



R E C H E R C H E S

S U R

L E S M I C R O S C O P E S A ' T R O I S V E R R E S ,
E T L E S M O Y E N S D E L E S P E R F E C T I O N N E R .

P A R M . E U L E R .

I.

Puisque les microscopes composés de deux verres sont assujettis à deux grands inconvéniens, l'un qu'ils ne découvrent qu'un très petit champ, & l'autre qu'il est impossible de les delivrer de l'éblouissement des couleurs d'iris, je commence mes recherches d'abord par les microscopes composés de trois verres placés en A, B, C, dont les distances de foyer soient $p, q, r,$ & a la distance de l'objet devant le verre objectif A. Pour leurs ouvertures je pose le demi-diametre du premier $= x,$ du second $= \pi q,$ & du troisieme $= \pi' r.$ Ensuite, posant le grossissement $= m,$ rapporté à la distance $l,$ qu'on estime de 8 pouces, & le demi-diametre du champ apparent $= \phi,$ de sorte qu'on découvre de l'objet une partie, dont le demi-diametre

Fig. 3.

$= a\phi,$ on aura d'abord $\frac{m}{l} = \frac{\phi - \pi + \pi'}{a\phi},$ donc
 $\phi = \frac{\pi - \pi'}{ma + l} l,$ & le degré de clarté sera $\frac{400 llxx}{mm a a},$ la clarté naturelle de l'objet étant exprimée par l'unité.

2. Ensuite, pour les grandes lettres A, B, qui servent à déterminer tous les élémens, je suppose

$$A = \frac{a}{1-a}; \text{ ou } \frac{A}{1+A} = a, \text{ \& } B = \frac{b}{1+b}, \text{ ou } \frac{B}{1+B} = b,$$

P 3 d'où



d'où je tire, selon mes formules expliquées dans le XIII Volume de nos Mémoires,

$$a = \frac{a}{1-a} a; \quad p = a a,$$

$$b = \frac{a}{1-a} \cdot \frac{-\phi}{b\pi + \phi} a; \quad \epsilon = \frac{ab}{(1-a)(1+b)} \cdot \frac{\phi}{b\pi + \phi} a; \quad q = \frac{ab}{1-a} \cdot \frac{\phi}{b\pi + \phi} a,$$

$$c = \frac{-ab}{(1-a)(1+b)} \cdot \frac{\phi}{\pi' - \pi + \phi} a; \quad \gamma = \infty; \quad r = \frac{-ab}{(1-a)(1+b)} \cdot \frac{\phi}{\pi' - \pi + \phi} a.$$

& partant les intervalles entre les verres sont :

$$AB = a + b = \frac{a}{1-a} \cdot \frac{b\pi}{b\pi + \phi} a, \quad \&$$

$$BC = \epsilon + c = \frac{ab}{(1-a)(1+b)} \cdot \frac{\phi(\pi' - (1+b)\pi)}{(b\pi + \phi)(\pi' - \pi + \phi)} a;$$

& la distance de l'oeil $CO = \frac{\pi'}{\pi' - \pi + \phi} \cdot r.$

Or ces trois distances doivent être positives.

3. Maintenant, pour rendre le champ aussi grand qu'il est possible, soient les deux derniers verres B & C également convexes des deux côtés pour admettre la plus grande ouverture, & soit ω la plus grande valeur que les lettres π & π' peuvent recevoir, qu'on estime environ d'un $\frac{1}{4}$; je pose $\pi = \omega$, & $\pi' = -\omega$, de sorte

que $\phi = \frac{2\omega}{ma + l} l$, & partant le diamètre de l'espace vu

$= 2\phi a = \frac{4\omega a l}{ma + l}$, ou bien $= \frac{a l}{ma + l}$, à cause de $\omega = \frac{1}{4}$.

Outre cela, nous aurons $b\pi + \phi = \left(b + \frac{2l}{ma + l} \right) \omega$,

& •

& $\pi' - \pi + \phi = - \left(2 - \frac{2l}{ma+l} \right) \omega = \frac{-2ma}{ma+l} \omega$. Or,

pour faire évanouir les couleurs d'iris, il faut satisfaire à cette équation:

$$\frac{-\pi'}{b\tau + \phi} + \frac{\pi'}{\pi' - \pi + \phi} = 0, \text{ ou } b\tau + \phi = \frac{\pi'}{\pi'} (\pi' - \pi + \phi),$$

$$\text{\& de là } b + \frac{2l}{ma+l} = \frac{2ma}{ma+l}, \text{ donc } b = \frac{2(ma-l)}{ma+l}.$$

4. Substituons ces valeurs dans nos formules trouvées pour les distances de foyer & les intervalles entre les verres, & nous trouverons:

$$p = a a. \qquad AB = \frac{a}{1-a} \cdot \frac{ma-l}{m}.$$

$$q = \frac{ab}{1-a} \cdot \frac{l}{m}. \qquad BC = \frac{ab}{(1-a)(1+b)} \cdot \frac{2l}{m}.$$

$$r = \frac{ab}{(1-a)(1+b)} \cdot \frac{l}{m}. \qquad CO = \frac{ma+l}{2ma} r.$$

Il ne reste à présent qu'à déterminer l'ouverture du verre objectif, dont le demi-diamètre est = x ; c'est à quoi nous conduit l'équation suivante.

$$\frac{1}{x^3} = \frac{mx^3}{a^3 l} \left(\frac{\lambda + \nu a(1-a)}{a^3} + \frac{(1-a)^3 (\lambda' - \nu b(1+b))}{a^3 b^3} \cdot \frac{l}{ma} + \frac{(1-a)^3 (1+b)^3 \lambda''}{a^3 b^3} \cdot \frac{l}{ma} \right),$$

où il faut remarquer, qu'à cause des verres B & C également convexes des deux côtés on a

$$\lambda' = 1 + 0,6149(2b+1)^2, \text{ \& } \lambda'' = 1,6149, \text{ \& } \nu = 0,2260.$$

C'est donc de cette formule qu'il faut déterminer x , & alors on aura le degré de clarté = $\frac{100llxx}{mm a a}$; or j'ai déjà remarqué, que dans la

con-



construction des microscopes on prend communément $\kappa = 16$, quoiqu'il fut avantageux de lui donner une plus grande valeur.

5. Pour ramener ces formules à la pratique, je remarque d'abord, que si $a > \frac{l}{m}$, le nombre a doit être plus petit que l'unité. Or, comme notre but principal dans la construction des microscopes composés est d'éviter la trop grande proximité des objets à l'objectif, il faut sans doute que $a > \frac{l}{m}$. Posons donc $a = \frac{nl}{m}$, où n marque un nombre plus grand que l'unité, & soit $\frac{a}{1-a} = i$, & partant $a = \frac{i}{1+i}$; Ensuite $b = \frac{2(n-1)}{n+1}$, & $\frac{b}{1+b} = \frac{2(n-1)}{3n-1}$, donc $\lambda' = 1 + 0,6149 \left(\frac{5n-3}{n+1} \right)^2$, d'où nos déterminations feront

$$\begin{aligned}
 p &= \frac{in}{1+i} \cdot \frac{l}{m}; & AB &= i(n-1) \cdot \frac{l}{m}. \\
 q &= \frac{2i(n-1)}{n+1} \cdot \frac{l}{m}; & BC &= \frac{4i(n-1)}{3n-1} \cdot \frac{l}{m}. \\
 r &= \frac{2i(n-1)}{3n-1} \cdot \frac{l}{m}; & CO &= \frac{n+1}{2n} r = \frac{i(nn-1)}{n(3n-1)} \cdot \frac{l}{m}.
 \end{aligned}$$

& la valeur de $\phi = \frac{2\omega}{n+1}$, dont le diamètre de l'espace que le microscope découvre sur l'objet sera $= \frac{1}{n+1} a = \frac{n}{n+1} \cdot \frac{l}{m}$.

& la quantité x doit être déterminée par cette équation:

$$\frac{1}{\kappa^3} = \frac{m^3 x^3}{i^3 n^3 l^3} \left(\lambda n(1+i)^3 + \nu ni(1+i) + \frac{\lambda'(n+1)^3 - 2\nu(nn-1)(3n-1) + \lambda''(3n-1)^3}{8(n-1)^3} \right),$$

donc



donc, si tant n que i sont des nombres passablement grands, on aura

$$\text{assés exactement } x = \frac{inl}{\kappa n \sqrt[3]{(\lambda n(1+i)^3 + \nu i(1+i))}}$$

$$\& \text{ de là la clarté } = \frac{400xx}{nn} = \left(\frac{20il}{\kappa m \sqrt[3]{n(\lambda(1+i)^3 + \nu i(1+i))}} \right)^2$$

$$\text{qui dans le cas des microscopes simples étoit } = \left(\frac{20l}{\kappa m} \right)^2$$

6. Nous pourrons donc distinguer ces microscopes en diverses classes selon les valeurs du nombre n , par rapport auquel je remarque que, tant pour éloigner l'objet, que pour éviter les lentilles trop petites, il est bon de donner à ce nombre des valeurs considérables, mais d'un autre côté on perd alors sur la clarté. Mais il faut bien renoncer à cet avantage pour pouvoir jouir du premier, qui est plus essentiel surtout dans les grandes multiplications, auxquelles j'ai ici principalement égard, & dans la suite je proposerai des moyens de remédier aussi à cet inconvénient. Pour le nombre ν , il est permis à notre volonté, & on n'a qu'à le prendre en sorte que les deux autres verres ne deviennent ni trop grands ni trop petit: & il semble que le verre oculaire C, lorsque sa distance de foyer est d'un pouce convient le mieux à la pratique: alors le nombre i sera très grand, d'où la figure la plus propre qu'on puisse donner à l'objectif, sera celle que j'ai décrite ci-dessus (§. 7.), qui fournit $\lambda = 1$, de sorte que

$$\text{le rayon de la face } \begin{cases} \text{de devant} & = 4,7982 p \\ \text{de derriere} & = 0,6085 p, \end{cases}$$

Je ferai donc les hypothèses suivantes

I. Hypothèse posant $n = 3$.

7. Nous aurons donc $a = 3 \frac{l}{m} = \frac{24}{m}$ pouce, & les déterminations suivantes:



$$p = \frac{3i}{1+i} \cdot \frac{l}{m} = \frac{24i}{(1+i)m}; \quad AB = 2i \cdot \frac{l}{m} = \frac{16i}{m} \text{ pouce.}$$

$$q = i \cdot \frac{l}{m} = \frac{8i}{m}; \quad BC = i \cdot \frac{l}{m} = \frac{8i}{m}$$

$$r = \frac{i}{2} \cdot \frac{l}{m} = \frac{4i}{m}; \quad CO = \frac{i}{3} \cdot \frac{l}{m} = \frac{8i}{3m}$$

le diamètre de l'espace vû = $\frac{3}{4} \cdot \frac{l}{m} = \frac{6}{m}$ pouce,

$$\& \ x = \frac{3il}{\kappa \sqrt[3]{(3(1+i)^3 + 3vi(i+1))}}, \quad \& \text{ delà}$$

$$y = \frac{lx}{ma} = \frac{x}{3}, \text{ d'où le degré de clarté} = 400yy = \frac{400xx}{9}.$$

Prenons donc $i = \frac{m}{4}$, & nous aurons

$$x = \frac{3l}{\kappa \sqrt[3]{(3(m+4)^3 + 12vm(m+4))}},$$

d'où, si le grossissement m est fort grand, à cause de $l=8$, & $\kappa=16$,

nous aurons assés près $x = \frac{1,04}{m+4}$: donc $y = \frac{0,35}{m+4}$, &

le degré de clarté = $\frac{49}{(m+4)^2}$, & partant plus que deux fois plus petit que dans les microscopes simples. Les autres déterminations sont

$$p = \frac{24}{m+4} \text{ pouce}; \quad AB = 4 \text{ pouce.}$$

$$q = 2; \quad BC = 2.$$

$$r = 1; \quad CO = \frac{2}{3}$$



I. TABLE
des Microscopes.

Gros- siffe- ment.	Dis- tance de l'ob- jet.	Du verre objectif			Dia- mètre de l'ou- vertu- re.	Dia- mètre de l'espa- ce vû.	Degré de clarté.
		distan- ce de foyer.	rayon de la face de de- vant.	de der- rière.			
50	0,480	0,444	2,133	0,270	0,037	0,120	0,0169
75	0,320	0,304	1,458	0,185	0,025	0,080	0,0079
100	0,240	0,231	1,107	0,140	0,019	0,060	0,0045
125	0,192	0,186	0,893	0,113	0,015	0,048	0,0029
150	0,160	0,156	0,748	0,095	0,013	0,040	0,0020
175	0,137	0,134	0,644	0,082	0,011	0,034	0,0015
200	0,120	0,117	0,564	0,072	0,010	0,030	0,0012
250	0,096	0,094	0,453	0,058	0,008	0,024	0,0008
300	0,080	0,079	0,379	0,048	0,007	0,020	0,0006
350	0,069	0,068	0,325	0,041	0,006	0,017	0,0004
400	0,060	0,060	0,285	0,036	0,005	0,015	0,0003
500	0,048	0,048	0,228	0,029	0,004	0,012	0,0002

Ensuite la distance au second verre AB est toujours 4 pouces. La distance de foyer du second verre B est 2, & le rayon de chaque face = 2,16 pouce, le diamètre de son ouverture 1 pouce; de là la distance BC est 2 pouces, l'oculaire C a 1 pouce de foyer: donc le rayon de chaque face 1,08, le diamètre de son ouverture $\frac{1}{2}$ pouce, & de là jusqu'à l'œil $\frac{2}{3}$ pouce.

II. Hypothese posant $n = 7$.

8. Nous aurons donc la distance de l'objet $a = \frac{7l}{m} = \frac{56}{m}$,

& le diamètre de l'espace qu'on découvre sur l'objet = $\frac{7l}{8m} = \frac{7}{m}$,

& les autres déterminations :

$$Q = 2$$

$$p =$$



$$\begin{aligned}
 p &= \frac{7i}{1+i} \cdot \frac{l}{m} = \frac{56i}{(1+i)m}; & AB &= 6i \cdot \frac{l}{m} = \frac{48i}{m}. \\
 q &= \frac{3i}{2} \cdot \frac{l}{m} = \frac{12i}{m}; & BC &= \frac{6i}{5} \cdot \frac{l}{m} = \frac{48i}{5m}. \\
 r &= \frac{3i}{5} \cdot \frac{l}{m} = \frac{24i}{5m}; & CO &= \frac{12i}{35} \cdot \frac{l}{m} = \frac{96i}{35m}.
 \end{aligned}$$

d'où je prendrai $i = \frac{5m}{24}$ pour avoir $r = 1$, & $q = 2\frac{1}{2}$ pouces, ou bien:

$$p = \frac{280}{5m + 24} \text{ pouce}; \quad AB = 10 \text{ pouces.}$$

$$q = 2\frac{1}{2}; \quad BC = 2.$$

$$r = 1; \quad CO = \frac{4}{7}.$$

$$\& x = \frac{7i}{2m \sqrt[3]{7((1+i)^3 + vi(1+i))}},$$

d'où $y = \frac{lx}{ma} = \frac{x}{7}$, & le degré de clarté = $400yy$. Or, si le grossissement m est très grand, on aura assés exactement

$$x = \frac{35}{2(5m + 24) \sqrt[3]{7}} = \frac{9,15}{5m + 24},$$

& $y = \frac{1,30}{5m + 24}$, donc $20y = \frac{26}{5m + 24}$, dont le quarré exprime le degré de clarté.



II. TABLE
des Microscopes.

Gros- sisse- ment. <i>m</i>	Dis- tance de l'ub- jet.	Du distan- ce de foyer.	Du verre objectif		Dia- mètre de l'ou- vertu- re.	Dia- mètre de l'ésa- ce vû.	Valeur de 207.
			rayon de sa face de de- vant.	de derrie- re.			
50	1,120	1,012	4,885	0,620	0,063	0,140	0,092
75	0,747	0,700	3,359	0,426	0,044	0,093	0,064
100	0,560	0,533	2,559	0,325	0,033	0,070	0,048
125	0,448	0,431	2,067	0,262	0,027	0,056	0,039
150	0,374	0,362	1,734	0,220	0,023	0,047	0,033
175	0,320	0,311	1,493	0,189	0,019	0,040	0,028
200	0,280	0,273	1,311	0,166	0,017	0,035	0,025
250	0,224	0,219	1,054	0,134	0,014	0,028	0,020
300	0,187	0,184	0,851	0,112	0,011	0,024	0,017
350	0,160	0,158	0,757	0,096	0,010	0,020	0,014
400	0,140	0,138	0,663	0,084	0,009	0,018	0,012
500	0,112	0,111	0,532	0,068	0,007	0,014	0,010
600	0,093	0,092	0,444	0,056	0,006	0,012	0,008
700	0,080	0,079	0,381	0,048	0,005	0,010	0,007
800	0,070	0,070	0,334	0,042	0,004	0,009	0,006
900	0,062	0,062	0,295	0,038	0,004	0,008	0,006
1000	0,056	0,056	0,267	0,034	0,003	0,007	0,005
1200	0,047	0,047	0,222	0,028	0,003	0,006	0,004
1400	0,040	0,040	0,191	0,024	0,002	0,005	0,004
1600	0,035	0,035	0,177	0,021	0,002	0,005	0,003
1800	0,031	0,031	0,148	0,019	0,002	0,004	0,002
2000	0,028	0,028	0,134	0,017	0,002	0,004	0,002

Ensuite on aura constamment la distance $AB = 10$ pouces.

Du second verre B la distance de foyer $= 2\frac{1}{2}$ pouces, dont le
rayon de chaque face $= 2,7$, & le diamètre de son ouverture
 $= 1,25$.

La distance entre le second & troisième verre est $BC = 2$ pouces.



Du troisieme verre C la distance de foyer est 1 pouce, dont le rayon de chaque face = 1,08, & le diametre de son ouverture est $\frac{1}{2}$ pouce.

Enfin l'oeil doit être placé derriere l'oculaire C à la distance $CO = \frac{4}{7}$ pouce.

9. Cette hypothese éloigne déjà suffisamment l'objet de l'objectif, & le verre objectif ne paroît pas trop petit même pour les plus grands grossissemens qu'on puisse souhaiter. Mais on aura lieu de se plaindre d'un trop petit degré de clarté, qui, pour le grossissement $m = 2000$, n'est que $\frac{4}{1000000}$, ou $\frac{1}{250000}$, ou bien les objets éclairés par le Soleil ne seront vus qu'avec la clarté qu'ils auroient à la pleine Lune. La raison en est la trop petite ouverture de l'objectif, qu'on ne sauroit augmenter sans rendre la confusion insupportable. Si l'objectif ne caufoit aucune confusion, sa figure permettroit bien une ouverture dont le diametre seroit presque 5 fois plus grand, ce qui fourniroit une clarté 25 fois plus grande, qui surpasseroit même celle des microscopes simples. Je m'en vai donc chercher des moyens propres pour procurer à ces microscopes un plus grand degré de clarté.

Sur les moyens de procurer à ces microscopes un plus haut degré de clarté.

10. Puisque les deux autres verres B & C n'influent presque rien sur la confusion, tout revient à trouver un tel objectif, dont la confusion soit nulle, ou incomparablement plus petite que celle des verres ordinaires; ce qui se peut exécuter en composant l'objectif de deux verres. Et parce que la distance de l'objet a ne differe pas sensiblement de la distance de foyer de l'objectif, surtout dans les grands grossissemens, qu'il faut principalement avoir en vue, nous aurons le même cas, que j'ai déjà développé dans le Mémoire précédent sur les microscopes simples, (§. §. 9. & 10.) auquel je me rapporte.



11. Mais j'en donnerai ici une autre solution plus propre pour le cas présent. Je supposerai la première lentille concave, & partant je mettrai $p = -nq$, d'où j'aurai $-nq = \frac{(q-d)l}{mq-l}$, & puisque $a = \frac{q-d}{mq}l$, comme je regarde ici uniquement la construction de l'objectif sans avoir égard au grossissement, j'en tire $\frac{l}{m} = \frac{aq}{q-d}$, & de là $-nq = \frac{a(q-d)}{q-d-a}$, ou $nq = \frac{a(q-d)}{a+d-q}$. Or la distance de nos deux verres d étant très petite, dépend de la distance de foyer q , d'où je la pose $d = \delta$, & j'aurai $n = \frac{a(1-\delta)}{a-(1-\delta)q}$, donc $q = \frac{a(n-1+\delta)}{n(1-\delta)}$, & $p = -\frac{a(n-1+\delta)}{1-\delta}$. Maintenant, puisque $\frac{l}{m} = \frac{a}{1-\delta}$, & partant $\frac{mq-l}{l} = \frac{(1-\delta)q}{a} - 1 = -\frac{(1-\delta)}{n}$, l'équation

$\lambda(q-d)(mq-l)^3 - v'mq(q-d)(mq-l) + \lambda'l^3q = 0$, étant divisée par l^3q prend cette forme :

$$-\frac{\lambda(1-\delta)^4}{n^3} + \frac{v(1-\delta)^2(n-1+\delta)}{nn} + \lambda' = 0,$$

d'où l'on tire $\lambda' = \frac{\lambda(1-\delta)^4}{n^3} - \frac{v(1-\delta)^2(n-1+\delta)}{nn}$,

12. Faisons le second verre dont la distance de foyer est positive $= q = \frac{n-1+\delta}{n(1-\delta)}a$, également convexe des deux côtés, pour qu'il admette la plus grande ouverture, & nous aurons $\lambda' = 1,615$, & à cause de $v = 0,226$, pour le premier verre :

$\lambda =$



$$\frac{n^3}{(1-\delta)^4} \left(1,615 + \frac{0,226(1-\delta)^2(n-1+\delta)}{n} \right) = \frac{1,615n^3}{(1-\delta)^4} + \frac{0,226n(n-1+\delta)}{(1-\delta)^2},$$

& $\Lambda = -\frac{(n-1+\delta)}{n}$, pour la construction du premier verre. Supposons donc $n = 3$, & $\delta = \frac{1}{4}$ de sorte que $\Lambda = -\frac{3}{4}$; $p = 3a$; $q = a$, & la distance des verres $d = \frac{1}{4}a$, de là on trouve $\lambda = 140,51$, & pour les faces du premier verre les rayons

$$\text{de devant} = \frac{-3a}{+5,94853 - 0,91499 \sqrt{\lambda-1}} = +0,61744a,$$

$$\text{de derriere} = \frac{-3a}{-4,09668 + 0,91499 \sqrt{\lambda-1}} = -0,44705a,$$

& le second verre étant également convexe des deux côtés le rayon de ses faces sera $= 1,08a$.

13. Cet objectif composé n'admettra donc qu'une ouverture dont le diamètre sera $= \frac{1}{2}a$, à en juger de la face la plus courbe, quoique le second verre fut susceptible d'une plus grande. Il conviendra donc de donner au nombre λ' une plus petite valeur. Pour cet effet posons $\lambda' = 1,2$, & nous aurons pour les faces du second verre les rayons:

$$\text{de devant} = \frac{a}{0,20841 + 0,91499 \sqrt{\lambda'-1}} = 2,61917a,$$

$$\text{de derriere} = \frac{a}{1,64344 - 0,91499 \sqrt{\lambda'-1}} = 0,81022a,$$

or pour le premier verre ayant: $\lambda = 105,11$, les rayons

$$\text{de ses faces seront, de celle de } \begin{cases} \text{devant} = +0,88561a \\ \text{derriere} = -0,57259a, \end{cases}$$

de sorte que cet objectif composé pourroit admettre une ouverture dont



dont le diametre seroit $\equiv 0,28 a$; mais le second verre seroit encore susceptible d'une plus grande.

14. Posons donc pour procurer à notre verre encore une plus grande ouverture, & partant un plus haut degré de clarté $\lambda' \equiv 1,08$, & nous aurons pour le second verre

$$\text{le rayon de sa face de } \begin{cases} \text{devant} & \equiv 2,14041 a \\ \text{derriere} & \equiv 0,72222 a, \end{cases}$$

Mais, pour le premier, le nombre λ devenant $\equiv 94,87$, nous aurons

$$\text{le rayon de sa face de } \begin{cases} \text{devant} & \equiv \frac{1}{2} 1,02863 a \\ \text{derriere} & \equiv \text{---} 0,62915 a, \end{cases}$$

donc ce verre admettra une ouverture dont le diametre sera $\equiv 0,31 a$, qui fournira une très grande clarté. Car on aura $y \equiv \frac{1,2}{m}$, donc

$$20y \equiv \frac{24}{m}, \text{ \& partant la clarté } \equiv \frac{576}{mm}, \text{ qui est presque 6 fois}$$

plus grande que celle des microscopes simples. La quatrième figure représente un tel objectif composé, où les deux verres laissent un vuide entr'eux.

15. Si donc l'artiste est assez habile à réussir dans la construction de tels objectifs composés, on n'a qu'à les employer au lieu des objectifs simples dans la *II. Hypothese* §. 8. & puisqu'on peut négliger la différence entre les quantités a & p , attendu que la distance de l'objet se détermine par l'expérience, & que le grossissement n'est pas susceptible de précision, nous aurons la table suivante pour chaque grossissement.



TABLE

des objectifs composés pour chaque grossissement.

Grossissement.	Du prem. verre		Du second verre		Distance de l'objet a	Diamètre de l'ouverture de l'objet.	Diamètre du champ apparent.	Degré de clarté.
	rayons des faces de devant.	de derrière.	de devant.	de derrière.				
	+	-	+	+				
100	0,576	0,352	1,199	0,404	0,560	0,176	0,070	0,057600
150	0,384	0,235	0,800	0,270	0,373	0,117	0,047	0,025600
200	0,288	0,176	0,600	0,202	0,280	0,088	0,035	0,014400
250	0,230	0,141	0,480	0,162	0,224	0,070	0,028	0,009216
300	0,192	0,117	0,400	0,135	0,187	0,058	0,023	0,006400
400	0,144	0,088	0,300	0,101	0,140	0,044	0,017	0,003600
500	0,115	0,070	0,240	0,081	0,112	0,035	0,014	0,002304
600	0,096	0,059	0,200	0,067	0,093	0,030	0,012	0,001600
800	0,072	0,044	0,150	0,051	0,070	0,022	0,009	0,000900
1000	0,057	0,035	0,120	0,040	0,056	0,017	0,007	0,000576
1200	0,048	0,029	0,100	0,034	0,047	0,014	0,006	0,000400
1600	0,036	0,022	0,075	0,025	0,035	0,011	0,004	0,000225
2000	0,029	0,017	0,060	0,020	0,028	0,008	0,003½	0,000144

où il est clair que la clarté est 25 fois plus grande que dans le cas de l'objectif simple.

Or, sur la construction de l'instrument tout entier, on doit observer les règles suivantes.

- I. Quoique l'intervalle entre les deux verres dont l'objectif est composé, ait été supposé dans le calcul $= \frac{1}{4} a$, ou bien égal au quart de la distance de l'objet, il vaut mieux établir cet intervalle par l'expérience, afin que la confusion devienne le moins sensible.
- II. L'intervalle entre l'objectif & le second verre B sera toujours de 10 pouces; & celui entre le second verre B & le troisième C de 2 pouces.

III. Le



- III. Le second verre B aura $2\frac{1}{2}$ pouces de foyer, & partant le rayon de chaque face $= 2,7$; & le diametre de son ouverture $= 1\frac{1}{4}$ pouce.
- IV. Le troisieme verre C aura 1 pouce de foyer, donc le rayon de ses faces $= 1,08$ pouce, & le diametre de son ouverture $= \frac{1}{2}$ pouce.
- V. Enfin l'oeil doit être placé à la distance de $\frac{1}{4}$ pouce derriere l'oculaire C.

16. Ces Microscopes paroissent si commodes & si excellens dans leurs especes, que je ne vois rien qu'on puisse desirer de plus, si ce n'est que, pour les grands grossissemens, le verre objectif devient trop petit, comme aussi la distance de l'objet au verre objectif, surtout si l'on vouloit pousser plus loin le grossissement, que selon la table que je viens de donner. Mais, si les objectifs composés, dont je viens de donner la description, réussissent, on peut aisément remédier à cet inconvenient en donnant au nombre n dans les formules du §. 5. une plus grande valeur, ce qu'on pourra faire sans porter aucune atteinte au degré de clarté. Dans cette vue j'ai posé $n = 17$, & les déterminations suivantes en résultent $a = \frac{136}{m}$, &

$$p = \frac{3400}{25m + 128}, q = 2\frac{1}{2}; r = 1, AB = 25; BC = 2,$$

& $CO = 1\frac{1}{2}$ pouce, & le diametre de l'espace decouvert $= \frac{68}{9m}$.

17. Comme dans les grands grossissemens les valeurs de a & p ne diffèrent pas sensiblement, je joins ici la table suivante, que je continue à de plus grands grossissemens.



TABLE

des objectifs composés pour de plus grands grossissemens.

Gros- siflé- ment. <i>m</i>	Du prem. verre		Du second verre		Distan- ce de l'objet.	Diame- tre de l'ouver- ture.	Diame- tre du champ appar.	Degré de clarté.
	de de- vant.	de der- riere.	de de- vant.	de der- riere.				
	+	—	+	+				
500	0,279	0,171	0,582	0,196	0,272	0,085	0,015	0,002304
600	0,233	0,143	0,485	0,164	0,227	0,071	0,013	0,001600
800	0,175	0,107	0,364	0,123	0,170	0,053	0,009	0,000900
1000	0,14	0,086	0,291	0,098	0,136	0,043	0,008	0,000576
1200	0,117	0,071	0,243	0,082	0,113	0,035	0,006	0,000400
1600	0,088	0,053	0,182	0,061	0,085	0,026	0,005	0,000225
2000	0,070	0,043	0,145	0,049	0,068	0,021	0,004	0,000144
2400	0,059	0,036	0,121	0,041	0,057	0,018	0,003	0,000100
3200	0,044	0,027	0,091	0,031	0,04	0,013	0,002	0,000056
4000	0,035	0,021	0,073	0,024	0,034	0,010	0,002	0,000036
4800	0,030	0,018	0,061	0,020	0,028	0,009	0,001	0,000025
5000	0,028	0,017	0,058	0,019	0,027	0,008	0,001	0,000023

- I. L'intervalle entre les deux verres dont l'objectif est composé, est environ le quart de la distance de l'objet: mais on le déterminera plus sûrement par l'expérience.
- II. L'intervalle entre l'objectif & le second verre B doit être ici de 25 pouces, & celui entre le second & le troisieme verre de 2 pouces.
- III. Le second verre B doit avoir $2\frac{7}{8}$ pouces de foyer, & partant le rayon de chaque face de 3 pouces; le demi-diametre de son ouverture $1\frac{7}{8}$ pouce.
- IV. Le troisieme verre C a un pouce de foyer, & le rayon de chaque face de 1,08 pouce, le diametre de son ouverture étant $= \frac{1}{2}$ pouce.
- V. Enfin l'oeil doit être placé à la distance de $1\frac{1}{2}$ pouce derriere le verre oculaire.



17. Ces objectifs sont les mêmes que ceux de la table précédente, avec cette différence, qu'il sont employés ici à de plus grands grossissemens : ainsi l'objectif qui grossit ici 500 fois, ne grossiroit dans l'hypothèse précédente qu'environ 200 fois : mais ici le verre du milieu B est plus grand, & la distance AB est presque autant de fois plus grande que le grossissement. Ordinairement on ne change pas le verre du milieu, & on augmente le grossissement dans la même raison qu'on éloigne l'objectif du verre de milieu. Mais c'est la destruction des couleurs d'iris qui exige pour chaque hypothèse du nombre n un verre particulier pour le milieu, de sorte que, plus on augmente le nombre n , ou qu'on veut employer le même objectif à de plus grands grossissemens, le verre de milieu doit être pris plus grand, l'oculaire demeurant le même, & il ne suffit pas d'allonger seulement la distance AB. Cependant la distance de foyer du verre du milieu ne sauroit jamais surpasser trois pouces, celle de l'oculaire étant un pouce.

18. Mais en général ayant construit un verre objectif sur la distance de foyer $= a$, soit qu'il soit simple ou composé, il peut toujours être employé à tous les grossissemens, il s'agit seulement de choisir un verre du milieu B, qui convient le mieux avec la distance des verres AB. Les formules générales rapportées ci-dessus nous fournissent pour la distance de foyer de l'objectif, ou la distance de l'objet $= a$, exprimée en pouces, & le grossissement $= m$, les déterminations suivantes :

I. La distance de foyer du second verre B $= \frac{3ma - 8}{ma + 8}$ pouce,
celle de l'oculaire C étant toujours $= 1$ pouce.

II. La distance entre l'objectif A & le second verre B $= \frac{3ma - 8}{16}$ pouce,
la distance BC étant constamment $= 2$ pouces.

III. Pour le lieu de l'oeil la distance CO $= \frac{1}{2} + \frac{4}{ma}$ pouce.

IV. Le diametre de l'espace vu $= \frac{8a}{ma + 8}$ pouce.

V. Employant un verre objectif délivré de toute confusion, de sorte que le diametre de son ouverture puisse être $= \frac{3}{4}a$, le degré de clarté sera $= \frac{576}{mm}$.

19. Supposons que l'artiste nous ait fait un excellent objectif, composé sur la distance de foyer $= \frac{1}{4}$ pouce, à laquelle est à peu près égale la distance de l'objet à l'objectif, de sorte que

Du premier verre le rayon de la face de	$\left\{ \begin{array}{l} \text{devant} = 0,103 \text{ convexe} \\ \text{derriere} = 0,063 \text{ concave} \end{array} \right.$	La distance entre ces deux verres est $\frac{1}{4}$ pouce environ.
& de l'autre verre le rayon de la face de	$\left\{ \begin{array}{l} \text{devant} = 0,214 \text{ convexe} \\ \text{derriere} = 0,072 \text{ convexe} \end{array} \right.$	

Alors, pour produire un grossissement $= m$, il faut prendre

La distance de foyer du verre B $= \frac{3m - 80}{m + 80}$, du verre C $= 1$,	Les intervalles AB $= \frac{3m - 80}{160}$, BC $= 2$, & CO $= \frac{1}{2} + \frac{40}{m}$,
---	--

& le diametre de l'espace découvert $= \frac{8}{m + 80}$.

Or le nombre m est supposé ici très grand: & la distance de foyer du verre B sera $= 1$ si $m = 80$; pour les autres multiplications suivant cette table.



Grossissement <i>m</i>	Distance de foyer du verre B.	Distance des verres AB.	Diamètre de l'espace vu.
80	1,000	1,000	0,050
160	1,666	2,500	0,033
240	2,000	4,000	0,025
400	2,333	7,000	0,017
560	2,500	10,000	0,012
880	2,667	16,000	0,008
1360	2,778	25,000	0,006
1840	2,833	34,000	0,004
2800	2,889	52,000	0,003
3920	2,920	73,000	0,002
5520	2,943	103,000	0,001½
7920	2,960	148,000	0,001

De là on comprend que, dès que le grossissement surpasse 1000, le verre B ne change plus considérablement, & on pourra pour tous les plus grands grossissemens se servir d'un même verre dont la distance de foyer est environ $2\frac{1}{2}$ pouces, & l'erreur qui en pourroit influer sur les couleurs d'iris, sera absolument insensible. Le même instrument donc pourra servir à produire plusieurs grossissemens différens, pourvu qu'on puisse allonger & raccourcir la distance AB, tout le reste demeurant le même.

20. On voit aussi par cette table, que de plus grands grossissemens demandent une plus grande longueur de l'instrument, qui deviendra même excessive, quand on veut pousser trop loin le grossissement: ainsi, pour grossir les objets 8000 fois, l'intervalle AB doit être de 150 pouces, ou de 12 pieds & demi. Or si l'on pouvoit exécuter un semblable objectif sur la moitié des mesures prescrites, cet intervalle seroit aussi réduit à la moitié, ce qui seroit sans doute le meilleur expédient. Un autre expédient seroit de ne donner à l'oculaire qu'un demi-pouce de foyer, & alors les autres mesures seroient aussi réduites à la moitié; mais le premier est toujours fort préférable.

21. Quoiqu'une lentille d'un pouce de foyer semble la plus propre pour l'oculaire, je remarquerai encore qu'elle dépend uniquement de notre bon-plaisir, en sorte que les trois élémens, 1°. le grossissement m , 2°. la distance de l'objet a , & 3°. la distance de foyer de l'oculaire $= r$ étant donnés, on en peut toujours déterminer le reste.

Car des formules du §. 5. on tire d'abord $n = \frac{m a}{r}$, &
 $i(n-1)$

$i(\pi - 1) = \frac{1}{2} (3\pi - i) r \cdot \frac{m}{l} = \frac{3ma - l}{2l} \cdot \frac{m}{l} r$, où
 $i = \frac{3ma - l}{2(ma - l)} \cdot \frac{m}{l} r$, d'où les autres élemens pour la
 construction du microscope seront déterminés en forte

$$p = \frac{i}{i + 1} a; \quad AB = \frac{3ma - l}{2l} r,$$

$$q = \frac{3ma - l}{ma + l} r; \quad BC = 2r, \quad \& \quad CO = \frac{ma + l}{2ma} r,$$

& le diametre de l'espace vu $= \frac{al}{ma + l}$, en supposant les deux
 verres oculaires également convexes des deux côtés, & que le diame-
 tre de leur ouverture soit la moitié de la distance de foyer de chacun.
 Pour la distance de foyer de l'objectif p , on la peut regarder com-
 me égale à a , puisque le nombre i est ordinairement très grand, &
 que la distance a se détermine par l'expérience. Si l'on se sert d'un
 objectif simple, le diametre de son ouverture sera à peu
 près $= \frac{1}{8} \sqrt[3]{\frac{aal}{m}}$, & la clarté $= \frac{25ll}{16mm} \sqrt[3]{\frac{all}{mm}}$; mais pour
 un objectif composé le diametre de son ouverture étant $= \frac{1}{8} a$,
 la clarté sera $= \frac{9ll}{mm}$.

*Sur les moyens de procurer aux Microscopes un plus grand
 champ.*

22. Quand les objectifs composés dont je viens de donner la
 description, réussissent, on peut se flatter d'avoir remédié au plus
 grand défaut, dont on se plaint ordinairement dans les observations
 microscopiques. Ces objectifs fourniront tant de clarté qu'on n'en
 sauroit espérer une plus grande; & par cette raison on peut pousser le
 grossissement beaucoup plus loin, sans craindre que la représentation
 devienne

devienne trop obscure. Or alors la longueur de l'instrument pourroit paroître incommode; mais, s'il n'est pas possible de remédier à cet inconvénient en se procurant un plus petit objectif composé, on n'a qu'à diminuer les verres oculaires, & au lieu de donner dans les dernières formules à la lettre r la valeur d'un pouce, de ne lui donner qu'un demi-pouce ou un tiers: par ce moyen la longueur de l'instrument sera réduit à la moitié ou au tiers.

23. Mais on se plaint aussi souvent du trop petit champ apparent que les microscopes composés ordinaires nous découvrent: or, quoi, que les desseins que je viens de proposer en découvrent déjà un plus grand, les verres y étant arrangés exprès en sorte que le champ apparent devienne le plus grand qu'il soit possible, en n'employant que deux verres oculaires; on peut en multipliant le nombre de ces verres obtenir un champ beaucoup plus grand, & le pousser même si loin, jusqu'à ce que le trop grand nombre des verres cause une obscurité insupportable. Comme le diamètre de l'espace vu sur l'objet étoit $= \frac{al}{ma + l}$, trois verres oculaires peuvent être arrangés en sorte que ce diamètre devienne $= \frac{3al}{2(ma + l)}$, & quatre en sorte qu'il devienne le double $= \frac{2al}{ma + l}$, & partant le champ même quatre fois plus grand. Avec 5 oculaires on le pourroit rendre plus que 6 fois plus grand.

24. Je développerai donc le cas de trois oculaires, de sorte que l'instrument soit composé de quatre verres A, B, C, D, dont les distances de foyer soient p, q, r, s , & les demi-diamètres de leurs ouvertures $x, \pi q, \pi' r, \pi'' s$. Donc, si nous posons le grossissement $= m$ rapporté à la distance l de 8 pouces, la distance de l'objet devant l'objectif $aA = a$, & l'angle $aAa = \phi$, de sorte que le diamètre de l'espace vu sur l'objet soit $= 2a\phi$; nous aurons cette dé-

Fig. 5.

termination $-\frac{m}{l} = \frac{\phi - \pi + \pi' - \pi''}{a\phi}$, donc $\phi = \frac{\pi - \pi' + \pi''}{ma + l} l$;

& partant, pour rendre le champ le plus grand qu'il soit possible, je fais les trois oculaires également convexes des deux côtés, & je pose

$\pi = \omega$, $\pi' = -\omega$, & $\pi'' = \omega$, pour avoir $\phi = \frac{3\omega}{ma + l} l$,

où l'on peut mettre $\omega = \frac{1}{4}$, de sorte que le diamètre de l'espace vu

devient $2a\phi = \frac{3al}{2(ma + l)}$, & partant le champ même $\frac{3}{4}$ fois

plus grand qu'auparavant.

25. Posons pour abrégé $\frac{3l}{ma + l} = M$, de sorte que

$\phi = M\omega$, & pour les lieux des verres soient

$$A = \frac{a}{1-a}; \quad B = \frac{b}{1+b}; \quad C = -1; \quad D = \infty,$$

$$\frac{A}{1+A} = a; \quad \frac{B}{1+B} = -b; \quad \frac{C}{1+C} = \infty; \quad \frac{D}{1+D} = 1,$$

où je place le verre C dans le foyer commun des verres B & D. De là nous aurons:

$$\frac{B}{B+1} \pi - \phi = -(b + M)\omega;$$

$$\frac{C}{C+1} \pi' - \pi + \phi = -\infty\omega, \quad \&$$

$$\pi'' - \pi' + \pi - \phi = (3 - M)\omega,$$

& partant pour les déterminations des verres les formules suivantes:

$$a =$$

$$\begin{aligned}
 a &= a; & \alpha &= \frac{a}{1-a} a; & p &= a a, \\
 b &= \frac{a}{1-a} \cdot \frac{-Ma}{b+M}; & \epsilon &= \frac{ab}{(1-a)(1+b)} \cdot \frac{Ma}{b+M}; & q &= \frac{ab}{1-a} \cdot \frac{Ma}{b+M}, \\
 c &= \frac{ab}{(1-a)(1+b)} \cdot \frac{Ma}{\infty} = 0; & \gamma &= 0; & r &= \frac{ab}{(1-a)(1+b)} \cdot Ma, \\
 d &= \frac{ab}{(1-a)(1+b)} \cdot \frac{Ma}{3-M}; & \delta &= \infty; & s &= \frac{ab}{(1-a)(1+b)} \cdot \frac{Ma}{3-M}.
 \end{aligned}$$

26. Pour les intervalles entre les verres, nous aurons

$$AB = a + b = \frac{a}{1-a} \cdot \frac{b a}{b+M},$$

$$BC = \epsilon + c = \frac{ab}{(1-a)(1+b)} \cdot \frac{Ma}{b+M},$$

$$CD = \gamma + d = \frac{ab}{(1-a)(1+b)} \cdot \frac{Ma}{3-M} = s.$$

Or pour le lieu de l'oeil la distance $DO = \frac{dd}{ABC_aM}$, ou bien

$DO = \frac{s}{3-M}$. Mais à cause de $M = \frac{3l}{ma+l}$, on aura

$3-M = \frac{3ma}{ma+l}$, & $\frac{M}{3-M} = \frac{l}{ma}$; donc pour le lieu

de l'oeil $DO = \frac{ma+l}{3ma} s$. Ensuite, pour le degré de clarté on

aura $y = \frac{lx}{ma}$, & la clarté même = $400yy$, où je suppose tou-

jours que toutes ces grandeurs sont exprimées en pouces. Pour x , sa valeur est comme ci-dessus, selon qu'on se sert d'un objectif simple ou composé.

27. Maintenant il ne reste qu'à faire évanouir les couleurs d'iris, & cette condition nous déterminera la lettre b , par cette équation:

$$\frac{\pi}{(b + M)\omega} + \frac{\pi'}{\infty\omega} + \frac{\pi''}{(3 - M)\omega} = 0, \text{ d'où}$$

nous tirons: $b + M = 3 - M$, & partant $b = 3 - 2M = \frac{3(ma - l)}{ma + l}$.

$$\text{Donc } \frac{Ma}{b + M} = \frac{Ma}{3 - M} = \frac{l}{m}, \text{ \& } \frac{ba}{b + M} = \frac{ma - l}{m},$$

où je remarque, que si l'on donnoit à b une valeur assez différente de celle-ci, la représentation seroit troublée par les couleurs d'iris. Toutes les déterminations pour la construction de ces microscopes seront donc:

$$\begin{aligned} p &= a^2; & AB &= \frac{a}{1-a} \cdot \frac{ma-l}{m}; \\ q &= \frac{a}{1-a} \cdot \frac{3(ma-l)}{ma+l} \cdot \frac{l}{m}; & BC &= \frac{a}{1-a} \cdot \frac{3(ma-l)}{4ma-2l} \cdot \frac{l}{m} = s, \\ r &= \frac{a}{1-a} \cdot \frac{3(ma-l)}{4ma-2l} \cdot \frac{3al}{ma+l}; & CD &= \frac{a}{1-a} \cdot \frac{3(ma-l)}{4ma-2l} \cdot \frac{l}{m} \cdot s, \\ s &= \frac{a}{1-a} \cdot \frac{3(ma-l)}{4ma-2l} \cdot \frac{l}{m}; & DO &= \frac{ma+l}{3ma} \cdot s. \end{aligned}$$

& le diamètre de l'espace vu sur l'objet $= \frac{3al}{2(ma-l)}$, supposé que le diamètre de l'ouverture de chaque verre oculaire est égal à la moitié de sa distance de foyer.

28. Considérons le dernier oculaire D; dont la distance de foyer est $= s$ comme donnée, & puisque

$$\frac{q}{s} = \frac{4ma-2l}{ma+l}; \quad \frac{r}{s} = \frac{3ma}{ma+l}; \quad \& \quad \frac{a}{1-a} = \frac{(4ma-2l)ms}{3(ma-l)l},$$

je remarque que dans les grands grossifsemens cette dernière quantité est

est quasi infinie, & partant $a = 1$; donc $p = a$: & on fera d'autant moins de difficulté d'accorder cette égalité, quoiqu'en effet la distance a soit tant soit peu plus grande, que la distance de foyer de l'objectif p , puisque la distance a se détermine par l'expérience. De là nous aurons donc les déterminations suivantes:

$$\begin{array}{ll}
 p = a; & AB = \frac{4ma - 2l}{3l} s, \\
 q = \frac{4ma - 2l}{ma + l} s; & BC = s, \\
 r = \frac{3ma}{ma + l} s; & CD = s, \\
 s = s; & \& DO = \frac{ma + l}{3ma} s,
 \end{array}$$

& partant la longueur de l'instrument

$$AO = \frac{(ma + l)(4ma + l)}{3mal} s.$$

29. Ayant donc un bon verre objectif, ou simple, ou composé, dont la distance de foyer soit $= a$, à laquelle à peu près l'objet doit être mis devant lui, on le pourra employer à tous les grossissemens, en se servant toujours du même dernier oculaire D, dont la distance de foyer est $= s$. Mais les deux verres moyens B & C doivent être changés selon le grossissement: pour les plus grands grossissemens la distance de foyer du second B devient $= 4s$, & celle du troisième C $= 3s$, mais, pour les grossissemens médiocres, ces verres doivent être plus petits. Supposons que le grossissement soit $m = \frac{nl}{a} = \frac{8n}{a}$, la distance a étant exprimée en pouces, & on aura:

$$\begin{aligned}
 p &= a; & PP &= 2x; & AB &= \frac{2}{3}(2n-1)s, \\
 q &= \frac{4^n-2}{n+1}s; & QQ &= \frac{2^n-1}{n+1}s; & BC &= s; \\
 r &= \frac{3^n}{n+1}s; & RR &= \frac{3^n}{2(n+1)}s; & CD &= s, \\
 s &= s; & SS &= \frac{1}{2}s; & DO &= \frac{n+1}{3^n}s.
 \end{aligned}$$

30. Pour les diverses valeurs du nombre n , j'ajoute la table suivante:

n	m	q	r	AB	DO
1	8: a	1, 000 s	1, 500 s	0, 667 s	0, 667 s
2	16: a	2, 000 s	2, 000 s	2, 000 s	0, 500 s
3	24: a	2, 500 s	2, 250 s	3, 333 s	0, 444 s
5	40: a	3, 000 s	2, 500 s	6, 000 s	0, 400 s
10	80: a	3, 455 s	2, 727 s	12, 67 s	0, 367 s
15	120: a	3, 625 s	2, 812 s	19, 33 s	0, 356 s
20	160: a	3, 714 s	2, 857 s	26, 00 s	0, 350 s
25	200: a	3, 769 s	2, 885 s	32, 66 s	0, 347 s
30	240: a	3, 807 s	2, 903 s	39, 33 s	0, 344 s
40	320: a	3, 854 s	2, 927 s	52, 66 s	0, 341 s
50	400: a	3, 882 s	2, 941 s	66, 00 s	0, 340 s
70	560: a	3, 915 s	2, 957 s	92, 66 s	0, 338 s
100	800: a	3, 941 s	2, 970 s	132, 67 s	0, 336 s

31. On comprend aisément qu'on n'a pas besoin d'observer ces mesures à la rigueur, mais que les mêmes deux verres moyens B & C peuvent être employés à plusieurs grossissemens, de sorte que le plus grand soit le double du plus petit. Donc, comme on est accoutumé de faire les tuyaux pour les microscopes en sorte que la distance AB peut être allongée jusqu'au double, je voudrais conseiller de faire quelques tuyaux de cette façon, qui serviroient successivement, à des plus grands grossissemens, la distance de foyer s en feroit la mesure de la manière suivante:

I. AB



I. AB=	$\left\{ \begin{array}{l} 3s; \\ 6s; \end{array} \right.$	$q=2,77s;$	$r=2,38s;$	$DO=0,42s;$	$m=$	$\left\{ \begin{array}{l} 22:a \\ 40:a \end{array} \right.$
II. AB=	$\left\{ \begin{array}{l} 6s; \\ 12s; \end{array} \right.$	$q=3,27s;$	$r=2,64s;$	$DO=0,38s;$	$m=$	$\left\{ \begin{array}{l} 40:a \\ 76:a \end{array} \right.$
III. AB=	$\left\{ \begin{array}{l} 12s; \\ 24s; \end{array} \right.$	$q=3,60s;$	$r=2,80s;$	$DO=0,36s;$	$m=$	$\left\{ \begin{array}{l} 76:a \\ 148:a \end{array} \right.$
IV. AB=	$\left\{ \begin{array}{l} 24s; \\ 48s; \end{array} \right.$	$q=3,79s;$	$r=2,89s;$	$DO=0,35s;$	$m=$	$\left\{ \begin{array}{l} 148:a \\ 292:a \end{array} \right.$
V. AB=	$\left\{ \begin{array}{l} 48s; \\ 96s; \end{array} \right.$	$q=3,89s;$	$r=2,95s;$	$DO=0,34s;$	$m=$	$\left\{ \begin{array}{l} 292:a \\ 580:a \end{array} \right.$
VI. AB=	$\left\{ \begin{array}{l} 96s; \\ 192s; \end{array} \right.$	$q=3,94s;$	$r=2,97s;$	$DO=0,34s;$	$m=$	$\left\{ \begin{array}{l} 580:a \\ 1156:a \end{array} \right.$

32. Ayant donc 6 tels tuyaux, chacun garni des trois verres que je viens d'assigner, où il faut se souvenir que les deux distances BC & CD sont toujours les mêmes & égales à la distance de foyer s du dernier oculaire D. On peut successivement appliquer à chacun d'eux l'objectif dont on sera pourvu; & on pourra même se servir de plusieurs objectifs, lorsqu'on en a, en y mettant l'un après l'autre sans changer rien dans le reste; or, plus l'objectif sera petit, plus le grossissement sera grand que le même tuyau produit. Le premier tuyau sert pour les petits grossissemens, & le dernier pour les plus grands; mais il est douteux, si l'on y puisse jamais arriver.

