que la valeur de la fraction n est environ $\frac{1}{4}$; or pour ne pas la supposer grande, mettons $n = \frac{1}{5}$, et dans cette hypothèse j'ai calculé la table suivante:

Table des lunettes à deux verres convexes,

dans l'hypothèse $i = \frac{1}{150}$, $\frac{\omega}{i} = \frac{1}{50}$ pouce et $n = \frac{1}{5}$, les longueurs étant exprimées en pouces.

Multiplication.	Objectif distance de foyer.	Objectif demi-d. de l'ouverture.	Oculaire distance de foyer.	Oculaire demi-d. de l'ouverture.	Distance des verres.	Distance de l'oeil.	Demi-diam. du champ apparent moyen.	Différence au champ clair et entier.
m	p	x	q	$\frac{1}{5}q$	AB	BC		
5	1,5	0,1	0,3	0,06	1,8	0,36	1° 54′ 33″	38′ 11″
10	6,0	0,2	0,6	0,12	6,6	0,66	1 2 29	10 25
15	13,5	0,3	0,9	0,18	14,4	0,96	0 42 58	4 46
20	24,0	0,4	1,2	0,24	25,2	1,26	0 32 44	2 44
25	37,5	0,5	1,5	0,30	39,0	1,56	0 26 27	1 46
30	54,0	0,6	1,8	0,36	55,8	1,86	0 22 11	1 14
35	73,5	0,7	2,1	0,42	75,6	2,16	0 19 6	0 54
40	96,0	0,8	2,4	0,48	98,4	2,46	0 16 46	0 42
45	121,5	0,9	2,7	0,54	124,2	2,76	0 14 57	0 33
50	150,0	1,0	3,0	0,60	153,0	3,06	0 13 29	0 27
60	216,0	1,2	3,6	0,72	219,6	3,66	0 11 17	0 19
70	294,0	1,4	4,2	0,84	298,2	4,26	0 9 41	0 14
80	384,0	1,6	4,8	0,96	388,8	4,86	0 8 29	0 11
90	486,0	1,8	5,4	1,08	491,4	5,46	0 7 33	0 9
100	600,0	2,0	6,0	1,20	606,0	6,06	0 6 49	0 7
120	864,0	2,4	7,2	1,44	871,2	7,26	0 5 41	0 5
140	1176,0	2,8	8,4	1,68	1184,4	8,46	0 4 53	0 3
160	1536,0	3,2	9,6	1,92	1545,6	9,66	0 4 16	0 2
180	1944,0	3,6	10,8	2,16	1954,8	10,86	0 3 48	0 2
200	2400,0	4,0	12,0	2,40	2412,0	12,06	0 3 25	0 2
225	3037,5	4,5	13,5	2,70	3051,0	13,56	0 3 3	0 1
250	3750,0	5,0	15,0	3,00	3765,0	15,06	0 2 44	0 1
275	4537,5	5,5	16,5	3,30	4554,0	16,56	0 2 29	0 1
300	5400,0	6,0	18,0	3,60	5418,0	18,06	0 2 17	0 1
350	7350,0	7,0	21,0	4,20	7371,0	21,06	0 1 58	0 1
400	9600,0	8,0	24,0	4,80	9624,0	24,06	0 1 43	0 0
450	12150,0	9,0	27,0	5,40	12177,0	27,06	0 1 31	0 0
500	15000,0	10,0	30,0	6,00	15030,0	30,06	0 1 22	0 0

56. Quoique cette table suppose un degré de clarté 25 fois moindre que celui dont on voit le même objet à la vue simple, il est aisé d'en déduire la construction des lunettes qui donnent un plus grand ou un plus petit degré de clarté, comme on jugera à propos en chaque cas. Ainsi si l'objet qu'on veut examiner est fort obscur de sa nature, comme le corps de Saturne ou d'une comète, il sera convenable de perdre sur la multiplication, pour gagner d'autant plus sur la clarté; et pour cet effet, on n'aura qu'à joindre au même verre objectif un plus grand oculaire. Supposant la distance de foyer de l'objectif $= p$, au lieu de donner à l'oculaire la distance de foyer $= q$ selon la table, si on lui donne λq, la multiplication du diamètre de l'objet sera moindre λ fois, mais la clarté deviendra λ^2 fois plus grande que si l'on suivait la table. Ainsi dans un tel cas si l'on joignait avec l'objectif de 600 pouces de foyer un oculaire de 12 pouces de foyer, la multiplication ne vaudrait que 50, mais la clarté deviendrait 4 fois plus forte que selon la table.

57. Mais si au contraire l'objet est fort lumineux de soi-même, on pourra bien admettre une plus grande perte sur la clarté pour gagner d'autant plus sur la multiplication. Dans ce cas il sera donc avantageux de joindre avec un objectif donné un plus petit oculaire que la table fournit, pour obtenir une d'autant plus grande multiplication, quoique la clarté en soit diminuée en raison du quarré. Pour de tels objets on pourra bien joindre à l'objectif de 600 pouces de foyer un oculaire de 3 pouces, pour avoir une multiplication de 200, avec une clarté 4 fois plus petite que la table suppose. Ou bien, ce qui revient au même, puisque les mesures dans la table sont exprimées en pouces, sans déterminer à quel pied ils répondent, on prendra ces pouces plus grands, quand on veut avoir une plus grande clarté, et on supposera les mêmes pouces plus petits, quand on veut se contenter d'une moindre clarté; et c'est pour cette raison que je ne détermine pas la véritable quantité de ces pouces.

58. Pour le champ apparent, on voit qu'il dépend d'un côté de la multiplication m et de l'autre côté de l'ouverture de l'oculaire, de sorte que, plus on donne d'ouverture à l'oculaire, le champ apparent moyen devient d'autant plus grand. J'ai supposé dans la table, que le demi-diamètre de l'ouverture de l'oculaire soit la cinquième partie de la distance de foyer: mais si on le pouvait augmenter à la quatrième ou même à la troisième partie, le champ apparent croîtrait dans la raison 4 à 5 ou 3 à 5. Mais en supposant $n = \frac{1}{5}$ comme dans la table, le diamètre du champ apparent est à peu près réciproquement comme la multiplication; ainsi lorsqu'on veut que la lunette nous découvre un certain espace dans le ciel, comme, par exemple, le corps entier de la lune, la multiplication ne saurait être poussée au-delà d'un certain terme, et dans le cas de la lune, on ne la saurait pousser au-delà de 40 ou 45 tout au plus.

59. Lorsque la lunette n'augmente pas beaucoup les objets, la différence entre le champ apparent moyen et l'entier ou le clair, est assez considérable. Ainsi quand la lunette ne multiplie que 10 fois, on aura:

le demi-diamètre du champ apparent clair	0^0	$52'$	$4''$
„ „ „ moyen	1	2	29
„ „ „ entier	1	12	54

et partant, une bonne partie du champ apparent paraîtra avec une clarté plus faible que le ... mais, dans les grandes multiplications, cette différence devient presque insensible. Or, pour le champ apparent, quelque petit qu'il soit, il paraîtra par la lunette sous un angle visuel dont la tangente de sa moitié est $=\frac{nm}{m+1}$ ou $=n$ fort à peu près. Donc si $n=\frac{1}{5}$, la moitié de l'angle visuel sous lequel on voit le champ apparent, sera environ $11^\circ\,18'$; et s'il était $n=\frac{1}{4}$, cet angle serait $14^\circ\,2'$ et même $18^\circ\,26'$, si l'on posait $n=\frac{1}{3}$; dans ce cas l'oeil embrasserait un espace de $36^\circ\,52'$.

2. *Cas des lunettes à deux verres où $\mathfrak{A}$ est un nombre négatif.*

60. Par ces lunettes les objets sont présentés debout et le nombre $\mathfrak{A}$ marque la multiplication; soit donc $\mathfrak{A}=-m$, nous aurons:

$$p=\frac{mA}{m-1},\quad q=-\frac{A}{m-1}\quad \text{donc}\quad p=-mq,$$

ensuite les limites seront:

$$\text{pour le verre oculaire } = A\varphi \pm \frac{x}{m},$$

$$\text{pour l'oeil en } C=(mB+A)\varphi \pm \frac{x}{m}.$$

Donc, si le milieu de l'objet doit paraître avec une clarté $=\frac{1}{l^2}$, il faut qu'il soit $x=\frac{m\omega}{l}$, et partant $p=\frac{m^2\omega^2}{il^2}$ et $q=-\frac{m\omega^2}{il^2}$, d'où l'on voit que l'oculaire doit être concave. Ensuite ayant $A=-(m-1)q$, la distance des verres sera $AB=A=\frac{m(m-1)\omega^2}{il^2}$, et ainsi toute la lunette sera déterminée; cependant il faut exclure les cas où q ou la quantité $\frac{m\omega^2}{il^2}$ deviendrait plus petite que $\frac{6\omega}{l}$, puisque sans cette condition la représentation ne serait plus distincte. Il faut donc qu'il soit $m>\frac{6il}{\omega}$ ou $m>2$.

61. Pour le champ apparent, il est évident par les limites de l'oeil, qu'il ne saurait devenir plus grand qu'en posant $B=o$, et partant la distance $BC=B$ devant s'évanouir, il faut appliquer l'oeil immédiatement au verre oculaire. De là on aura les demi-diamètres:

$$\text{du champ apparent moyen } =\frac{il^2}{m(m-1)\omega},$$

$$\text{,, ,, clair } =\frac{il(l-1)}{m(m-1)\omega},$$

$$\text{,, ,, entier } =\frac{il(l+1)}{m(m-1)\omega};$$

mais il faut que les limites du verre oculaire ne donnent point des valeurs plus petites. Pour cet effet il faut que l'ouverture du verre oculaire ne soit pas plus petite que la pupille, ou qu'il soit $nq>\omega$; ou bien $nm\omega>il^2$, par conséquent $m>\frac{il^2}{n\omega}$. Donc, posant $n=\frac{1}{5}$; $i=\frac{1}{150}$ pouce, $l=5$ et $\frac{\omega}{l}=\frac{1}{50}$ pouce, on aura $m>\frac{25}{3}$, de sorte que cet inconvénient n'est pas à craindre.

aussitôt que la multiplication est plus grande que 8. Mais si $m < \frac{25}{3}$ le champ apparent est moindre que nous le venons de déterminer, et le demi-diamètre du moyen sera $= \frac{n}{m-1}$, et sa différence au clair et entier $= \frac{il}{m(m-1)\omega}$.

62. De-là il est clair que, pour les petites multiplications, où $m < 8$, ces lunettes découvrent un plus grand champ que celles du premier cas, puisque le demi-diamètre du champ moyen est ici $= \frac{n}{m-1}$, au lieu qu'il était pour le premier cas $= \frac{n}{m+1}$; et partant, ces lunettes avec un oculaire concave ont un avantage sur celles qui ont l'oculaire convexe, outre celui que ces lunettes, à cause de $A = \frac{m(m-1)\omega}{il^2}$, sont plus courtes que les premières; sans compter l'intervalle de l'oeil qui s'évanouit ici entièrement. Cet avantage s'étend encore plus loin qu'au cas $m = 8$ et subsistant que:

$$\frac{il^2}{m(m-1)\omega} > \frac{n}{m+1} \quad \text{ou} \quad \frac{il^2(m+1)}{n\omega} > m^2 - m,$$

d'où nous tirons:

$$m < \frac{il^2}{2n\omega} + \frac{1}{2} + \sqrt{\left(\frac{i^2 l^4}{4n^2\omega^2} + \frac{3il^2}{2n\omega} + \frac{1}{4}\right)}.$$

Donc si $n = \frac{1}{5}$, $l = 5$, $\frac{\omega}{l} = \frac{1}{50}$ et $i = \frac{1}{150}$, puisque $\frac{il^2}{n\omega} = \frac{25}{3}$, l'avantage est du côté de ces lunettes tant que $m < \frac{14 + \sqrt{271}}{3}$ ou $m < 10$. Or si $m > 10$, plus que la lunette doit grossir, plus les lunettes du premier cas auront à leur tour d'avantage sur celles du cas présent.

63. Posant donc, comme auparavant $l = 5$, $n = \frac{1}{5}$, $\frac{\omega}{l} = \frac{1}{50}$ et $i = \frac{1}{150}$ pouce; on aura pour chaque multiplication m les déterminations suivantes:

I. Distance de foyer de l'objectif convexe $p = \frac{m^2\omega^2}{il^2} = \frac{3}{50} m^2$.

II. Demi-diamètre de son ouverture $x = \frac{m\omega}{l} = \frac{1}{50} m$.

III. La distance des deux verres $AB = A = \frac{m(m-1)\omega^2}{il^2} = \frac{3}{50} m(m-1)$.

IV. Distance de foyer de l'oculaire concave $-q = \frac{m\omega^2}{il^2} = \frac{3}{50} m$.

V. Demi-diamètre de son ouverture $= \frac{nm\omega^2}{il^2} = \frac{3}{250} m$.

VI. Distance de l'oeil derrière l'oculaire $= o$.

VII. Demi-diamètre du champ moyen $= \frac{il^2}{m(m-1)\omega} = \frac{5}{3m(m-1)}$.

VIII. La différence au clair et entier $= \frac{il}{m(m-1)\omega} = \frac{1}{3m(m-1)}$.

Mais si $m < 8$, le demi-diamètre du champ moyen est $= \frac{1}{5(m-1)}$. Sur cette hypothèse la table suivante est calculée.

Table des lunettes à deux verres.

L'objectif étant convexe et l'oculaire concave, et les mesures exprimées en pouces.

Multi-plica-tion.	Objectif distance de foyer.	Objectif demi-d. de l'ou-verture.	Oculaire Distance de foyer.	Oculaire demi-d. de l'ou-verture.	Distance des verres.	Demi-diam. du champ apparent moyen.	Différence aux champs clair et entier.
m	p	x	q	$\frac{1}{5}q$	AB		
5	1,5	0,1	0,3	0,06	1,2	2°51′45″	34′21″
10	6,0	0,2	0,6	0,12	5,4	1 3 40	12 44
15	13,5	0,3	0,9	0,18	12,6	0 27 17	5 27
20	24,0	0,4	1,2	0,24	22,8	0 15 5	3 1
25	27,5	0,5	1,5	0,30	36,0	0 9 33	1 55
30	54,0	0,6	1,8	0,36	52,2	0 6 35	1 19
35	73,5	0,7	2,1	0,42	71,4	0 4 49	0 58
40	96,0	0,8	2,4	0,48	93,0	0 3 40	0 44
45	121,5	0,9	2,7	0,54	118,8	0 2 54	0 35
50	150,0	1,0	3,0	0,60	147,0	0 2 20	0 28

64. Je n'ai continué cette table que jusqu'à la multiplication de 50, puisque le champ apparent est déjà si petit qu'on ne saurait plus employer ces lunettes; non seulement une telle lunette qui devrait grossir 50 fois, ne découvrira au ciel qu'un espace de 4′40″, mais l'oeil n'embrassera qu'un angle visuel de 50 fois 4′40″, c'est à dire de 3°53′20″, au lieu que dans les lunettes à deux verres convexes cet angle visuel est de 22°36′. Puis que donc les autres conditions sont les mêmes il n'est jamais à propos de se servir d'une telle lunette, dès que la multiplication doit surpasser 10 et partant on a raison de donner l'exclusion à toutes les lunettes de cette espèce, dont la longueur surpasse 6 pouces. Mais toutes les fois qu'on ne désire qu'une multiplication au-dessous de 10, les lunettes de cette espèce auront toujours un grand avantage sur celles qui ont l'oculaire convexe puisqu'elles découvrent pour la même multiplication un plus grand champ, outre qu'elles représentent les objets debout, ce qui est un grand avantage dans les occasions où l'on se sert de cette espèce de lunettes.

Section III.

Recherches sur les lunettes à trois verres.

65. Je supposerai donc les 3 verres en A, B, C, dont les distances de foyer soyent p, q, r et l'oeil placé en D; je nomme les distances $AB = A$, $BC = B$, $CD = C$, et pour les nombres $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$ il faut que le troisième $\mathfrak{C} = -1$, d'où nous tirons les distances de foyer des trois verres par § 33.

$$p = \frac{\mathfrak{A}A}{1+\mathfrak{A}}, \quad q = \frac{\mathfrak{B}AB}{(1+\mathfrak{B})A + (1+\mathfrak{A})\mathfrak{B}B}, \quad r = \frac{B}{1+\mathfrak{B}}.$$

Or la lunette grossira autant de fois que le nombre $\mathfrak{A}\mathfrak{B}$ contient d'unités, et cela en sorte que