

$$PV \left(\frac{ac}{b} + e - c \right) \text{ ad } PC \left(\frac{ac}{b} + e \right) \text{ ut } VC (c) \text{ ad } CD \left(\frac{acc + bec}{ac + be - bc} \right)$$

[Fig. 21.] [Fig. 22.]

etiamfi OH ad OC ut **oh** ad **oc**, (quod fit in aberratione Newton.)¹⁾ vellem tamen ostendere (ceteris positus ut ante) esse PQ ad PC majorem quam **pq** ad **pc**²⁾.

$$do \propto \frac{ab}{a-b} - b \propto \frac{bb}{a-b} \quad DO \propto \frac{acc + bec}{ac + be - bc} - c \propto \frac{bcc}{ac + be - bc}$$

$$\text{fit } OH \propto n; \text{ oh} \propto \frac{bn}{c} \text{)}; \text{ qu. } do \left(\frac{b^4}{\text{qu. } a-b} \right) \text{ ad qu. } dc \left(\frac{aabb}{\text{qu. } a-b} \right) \text{ ut } \text{oh} \left(\frac{bn}{c} \right) \text{ ad } \text{qp} \text{)} \left(\frac{aan}{bc} \right) \text{)}$$

$$\text{qu. } DO \left(\frac{\text{qu. } bcc}{\text{qu. } ac + be - bc} \right) \text{ ad qu. } DC \left(\frac{\text{qu. } acc + bec}{\text{qu. } ac + be - bc} \right) \text{ ut } OH (n) \text{ ad } QP \left(\frac{n \text{ qu. } ac + be}{\text{qu. } bc} \right)$$

$$\text{cp} (a) \text{ ad } \text{qp} \left(\frac{aan}{bc} \right) \text{)}; \text{ CP} \left(\frac{ac + be}{b} \right) \text{ ad } QP \left(\frac{n \text{ qu. } ac + be}{\text{qu. } bc} \right) \text{)}$$

$$bc \text{ ad } an \text{)}; \frac{1}{b} \text{ ad } \frac{nac + nbe}{\text{qu. } bc}$$

$$\frac{an}{b} \text{)} \propto \frac{bccan + bbccn}{b^2c^2} \text{)}; abcc \propto abcc + bbcc \text{)} \text{)} \text{)} \text{)}$$

¹⁾ D'après le deuxième alinéa de ce paragraphe on aura dans le cas de l'aberration sphérique

$$\frac{OH}{OC} > \frac{oh}{oc}; \text{ voir la note 9 de la p. 659.}$$

²⁾ Huygens veut dire qu'alors à plus forte raison on aura $\frac{PQ}{PC} > \frac{pq}{pc}$ dans le cas de l'aberration

$$\text{sphérique où } \frac{OH}{OC} > \frac{oh}{oc}; \text{ voir les notes 3, 5 et 7.}$$

³⁾ Dans le cas de l'aberration sphérique on pourrait poser $\text{oh} = \frac{bn}{c} - k$.

⁴⁾ Voir le dernier alinéa de la p. 655.

Ergo QP major ad PC quam **pq** ad **pc**.

qu. **cu** ad qu. **cp** ut **oh** ad **qp** } hinc demonstratio forsan facilis²⁾.

§ 19¹⁰⁾.

Quæ fit ratio aberrationis HV ad QP ex figura¹¹⁾.

[Fig. 23.]

$$DO (d-c) \text{ ad } DC (d) \text{ ut } OC (c) \text{ ad } CP \frac{dc}{d-c} \text{)} \text{)} \text{)}$$

$$DC (d) \text{ ad } CM (a) \text{ ut } CH (c-n) \text{ ad } HL \left(\frac{ac-an}{d} \right) \text{)} \text{)} \text{)} \\ \text{ex MC (a)} \\ \text{SM} \left(\frac{ad-ac+an}{d} \right)$$

$$\text{SM} \frac{ad-ac+an}{d} \text{ ad } SL \propto CH (c-n) \text{ ut } CM (a) \text{ ad } CQ \frac{dc-dn}{d-c+n} \\ \text{ex CP} \frac{dc}{d-c}$$

$$\text{QP} \frac{dn}{dd-2dc+cc+dn-cn}$$

$$\text{HV} (n) \text{ ad } QP \frac{dn}{dd-2dc+cc+dn-cn} \text{ ut qu. } DO (dd-2dc+cc) \\ \text{ad qu. } DC (dd), \text{ hoc est ut qu. } CV \text{ ad qu. } CP \text{)} \text{)} \text{)}$$

⁵⁾ Dans le cas de l'aberration sphérique on doit remplacer n par $n - \frac{ck}{b}$.

⁶⁾ Il s'agit maintenant de comparer entre eux ces deux rapports.

⁷⁾ Cette relation devrait être satisfaite au cas de l'égalité des rapports; mais on voit par ce qui suit qu'elle ne l'est pas (et encore moins pour l'aberration sphérique que pour l'aberration chromatique). De plus on voit que le second membre est le plus grand; après quoi la conclusion est facile à tirer.

⁸⁾ Signe équivalent au signe moderne <.

⁹⁾ Annotation faite après la découverte de la relation du § 19, qui suit.

¹⁰⁾ Ce paragraphe est emprunté à la p. 83 du Manuscrit H.

¹¹⁾ O et V sont les foyers de la lentille MC, D et P des points correspondants.

¹²⁾ Relation qu'on déduit facilement de la Prop. XX, Part. I, Liv. I, p. 99.

¹³⁾ A cause de l'égalité des angles MDC et HMQ par suite de la Prop. VI, p. 475.

¹⁴⁾ Le théorème obtenu est identique au Lemme 2, p. 559, et la démonstration ne diffère pas essentiellement de celle reproduite à cette p. 559. Consultez d'ailleurs sur son défaut d'exactitude la note 7 de la p. 556 et la note 4 de la p. 559.

[Fig. 24.] Difficultas est quod theorema de æqualitate angulorum a radijs incidentibus et refractis, non satis accurate verum est ad definiendas aberrationes ¹⁾, nam in lente planoconvexa exempli gr. si foci sint O et P, aberratio radij axi paralleli DL fit OH, aberratio axi paralleli GL fit PQ. erit $OH \propto \frac{7}{6} KC$ ²⁾ crassitudinis quæ fit θ . $PQ \propto \frac{9}{2} \theta$ ³⁾. Unde si semidiam. convexitatis CL, vocetur r . CM fit $\infty 3r$. fit $KM \propto 3r - \theta$ et KO ⁴⁾ $\propto \frac{2}{3} KM$, erit $2r - \frac{2}{3} \theta$. unde ablata OH $\propto \frac{7}{6} \theta$, fit $KH \propto 2r - \frac{11}{6} \theta$. Rursus CP est $2r$ et $KP = 2r + \theta$ unde ablata PQ $\propto \frac{9}{2} \theta$, fit $KQ \propto 2r - \frac{7}{2} \theta$. quæ ergo minor est quam KH feu $2r - \frac{11}{6} \theta$. Atqui si theorema de æqualitate angulorum verum esset accurate, essent æquales anguli GLH, DLQ. nam si radius DL it in LH etiam HL ibit in LD. Sed GL it in LQ. Ergo anguli ad L essent æquales. Ac proinde et ang. H et Q, ideoque $KQ \propto KH$. Sed KQ minorem invenimus quam KH.

quid si omitatur theorema pag. 81 de invertendo microscopio ⁵⁾: Nam in problemate pag. 75 et 76 de meliori ac breviori inveniendō ⁶⁾, non erit opus hujusmodi inæqualitatem angulorum aberrationis considerare, in calculo verb. nostri microscopij ⁷⁾ ponitur tantum aberratio lenticulæ quæ in distantia visibilis contingit eandem rationem habere ad eam distantiam quam haberet aberratio in foci distantia ad foci distantiam quod vix quicquam differt ⁸⁾.

Dele corollarium ⁹⁾, quo dicitur sequi præfata ut minor lens inferior ponatur ¹⁰⁾.

¹⁾ Comparez la note 4 de la p. 559 et voyez dans le dernier alinéa de la note 7 de la p. 556 pourquoi les raisonnements fondés sur l'égalité de ces angles n'amènent pas d'erreur dans le cas de l'aberration chromatique.

²⁾ Voir la p. 287.

³⁾ Voir la p. 285.

⁴⁾ Consultez sur cette détermination de KO et de CP la Prop. XIV, Part. I, Liv. I, p. 81.

⁵⁾ Il s'agit du § 17, p. 656.

⁶⁾ Voir le § 11, p. 644—650.

⁷⁾ Il s'agit des §§ 6, p. 634 et 13 p. 652. Seulement on doit remarquer que dans le calcul au § 13 les deux aberrations dont Huygens va parler étaient supposées égales et que dans celui du § 6 (p. 635), les angles BDF et BθF (Fig. 8 et 9) étant considérés comme égaux, ces aberrations étaient supposées proportionnelles aux carrés des distances de l'objet et du foyer à la lentille; tandis qu'à présent Huygens les suppose proportionnelles à ces distances elles-mêmes.

§ 20 ¹¹⁾.

[b₇] (Fig. 25) $(x-r)$ ad [bp] (x) ut [p₇] (r) ad pn $\left(\frac{rx}{x-r}\right)$ ¹²⁾

$\frac{orx}{x-r}$ ad xy ut q ad r, data multiplicatio ¹³⁾.

⁸⁾ Pour résumer le contenu de l'alinéa présent on peut donc dire que les considérations qu'on trouve dans l'alinéa qui le précède ont rendu suspectes à Huygens toutes les propositions sur l'aberration sphérique dont les démonstrations sont basées sur l'égalité des angles comme GLH et DLQ de la Fig. 24, c'est-à-dire en premier lieu la relation déduite au § 19 (p. 661) qui est identique au lemme 2, p. 559 du texte de la Dioptrique; d'après lequel les aberrations sphériques longitudinales aux différents points de l'axe sont proportionnelles aux carrés des distances de ces points à la lentille. Par conséquent, il veut omettre de sa Dioptrique le § 17 (p. 656), dont il ne sait pas prouver le point principal, c'est-à-dire la plus grande aberration du microscope inverti, sans employer cette relation. Mais il croit pouvoir retenir le contenu du § 11 (p. 644—650) où dans la deuxième partie, qui traite l'aberration sphérique, il n'a pas besoin de cette relation. Il est vrai qu'il y fait usage au début, p. 648, de la proposition principale, le „theorema demonstrandum” du § 15 (p. 654), et que la démonstration que Huygens a donnée de ce théorème au paragraphe cité (et de même celle qu'on rencontre dans le dernier alinéa de la p. 567) s'appuie sur la relation en question; mais en réalité la proposition en est indépendante comme nous l'avons montré dans la note 3 de la p. 567 et il est possible que Huygens en ait entrevu une démonstration qui n'en dépendrait pas.

Quoiqu'il en soit Huygens a fini par admettre cette relation dans sa Dioptrique au lemme 2, p. 559; sauf toutefois, à n'en faire usage que dans des cas, comme celui qu'il mentionne dans le présent alinéa, où le point de concours pour lequel il s'agit de calculer l'aberration n'est pas très éloigné du foyer; voir encore la note 7, p. 556.

⁹⁾ Ce „Corollarium” a disparu, en effet, du manuscrit de la Dioptrique dans son état présent.

¹⁰⁾ Le paragraphe présent est suivi à la p. 84 du manuscrit H par le lemme 4 de la p. 565 et par sa démonstration sur lesquels on peut consulter la note 8 de la p. 565.

En outre on lit encore sur cette même p. 84 l'annotation: „Sequatur hoc lemma post disquisitionem. quod non utimur nisi in proximis foco”, dans laquelle il s'agit probablement du lemme 2, p. 559.

¹¹⁾ Dans ce paragraphe, emprunté aux p. 88 et 89 du Manuscrit H, Huygens se propose de déterminer les dimensions qu'il faut choisir pour un microscope dont la lentille objective est donnée afin d'obtenir un grossissement voulu et une clarté et netteté suffisantes des images, pour autant du moins que la netteté dépend de l'aberration chromatique.

¹²⁾ Puisque **b** et **n** sont des points correspondants par rapport à la lentille **dp**. Comparez la Prop. XX, Part. I, Liv. I, p. 99, de laquelle la proportion du texte se déduit aisément.

¹³⁾ Ici **o** désigne la distance de la vision distincte, **y** la distance focale **ne** de l'oculaire, **x** la distance de l'objet à l'objectif, **r** la distance focale de cette lentille. Alors, en effet, $\frac{orx}{x-r}$; **xy** représente, d'après la règle de la p. 529, le grossissement du microscope, qui est supposé égal à **q**; **r**, où **q** représente donc une longueur donnée.

[Fig. 25.]



$$ne \infty y \infty \frac{wrr}{qx - qr}$$

$$[dp \infty \theta]; [\gamma p] r \text{ ad } \gamma \beta \left(\frac{1}{50} \theta\right)^2 \text{ ut } pn \left(\frac{rx}{x-r}\right) \text{ ad } nk \left(\frac{1}{50} \theta x\right)^2$$

$$mn \infty en \left(\frac{wrr}{qx - qr}\right) \text{ ad } nk \left(\frac{1}{50} \theta x\right) \text{ ut } r \text{ ad } s \text{ data aberratio } ^3)$$

$$pd \infty \theta \infty \frac{50\omega sr}{qx}$$

ratio anguli **euz** ad **pbd** componitur ⁴⁾ ex rat. ang. **euz** ad **epz** ∞ **bpg** et **bpg** ad **pbd**. hoc est ex. rat. **pe** ad **eu**, seu **pn** ad **ne** ⁵⁾ et **bg** ad **pd**. **bg** ∞ **h**.

$$\frac{hrx}{x-r} \text{ ad } \frac{50\omega sr^2}{qx(qx - qr)} \text{ ut } f \text{ ad } r, \text{ data claritas.}$$

$$xx \infty \frac{50\omega sr}{qgh}$$

Manente lenticula **[dp]** eadem si velim eandem claritatem, eandem aberrationem manere quæ est in meo microscopio ⁶⁾, sed ampliationem esse duplam, erunt igitur **s**, **f**, **r**, ω eadem. Sed **q** erit duplo major, unde **x** duplo minor quam in nostro. quod fieri nequit; quia debet esse **x** major quam **r**. nam **x** erat tantum paulo major quam **r** ⁷⁾.

$$50\omega sr \parallel ^8) qghr$$

¹⁾ D'après la p. 485.

²⁾ A cause de l'égalité des angles **pdγ** et **ndk**, qui suit de la Prop. VI, p. 475.

³⁾ Il s'agit de l'angle **nmk**, dont dépend l'aberration chromatique; voir les p. 539—541.

⁴⁾ C'est du rapport de ces angles que dépend la clarté, puisque la quantité des rayons qui partent d'un point donné de l'objet atteindront l'œil est proportionnelle au carré de l'angle **pbd** et le grossissement linéaire à l'angle **euz**; **bg** = **h** étant considérée comme donnée.

⁵⁾ Puisque **p** et **u** sont des points correspondants par rapport à la lentille **ze**.

⁶⁾ Le microscope étalon décrit à la p. 549.

⁷⁾ Le problème sera repris au § 22 avec des notations modifiées en partie.

⁸⁾ Signe équivalent au signe moderne $>$. La relation exprime la condition nécessaire pour qu'on ait $x > r$.

⁹⁾ Ce paragraphe est emprunté aux p. 90 et 91 du Manuscrit H.

[Fig. 26.]

§ 21 ⁹⁾.

Data lente oculari **EM**, et claritate et amplificatione, et aberratione ex dissipatione, invenire lenticulæ **PD** foci distantiam et positum et aperturam. Ubi invenitur ampliationem quantumlibet magnam posse statui ¹⁰⁾.

$d \infty$ **MN** foci dist. lentis ocularis. $y \infty$ **Pγ** foci dist. lentis **PD**. $x \infty$ **PB** distantia rei visæ. [$h \infty$] **BX** latitudo rei visæ. **DP** ∞ θ . ω est distantia 8 pollicum ¹¹⁾.

$$B\gamma (x-y) \text{ ad } BP (x) \text{ ut } P\zeta \infty P\gamma (y) \text{ ad } PN \left(\frac{xy}{x-y}\right)^{12)}$$

$$PN \left(\frac{xy}{x-y}\right) \text{ ad } NE (d) \left\{ \begin{array}{l} \text{componere rationes. vide pag 152} \\ \text{rub. dioptric. } ^{13)} \end{array} \right.$$

$$\omega \text{ ad } PB (x)$$

$$\frac{\omega xy}{x-y} \text{ ad } dx \text{ ut } \omega \text{ ad } q \text{ amplificatio data } ^{14)}$$

$$y \infty \frac{dx}{q+d} \text{ vel } x \infty \frac{qy+dy}{d}; x-y \infty \frac{qy}{d}$$

$$BP (x) \text{ ad } PN \frac{xy}{x-y}, \text{ ut } x-y \text{ ad } y, \text{ ut } q \text{ ad } d.$$

ang. $\gamma D\beta$ est ang. dissipationis radij **Dγ**, qui venit ab axi parallelo.
ang. dissipationis radij **DB** est æqu. ang. dissipationis radij **Dγ**, per lemma ¹⁵⁾. Sed ang. **NDK** est æqu. ang. dissipationis radij **DB** ¹⁶⁾.

¹⁰⁾ Comparez la Prop. XIX, p. 577. En effet, le paragraphe présent constitue un avant-projet de la partie du texte de cette proposition (p. 577—581), qui se rapporte à l'aberration chromatique.

¹¹⁾ C'est-à-dire la distance de la vision distincte; comparez la p. 529.

¹²⁾ Puisque **B** et **N** sont des points correspondants; comparez la Prop. XX, Part. I, Liv. I, p. 99.

¹³⁾ Il s'agit du texte de la p. 529.

¹⁴⁾ On remarquera la manière différente dont le grossissement est défini ici et au § 20 où il est représenté par $q : r$. En effet, ce changement, qui aurait toujours été une amélioration, devenait inévitable du moment où la distance focale de l'objectif fut considérée comme une des grandeurs à déterminer.

¹⁵⁾ Il s'agit du lemme 1, p. 551.

¹⁶⁾ En vertu de la Prop. VI, p. 475; comparez la p. 539.

[Fig. 26.]

Ergo $P\gamma \propto D\gamma(y)$ ad $\gamma\theta\left(\frac{1}{50}\theta\right)^2$ ut $PN \frac{xy}{x-y}$ ad $NK\left(\frac{1}{50}\frac{\theta x}{x-y}\right)$;MN $\propto NE(d)$ ad $NK\left(\frac{1}{50}\frac{\theta x}{x-y}\right)$ ut ω ad s aberratio data ²⁾. $ds \propto \frac{1}{50}\frac{\omega\theta x}{x-y}$; $\theta \propto \frac{50dsx - 50dsy}{\omega x}$, sed $x-y \propto \frac{qy}{d}$, $\theta \propto \frac{50dqs}{\omega q + \omega d}$.

Erit semper eadem claritas si fuerit eadem ratio anguli ZVE (quo percipitur BX) ad angulum DBP, quo lux hauritur a lingulis rei vise punctis manans. Sed anguli ZVE ad DBP ratio componitur ex ratione ang. ZVE ad ZPE seu BPX et BPX ad PBD, hoc est ex ratione PE ad EV seu PN ad NE (quia proportionales pono PN, PE, PV ³⁾) et ratione BX ad PD.



$$\left. \begin{array}{l} PN\left(\frac{xy}{x-y}\right) \text{ ad } NE(d) \\ BX(h) \text{ ad } DP\left(\frac{50dsx - 50dsy}{\omega x}\right) \end{array} \right\} \text{componere rationes.}$$

$$\frac{hxy}{x-y} \text{ ad } \frac{50dsx - 50dsy}{\omega x} \text{ ut } \omega \text{ ad } g \text{ claritas data } ^2)$$

$$hxxgy \propto 50dds \text{ in qu. } x-y; \text{ sed } x-y \propto \frac{qy}{d}$$

$$ghxx \propto 50sqqy \text{ sed } xx \propto \frac{qq + 2dq + dd}{dd} yy$$

$$y \propto \frac{50dsqq}{ghqq + 2ghdq + ghdd}$$

$$y \propto \frac{50dds}{gh + \frac{2ghd}{q} + \frac{ghdd}{qq}}$$

quo minor q , hoc est quo major amplificatio, eo major divisor, ac proinde eo minor fractio, hoc est eo minor erit y .

¹⁾ Voir la neuvième ligne de la p. 485. θ est le rayon de l'ouverture de l'objectif.

²⁾ Nouveau changement de notation en comparaison avec le § 20 pour la raison indiquée dans la note 14 de la p. 665.

³⁾ À cause de la correspondance des points N et V; comparez la Prop. XX, Part. I, Liv. I, p. 99.

$$y \propto \frac{50qqq}{\frac{qqgh}{dd} + \frac{2qgh}{d} + gh}$$

quo major d eo major y . manente scilicet q . quod si d infinite magna, fit $y \propto \frac{50qqq}{gh}$.

erat $x \propto \frac{qy + dy}{d}$. Ergo $x \propto \frac{50.dq^2s}{qhg + dhg}$, PN $\frac{50.ddsq}{qhg + dhg}$

Definienda q, s, g in meo ⁴⁾.

amplificatio (36) ad 1 ut $\omega(8)$ ad $\frac{2}{9} \propto q, \frac{7}{9} \propto x; \frac{7}{10} \propto y; \theta \propto \frac{1}{20}$; NK $\left[\frac{\theta x}{x-y}\right] \propto \frac{1}{100}$. EN $\propto d(2)$ ad NK $\left(\frac{1}{100}\right)$ ut $\omega(8)$ ad $s\left(\frac{8}{200}\right)$, sive $s \propto \frac{1}{25}$

PN (7) ad NE (2)

BX $\propto h\left(\frac{1}{20}\right)$ ad DP $\propto \theta\left(\frac{1}{20}\right)$, pono hic BX \propto PD in nostro, quod facere licet.

[mult.]

7 ad 2 ut $\omega(8)$ ad $g\left(\frac{16}{7}\right)$. hinc $hg \propto \frac{4}{35}$ qualiscunque fit h . fit enim $hg \propto \frac{d \cdot PD}{PN^2}$ seu $\frac{d\omega\theta}{PN}$.

Amplificatio dupla nostræ. $d \propto 2$ ⁶⁾.

ampl. (72) ad 1 ut $\omega(8)$ ad $\frac{1}{9} \propto q; q\left(\frac{1}{9}\right)$ ad $d(2)$ ut BP ad PN ⁷⁾ ut

⁴⁾ C'est-à-dire dans le microscope étalon dont les dimensions ont été données à la p. 549.

⁵⁾ Puisqu'on a, par définition, $h \times PN : PD \times NE = \omega : g$, où $NE = d$.

⁶⁾ Comparez les lignes 11-14 de la p. 583.

⁷⁾ Voir la ligne 4 d'en bas de la p. 665.

1 ad 18; $\theta \propto \frac{50 \cdot dsq}{\omega q + \omega d} \propto \frac{1}{38}$; $y \propto \frac{70}{361}$; $x \propto \frac{665}{3249}$; PN $\propto 19y$ 2).

$y \left(\frac{70}{361} \right)$ ad $y \left(\frac{7}{40} \right)$ in alia disquisitione ubi servabatur ratio BP ad PN 3), ut $\frac{10}{36}$ ad $\frac{1}{4}$, ut 10 ad 9; fit igitur lenticulæ foci distantia hic major paulo (nempe ut 10 ad 9) quam foci distantia alterius disquisitionis. Et longitudo microscopij inter binas lentes fere 6 poll. 4). Ab oculo vero ad rem visam circiter 9 poll. 5) cum ex altera disquisitione fuerit $4 \frac{1}{2}$ poll. circiter.

Sit $d \propto 4$ poll. et amplificatio dupla nostræ. $q \propto \frac{1}{9}$; $y \propto \frac{1120}{5476}$ 6).

$50qqs \propto \frac{2}{81}$; $gh \propto \frac{4}{35}$; $\frac{35}{162} \propto y$. talis effet y si d infinite magna 7). Unde apparet duplicata ampliacione fere quadruplo minorem assumentam lenticulæ foci distantiam, quantacunque fuerit foci dist. lentis ocularis 8). $\frac{7}{10}$ ad $\frac{35}{162}$ ut 81 ad 25 9).

§ 22 10).

Data lenticula inferiori, et claritate, et amplificacione et aberratione ex diffipatione, invenire foci distantiam lentis ocularis. Ubi invenitur non posse sic augeri amplificacionem nisi parum tantum 11).

1) Lisez plutôt: $\frac{35}{171}$.

2) Puisqu'on a BP (x) : PN = q : d; donc PN = $\frac{dx}{q} = \frac{q+d}{q} y = 19y$.

3) Il s'agit de la deuxième Partie du § 11, p. 648 et du microscope traité au § 14, p. 653, où, en effet, la distance focale de l'objectif est égale à $\frac{7}{40}$ pouce; voir encore le deuxième alinéa de la p. 549.

4) Puisque PN = $3 \frac{13}{19}$ et NE = 2.

5) En premier lieu on doit ajouter BP = $\frac{1}{18}$ PN = $\frac{19}{18} y = \frac{35}{171}$ pouce et en second lieu la distance EV de l'œil à l'oculaire. Or, on a PE : EV = PN : NE; donc EV = NE \times PE : PN =

[Fig. 27.]



By $(x-r)$ ad BP (x) ut PZ \propto P γ (r) ad PN $\left(\frac{rx}{x-r} \right)$ 12)

$\frac{rx}{x-r}$ ad y } compone rationes
 ω ad x }

$\frac{\omega rx}{x-r}$ ad xy ut ω ad q amplificatio data

$y \propto \frac{qr}{x-r}$ five $x \propto \frac{qr+ry}{y}$

P γ (r) ad $\gamma\beta \left(\frac{1}{50} \theta \right)$ ut PN $\frac{rx}{r-x}$ ad NK $\left(\frac{1}{50} \frac{\theta x}{x-r} \right)$

MK \propto EN (y) ad NK $\left(\frac{1}{50} \frac{\theta x}{x-r} \right)$ ut ω ad s aberratio data

ys $\propto \frac{1}{50} \frac{\omega \theta x}{x-r}$. sed $y \propto \frac{qr}{x-r}$. Ergo $\theta \propto \frac{50qrs}{\omega x}$

PN $\left(\frac{rx}{x-r} \right)$ ad NE $\propto y \left(\frac{qr}{x-r} \right)$ } compone rationes
h ad PD $\propto \theta \left(\frac{50qrs}{\omega x} \right)$ }

= $3 \frac{3}{55}$ pouce; ce qui donne tout ensemble $8 \frac{5833}{5985}$ pouce.

6) Lisez plutôt: $\frac{280}{1369}$.

7) Voir plus haut la ligne 2 de la p. 667.

8) On a $y = \frac{50qqs}{gh \left(1 + \frac{q}{d} \right)}$, où pour le microscope étalon $q = \frac{2}{9}$, $d = 2$. Si maintenant on veut

augmenter le grossissement on doit diminuer encore q; mais alors $\frac{q}{d}$ sera une fraction relativement petite et on aura approximativement $y = \frac{50qqs}{gh}$, c'est-à-dire y sera indépendante de la valeur de d et directement proportionnelle au carré de q ou inversement proportionnelle au carré du grossissement.

9) $\frac{7}{10}$ est la distance focale du microscope étalon. $\frac{35}{162}$ celle qui convient à un grossissement double, quand $d = \infty$. Par l'approximation indiquée on aurait donc 100 à 25 au lieu de 81 à 25.

10) Dans ce paragraphe, emprunté à la p. 91 du Manuscrit H, le calcul du § 20, p. 663, est repris avec les nouvelles notations introduites dans le paragraphe précédent.

11) Comparez le dernier alinéa de la p. 579.

12) Pour cette proportion et pour les autres calculs qui suivent nous renvoyons aux notes explicatives du § 20, p. 663—664, puisqu'il n'y a rien de changé que les notations.

hx ad $\frac{50 \cdot qqr^2}{\omega x}$ ut ω ad g claritas data. $xx \propto \frac{50 \cdot qqr^2}{hg}$, quanto minor q , hoc est quanto major ampliatio, eo minor fit x . Sed x debet major esse quam r . Ergo cum in dato microscopio nostro fit x tantum paulo major quam r , non potest q duplo minor fumi, sive duplicari ampliatio quia x fieret dimidia prioris eoque minor quam r .

$$\frac{50 \cdot qqr^2}{hg} \propto \frac{qqr^2 + 2qrry + r^2yy}{yy}; 50 \cdot qqsyy - hgryy \propto 2hgqry + hgqqr; yy \propto \frac{2hgqry + hgqqr}{50 \cdot qqs - hgr}; 50 \cdot qqs \text{ major quam } hgr.$$

§ 23¹⁾

In microscopio ex 2 convexis.

Data lente oculari, et Claritate, Amplificatione, et aberratione ex figura; invenire lenticulæ inferioris foci distantiam et positum.

[Fig. 28.] OP [Fig. 28] $\propto y^2$; [DP $\propto \theta$]; PT $\propto \frac{\theta\theta}{y}$; O γ $\propto \frac{7\theta\theta}{6y}$; [OP] (y)

ad [DP] (θ) ut [O γ] ($\frac{7\theta\theta}{6y}$) ad $\gamma\beta$ ($\frac{7\theta^2}{6yy}$).

$\beta D \propto OP$ (y) ad $\gamma\beta$ ($\frac{7\theta^2}{6yy}$) ut $6y^3$ ad $7\theta^3$, hinc ang. $\beta D\gamma$ seu $BD\lambda$ seu NDK 9).

$D\gamma \propto OP$ (y) ad $\gamma\beta$ ($\frac{7\theta^2}{6yy}$) ut PN ($\frac{xy}{x-y}$) ad NK ($\frac{7\theta^2x}{xy-y^2}$)

NM [Fig. 26] $\propto EN$ (d) ad NK ($\frac{7\theta^2x}{xy-y^2}$) ut ω ad s aberratio ex figura data 8) quæ non est eadem quam aberratio ex diffipatione. ideo sic quaerenda.

¹⁾ Le paragraphe est emprunté aux p. 92 et 93 du Manuscrit H. On y trouve la déduction des formules qui ont été données sans démonstration à la p. 581 du texte de la Dioptrique et leur application aux exemples traités aux p. 581—585.

²⁾ La figure ne reproduit que la partie inférieure du microscope; comparez la Fig. 26, p. 665.

³⁾ Comparez, pour le calcul de l'épaisseur de la lentille, la p. 561.

⁴⁾ Voir la p. 287.

⁵⁾ En supposant égaux les angles $\beta D\gamma$ et $BD\lambda$, Huygens applique le lemme 3 de la p. 561.

⁶⁾ Le rayon ND se dirigera après la réfraction vers le point λ , par suite de l'aberration sphé-

$ds \propto \frac{7}{6} \frac{\theta^2 x \omega}{yy}$ in $x-y$ Sed $x-y \propto \frac{qy}{d}$; $y \propto \frac{dx}{q+d}$ et $x \propto \frac{qy+dy}{d}$. Ex ampli-
ficatione data, eodem calculo qui pag. 90⁷⁾. Unde PN seu $\frac{xy}{x-y} \propto \frac{dx}{q} \propto \frac{qy+dy}{q}$.

$$s \propto \frac{7}{6} \frac{\theta^2 x \omega}{yy^2}; \theta^3 \propto \frac{6}{7} \frac{qsy^2}{x\omega} \text{ vel } \frac{6}{7} \frac{qsd^2}{\omega q + \omega d} \text{ quia } x \propto \frac{qy+dy}{d}$$

PN ($\frac{xy}{x-y}$) ad NE (d) ut $\frac{dx}{q}$ ad d ut x ad q
BX (h) ad DP $\propto \theta$ ($\frac{y^3 \cdot 6qs}{7\omega x}$) } compone rationes ¹⁰⁾

hx ad $\frac{qy^3 \cdot 6qs}{\omega \cdot 7x}$ ut ω ad ω ($\frac{7}{6} g$ ¹¹⁾), claritas data

$$y \propto \frac{hx^3 \cdot 7gx}{q^3 \cdot 6qs} \propto \frac{dx}{q+d}; x \propto \frac{6d^3q^4s}{7g \text{ in } h^3 \text{ cub. } q+d}; \text{ sed } y \propto \frac{dx}{q+d}. \text{ Ergo } y \propto \frac{6d^4q^4s}{7g \cdot h^3 \text{ quadr. } q+d} \text{ vel } y \propto \frac{6d^4s}{7g \cdot h^3 \text{ qu. } q+d}, \text{ quo minor } q, \text{ hoc est}$$

quo major ampliatio, eo minor fiet y .

$$s \propto \frac{1}{84} \text{ } ^{12)}$$

$$\text{PN } (7) \text{ ad NE } (2) \text{ } ^{13)}$$

$$\text{BX } \propto h \left(\frac{1}{20} \right) \text{ ad DP } \propto \theta \left(\frac{1}{20} \right)$$

rique; réciproquement λD ira par DN. Si donc DK représente la route du rayon BD, on aura $BD\lambda = NDK$ en vertu de la Prop. VI, p. 475.

⁷⁾ Voir le § 21 à la p. 665. C'est donc la distance BP de l'objet à la lentille qui est représentée par x .

⁸⁾ Puisque NDK est pris pour l'angle d'aberration; consultez les notes 1, p. 540, et 6, p. 562. ω est toujours la distance de la vision distincte évaluée à 8 pouces; voir la p. 529.

⁹⁾ En appliquant cette formule au microscope étalon (p. 549), on a $\theta = \frac{1}{20}$, $x = \frac{7}{9}$, $y = \frac{7}{10}$.

$q = \frac{2}{9}$ (p. 667); donc $s = \frac{1}{84}$.

¹⁰⁾ Comparez, quant au calcul présent qui se rapporte à la clarté, le § 21 à la p. 666.

¹¹⁾ Voir la ligne 12 d'en bas à la p. 581.

¹²⁾ Voir la note 9.

¹³⁾ Calcul qui se rapporte à la clarté et dans lequel il s'agit de trouver la valeur de g pour le microscope étalon; comparez la p. 583.



$$7 \text{ ad } 2 \text{ ut } \frac{1}{\omega} \text{ ad } \frac{1}{g} \left(\frac{1}{7} \right); g \propto \frac{64}{343}; 7g \propto \frac{64}{49}; 7gh^3 \propto \frac{64}{392000}.$$

Sit $d \propto 1$. $q \propto \frac{1}{9}$ ut sit dupla ampliatio ejus quæ in nostro. fit $y \propto \frac{7}{160}$ ut in disquisitione pag. 163 diopt. ¹⁾.

$d \propto 2$; $q \propto \frac{1}{9}$; $y \propto \frac{29376}{551124}$ ²⁾ proximè; $y \propto \frac{1}{19}$ aut paulillo major. Sed in altera inquisitione fiebat $\frac{1}{23}$ circiter ³⁾; PN $\propto \frac{qy + dy}{q} \propto 1$ ⁴⁾; NE $\propto 2$; PE \propto poll. 3 proximè ⁵⁾.

§ 24 ⁶⁾.

$$\text{Erat } y \propto \frac{6d^4q^4s}{7gh^3qq} \text{ ad } d+q. \text{ Sit } d+q \propto p; y \propto \frac{6d^4q^4s}{7gh^3p^4}.$$

Si fit datum microscopium, dataque ejus amplificatio ad apparentiam quæ nudo oculo ex distantia 8 pollicum, ut ω five 8 ad q . Item data foci distantia lentis ocularis $\propto d$; et foci distantia lentis inferioris $\propto y$. Velim vero aliud componere microscopium æque distinctæ visionis, et æque clarum; sed quod habeat lentis ocularis

¹⁾ Voir la p. 573, au bas.

²⁾ En vérité on trouve $\frac{7000}{130321} = \frac{1}{18,617}$.

³⁾ C'est-à-dire dans celle qui précède immédiatement, où $y = \frac{7}{160}$.

⁴⁾ Plus précisément PN = $\frac{7000}{6859}$.

⁵⁾ C'est la longueur du microscope, entre les deux lentilles.

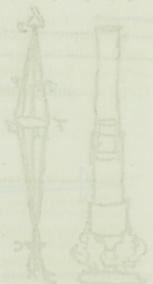
⁶⁾ Ce paragraphe est emprunté à la p. 94 du Manuscrit H.

⁷⁾ On aura donc $z = \frac{6m^4q^4s}{7gh^3u^4}$ et, par suite, $\left(\frac{dq}{p}\right)^4 : \left(\frac{mn}{u}\right)^4 = y : z$.

⁸⁾ En posant PO = y , PB = x on aura, d'après les calculs du § 21 (p. 665), $x = \frac{qy + dy}{d} = \frac{py}{d}$; on aura donc dans le cas du second microscope PB = $\frac{uz}{m}$.

⁹⁾ La phrase est inachevée.

foci distantiam m , amplifcet vero secundum rationem ω ad n . Invenitur in eo foci distantia lentis inferioris priori similis, quam distantiam vocabo z ⁷⁾, ponendo $d + q \propto p$ et $m + n \propto u$ et faciendo ut sicut qu. $\frac{dq}{p}$ ad qu. $\frac{mn}{u}$ ita sit y foci dist. ad aliam; ea enim erit quæ sita z , five PO in invento microscopio. Sicut autem m ad u ita erit PO $\propto z$ ad PB $\propto \frac{uz}{m}$ distantiam rei visæ debitam ⁸⁾. Et ut n ad m ita PB $\propto \frac{uz}{m}$ ad PN $\frac{uz}{n}$. Ac proinde tota distantia inter utramque lentem PE $\propto \frac{uz}{n} + m$. Harum ratio est quod $\frac{uz}{n}$ ad $\frac{uz}{n} + m$ [feu] m ad $m + \frac{mm}{uz}$ [feu] m ad $m + \frac{mm}{uz}$. Erunt diverfæ ⁹⁾.





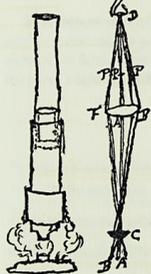
APPENDICE X

À LA TROISIÈME PARTIE DE LA DIOPTRIQUE „DE TELESCOPIIS ET MICROSCOPIIS”.

[1654—1692.]

[Varia sur les microscopes.]¹⁾

[Fig. 1.] [Fig. 2.]



§ 1²⁾.

[1654.]

Figura microscopij cum duabus lentibus convexis.

Objecta A, B, sunt paulo ultrà centrum utionis lenticulæ C. à Cad lentem F omnes radij tendentes nondum coerunt, sed juvante lente F coeunt in P, et ibi decussati perveniunt ad oculum D qui postus est in eo puncto ubi coeunt radij venientes à C per lentem F³⁾.

¹⁾ Sous cette suscription nous avons réuni quelques pièces qui se rapportent aux microscopes. Nous les avons arrangées chronologiquement, chaque pièce constituant un paragraphe de l'Appendice présent.

²⁾ Ce paragraphe, emprunté aux p. 90—91 du Manuscrit N^o. 17 (voir la p. 4 du T. XI), contient la description détaillée d'un microscope, qui, probablement, était un de ceux qui vers

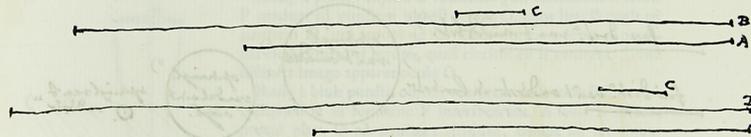
[Fig. 3.] *Latitudo foraminis ubi oculus applicatur.*

[Fig. 4.] *læs convexa aequalitè utrius⁴⁾*

[Fig. 5.] *læs convexa et alabtra parte plana.*

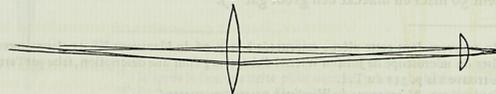
A distantia oculi à convexi majoris inferiori parte.
B distantia inferioris partis convexi majoris ab inferior [i] parte convexi minoris.
C distantia minoris convexi ab objecto.

[Fig. 6.]



hac positione majora ostendebat quam priori fed et obscuriora paulo.

[Fig. 7.]



1654 et 1655 furent fabriqués par les frères Huygens et dont il est question pour la première fois dans la lettre du 26 févr. 1655 de leur père à A. Colvius (p. 318 du T. I) et ensuite aux pp. 321, 322 et 412 du T. I et de même aux pp. 95, 105 et 110 du T. II.

³⁾ Consultez sur cette position de l'oeil la p. 197. Remarquons d'ailleurs que l'arrangement des lentilles dans ce microscope diffère beaucoup de celui auquel Huygens s'est arrêté plus tard et qu'on trouve décrit à la Prop. XII, Part. III, p. 527; comparez à ce propos les figures 34 et 35 de la p. 527 avec la Fig. 7 où l'on peut suivre à volonté le cours des rayons partant d'un point donné de l'objet et celui des rayons qui se croissent à un point donné de l'objectif.

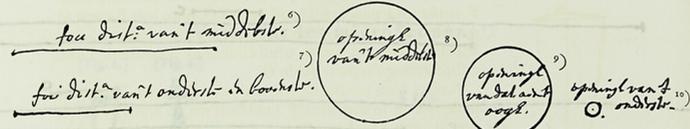
⁴⁾ On distingue encore, dans le manuscrit, les centres des deux surfaces de cette lentille, d'où il paraît que leurs rayons mesuraient 69 m.M.

§ 2¹⁾.

[1645.]

Vergrootglas van Wifelius met 3 convexe glafen²⁾.

Et objecte van't onderste glas.³⁾ uwing, conuexum.
2 maal dit is tuschen Et' onderst in middelste glas.⁴⁾ plane convex.
van't middelste tot het glas aen't oogt. even getijck Et' onderst.⁵⁾



Al de glafen in een zelfde schotel geslepen. diens radius een duym langh. Was onder mer een platte kaertpapiere schroef om af en aen te setten. Vergroot ontrent 56 maal en maect een groot gat¹¹⁾.

¹⁾ On trouvera dans cette pièce, empruntée à la p. 96 du Manuscrit N^o. 17, les mesures précises du microscope de Johann Wiessel d'Augsburg dont une description, faite par l'artisan, se trouve à la p. 310 du T. I.

²⁾ Traduction: „Microscope de Wiselius à 3 verres convexes.”

³⁾ Distance de l'objet au verre inférieur.

⁴⁾ Deux fois cette ligne est la distance du verre inférieur au verre intermédiaire.

⁵⁾ Distance du verre intermédiaire à celui qui se trouve près de l'œil, qui est égal au verre inférieur.

⁶⁾ Distance focale du verre intermédiaire.

⁷⁾ Distance focale du verre inférieur et du verre supérieur.

⁸⁾ Ouverture du verre intermédiaire.

⁹⁾ Ouverture de celui qui se trouve près de l'œil.

¹⁰⁾ Ouverture du verre inférieur.

¹¹⁾ Tous les verres sont taillés dans le même moule dont le rayon était d'un pouce [de 2,616 cm]. On trouvait en bas une vis de carton [sic] pour éloigner et rapprocher. Grossit environ 56 fois et fait un grand trou [sic].

§ 3.

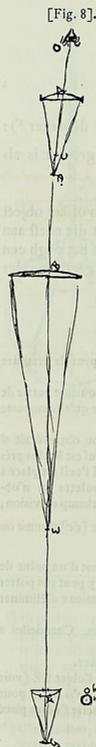
[1678.]¹²⁾

Microscopium ex 3 lentibus¹³⁾ optimæ notæ. in quo nullæ maculæ lentium apparent. magna que est apertura.

D [Fig. 8]¹⁴⁾ focus lentis A. E focus lentis B. G paulo ultra focum lentis F. O paulo citra focum lentis A.

Radij a puncto objecti G venientes post refractionem lentis F tendunt ad punctum ubi est oculus O. quos lens B cogit ad punctum D, vel myopi ad C. Unde rursus a lente A paralleli efficiuntur; vel myopi, quasi circiter ex B venient. Unde distincta imago apparet oculo O.

Radij a binis punctis objecti venientes ad lentem B feruntur postquam se in foramine F interfecerunt. A lente B inflexi, procul ultra O ad punctum tendunt, nempe ad terminum tertie proportionalis duabus FE, FB¹⁵⁾. Sed occurrentes lenti A, inde coguntur ad punctum oculi O¹⁶⁾. Unde tota lens A imagine objecti plena apparet¹⁷⁾.



¹²⁾ D'après le lieu que cette pièce occupe, p. 113 du Manuscrit E.

¹³⁾ On peut consulter sur d'autres microscopes à 3 verres le § 2 qui précède et les pp. 412 du T. I, 264 du T. IV et 212 du T. VIII.

¹⁴⁾ Sans doute la figure a été dessinée par Huygens de manière à reproduire à leur vraie grandeur les dimensions du microscope en question; mais, afin de pouvoir imprimer la figure dans le texte, nous l'avons réduite à la moitié.

¹⁵⁾ Voir la Prop. XX, Liv. I, Part. I, p. 99.

¹⁶⁾ Le point O où l'œil est placé n'est donc autre que l'image du point de l'axe où se trouve l'objectif F après les réfractions par les deux lentilles B et A.

¹⁷⁾ On peut consulter sur cette position de l'œil la note 1, p. 196. Les propositions qu'on y trouve citées en dernier lieu sont les Prop. III (p. 455) et XII (p. 527).

§ 4 ').

[1678.]

Der bolletjes opening nae 't object moet omtrent sijn $\frac{1}{5}$ van haer diameter ²⁾: d'opening nae 't oogh omtrent een halve diameter, al wat dese grooter is als $\frac{1}{5}$, dat en maect niet dat meer seffens gesien wordt.

De vergrootingh door een bolletje is maer weijnigh meerder dan of het object sonder bolletje stondt daer de superficie defzelfs te vooren stondt die naeft aan 't oogh is. sijnde d'eene vergrooting tot d'ander als 4 tegen 3, als het oogh een diameter van 't bolletje daer af staet ³⁾. Naerder komende fal men geen meerder

²⁾ La pièce présente se trouve aux pp. 114 et 118 du Manuscrit E. On peut la traduire comme suit:

„L'ouverture des boulettes tournée vers l'objet doit être environ la cinquième partie de leur diamètre ²⁾: celle du côté de l'oeil environ un demi-diamètre. Tout ce qu'elle surpasse la cinquième partie ne contribue pas à agrandir le champ de vision.

Le grossissement par une boulette n'excède que de très peu celui qu'on obtiendrait si l'objet, sans boulette, fût placé là où se trouvait la surface de la boulette, qui est le plus près de l'oeil. En effet, le premier grossissement est au second comme 4 : 3 ³⁾, si l'oeil est placé à une distance de la boulette égale au diamètre. En s'approchant de la boulette on n'obtiendra pas un grossissement plus fort ⁴⁾, mais l'ouverture, c'est-à-dire le champ de vision, sera bien un peu plus étendue, en supposant que le trou reste $\frac{1}{5}$ d'un pouce [sic] comme on a dit.

L'ouverture étant telle qu'on a dit, déjà beaucoup de rayons, qui viennent d'un point de l'objet, s'égarer. Et le rétrécissement de l'ouverture du côté de l'oeil n'y peut pas porter remède, mais bien le rétrécissement de celle du côté de l'objet. Mais il est mieux d'éliminer les faux rayons en regardant par un tube vide, noirci à l'intérieur ⁵⁾.

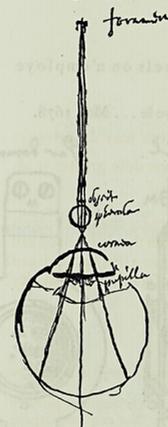
Noir de fumée au feu. De même pour noircir l'intérieur des tubes. Chandelles à camphre”.

²⁾ Comparez la p. 68 du T. VIII, où la même mesure est indiquée par Hartsoeker.

³⁾ En effet, d'après ce qui est exposé dans l'alinéa qui commence à la p. 517, l'objet CE (voir la fig. 31 de cette p. 517) est vu à travers la boulette en même grandeur qu'il aurait pour un oeil nu placé au point K, et cette grandeur est donc à celle sous laquelle l'objet placé en A serait vu du point L comme AL à KC, c'est-à-dire comme 4 à 3.

⁴⁾ D'après la Prop. XIII, Liv. II, Part. I, p. 233.

[Fig. 9.]



vergrooting verkrijgen ⁴⁾, maer wel wat grootere opening of campo; blijvende het gaetje van $\frac{1}{5}$ duijm als gefeght is.

d'openinghe sijnde als gefeght is soo loopen al veel radij valsch van die uit een punctum objecti komen, en het verminderen van d'openingh nae 't oogh en kan dat niet helpen, maer wel van die naer 't object, doch het is beter de valsche radij te befoeijen met het sien door een leeghe buis van binnen swart ⁵⁾.

Swartfel in 't vier. Idem om buijfen van binnen te swarten. Campher keersfen.

foramen quantumvis exiguum eundem campum aperit ⁶⁾.

⁵⁾ Consultez sur la manière dont le tube est appliqué la figure à côté. Comme on le voit, la lumière passe par le tube avant d'atteindre l'objet transparent, qu'elle parcourt sans que le parallélisme des rayons soit sensiblement dérangé, pour traverser ensuite la boulette et entrer dans l'oeil. Vers le même temps, car les figures se suivent de très près au Manuscrit E, Huygens inventa un autre artifice représenté au § 5 qui suit, où l'on voit comment, à l'aide d'une lentille, la lumière d'une chandelle placée à quelque distance est concentrée sur l'objet par lequel elle passe avant d'entrer dans la boulette.

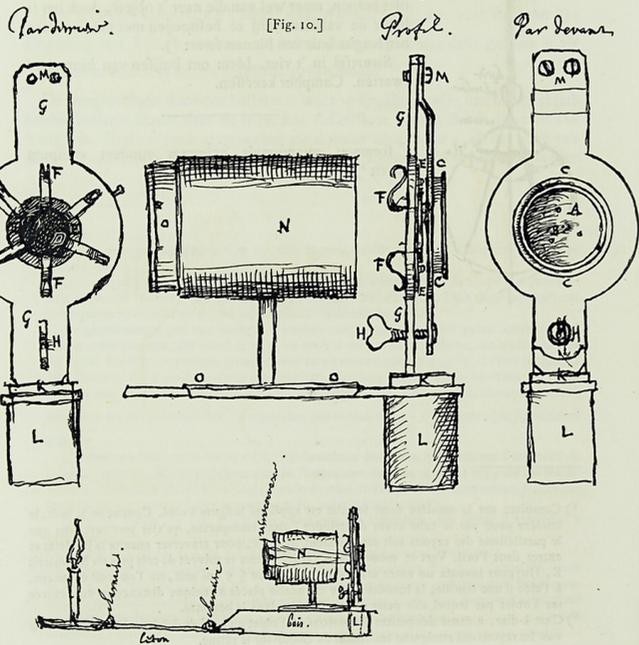
⁶⁾ C'est-à-dire, à cause des petites dimensions de l'objet qu'on doit éclairer. Dans la figure on voit les rayons qui atteignent les limites du champ sur la rétine.

§ 5¹⁾.

1678.

Machine pour les Microscopes dans lesquels on n'emploie qu'une petite boule de verre.

Inventé a la Haye le ... Maj. 1678.



§ 6.

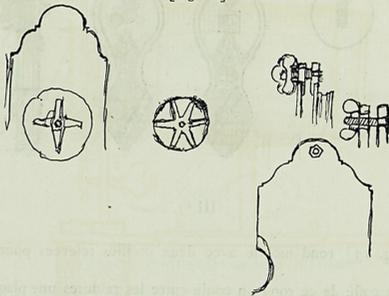
[1678.]

[Détails sur les microscopes employés en 1678.]

I²⁾.

ajouter des pièces. vis de fer, platine et goupille. goupille de fer. forcer. plaques parallèles et un peu plus écartées.

[Fig. 11.]



Reffort en estoile de c[uivre]. Sur une platine ronde. Un efcrou pour bander ce reffort.

Echancrures des deux costez.

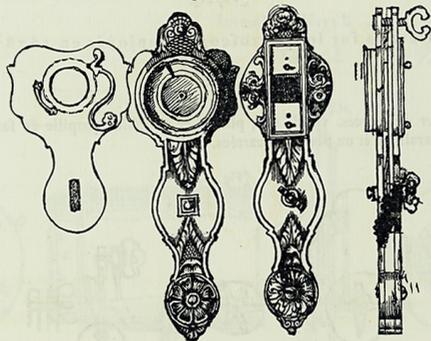
Ouvrir le trou vis a vis du centre du reffort en estoile. afin de pouvoir oster la roue.

¹⁾ La pièce est empruntée à la p. 119 du Manuscrit E.

²⁾ Cette annotation se rencontre à la p. 149 du Manuscrit E.

II¹⁾.

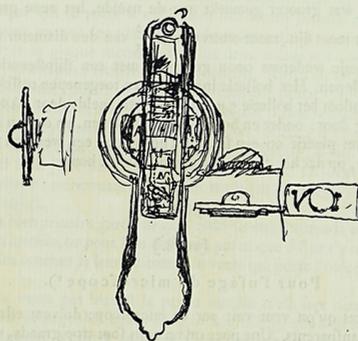
[Fig. 12.]

III²⁾.

AA [Fig. 13] rond mobile avec deux oreilles releves pour le pouvoir remuer.
de l'autre costè de ce rond on coule entre les rainures une plaque mince de cette forme sur laquelle on attache le verre qui porte l'objet. lequel verre est tournè du costè de la lentille.
afin que la plaque ronde AA se puisse mouvoir en tout sens, elle est tenue et

¹⁾ Le dessin est emprunté à la p. 161 du Manuscrit E. La même page en contient un autre qu'il n'est pas nécessaire de reproduire parce qu'on le trouvera vis-à-vis de la p. 113 du T. VIII, qui en contient l'explication.
²⁾ La pièce est empruntée à la p. 163 du Manuscrit E.

[Fig. 13.]



pressée par 2 ressorts NN, attachez en dedans a la pièce BB qui fait le derriere du microscope. D est la vis qui joint cette piece a l'autre de devant.

R est la vis qui approche et recule ces 2 pieces pour mettre l'object à fa due distance.

§ 7³⁾.

[1678.]

manier om de glaese bolletjes in te setten.

dun koper gegloeyt gesneden 2 vierkanten aen malkander. op hout met een houten hamertie plat geklopt. met een naelde een gaetje geklopt in 't eene vierkantie, van binnen naer buyten, dan het plaetje toegeklopt, en door 't gemaecte

³⁾ La pièce est empruntée à la p. 127 du Manuscrit E. et doit dater de 1678 d'après le lieu qu'elle occupe. On peut la comparer à la description plus succincte de la p. 521. En voici la traduction:

Manière d'enchâsser les boulettes de verre.

Rougissez au feu du cuivre mince. Coupez deux carrés attachés l'un à l'autre et aplatissez les sur du bois avec un petit marteau en bois. Frappez à l'aide d'une aiguille un petit trou

gaetje het ander een weynigh ingeklopt, dan de plaetjes half open gebogen en 't laetste gaetje wat grooter gemaekt met de naelde. het eene gaetje dat naer 't object gekeert moet sijn, moet omtrent maer $\frac{2}{5}$ van den diameter van 't bolletje sijn. dan 't plaetje wederom open gebogen. met een slijpsteentie rondom de gaetjes dun geselepen. Het bolletje ingeleght, en toegenepen tusschen een handschroef. dan rondom het bolletje 3 gaetjes met een naelde door 't koper gesteken, en spellen daer door: onder en boven kort afgesneden, en op een aanbeeltie geklonken. dan het plaetje op een seemleer geleght in een weynigh rond uytgefet nae d'eene syde, op dat het glaefje dicht aen 't object kome.

§ 8 2).

[1678.]

Pour l'usage du microscope 2).

1. les objects qu'on veut voir par ce microscope doivent estre tres petits et aucunement transparents. Une puce ou un pous font trop grands, et mesme presque les mites du fromage.

2. les objects propres 3) sont les petits animaux qui vienent dans l'eau ou l'on aura laisser tremper du poivre par 5 ou 6 jours. les poudres jaunes qu'on trouve dans presque toutes les fleurs. la poudre qui couvre les ailes des papillons blancs. des brins de cheveux de laine, foye, eponge. plumes.

dans l'un des deux carrés, du dedans au dehors. Repliez ensuite la lame en deux à coups de marteau, et enfoncez un peu, à travers le trou que l'on a fait, l'autre moitié de la lame. Écartez ensuite les deux parties de la lame d'un angle droit et agrandissez un peu le dernier trou avec l'aiguille. Celui des trous qui doit être tourné vers l'objet doit avoir pour diamètre seulement environ les $\frac{2}{5}$ du diamètre de la boulette. Puis dépliez de nouveau la lame.

Amincissez le cuivre autour des deux trous avec une petite pierre à aiguiser. Mettez la boulette en place entre les trous et serrez fortement les deux parties de la lame l'une contre l'autre à l'aide d'une vis à main. Faites ensuite autour de la boulette trois petits trous dans le cuivre avec une aiguille et mettez dans ces trous des morceaux d'épingles dont on a coupé les deux bouts et rivez les sur une petite enclume. Placez la lame sur une pièce de cuir de chamois et donnez lui une forme légèrement convexe pour que la boulette puisse être approchée de l'objet de fort près.

1) La pièce est empruntée à la p. 178 du Manuscrit E. D'après le lien où elle se trouve elle doit dater de 1678.

2) Il s'agit sans doute d'un microscope à boulettes et probablement d'un de ceux à l'arrangement desquels Huygens, Römer et Hartsoeker avaient contribué (voir la p. 112 du T. VIII) et dont on trouve décrite à la p. 113 du T. VIII la forme à laquelle on s'était arrêté; voir la note 5 de la p. 521.

3. pour mettre un objet sur le verre qui est pour cela on fait sortir ce verre avec la plaque qui le porte à costé hors des autres plaques et il faut en mesme temps éloigner un peu les plaques par le moyen de la vis d'en haut, afin qu'en faisant rentrer la plaque mobile entre les deux autres ni l'objet ni le verre qui le porte ne viennent pas à froter contre la lentille. Apres qu'on a fait rentrer cette plaque mobile avec l'objet, il faut ôter le tambour percé 4), pour voir si l'objet est directement devant la lentille, et n'y étant pas, il faut remuer la plaque mobile jusqu'à ce qu'il s'y trouve vis à vis. Puis l'on remettra le tambour, et en regardant par le microscope on tournera doucement la vis 5) d'une main pour approcher l'objet à sa juste distance de la lentille, ce que l'on jugera par la représentation distincte. Et en remuant doucement la plaque mobile on verra les différentes parties de l'objet.

4. Il faut bien prendre garde de quel costé se doit tourner la vis pour approcher l'objet de la lentille, ou pour l'en éloigner, parce que si l'on s'y meprend, on court risque de faire toucher la lentille contre le verre qui porte l'objet, ce qui la blesse et la gâte.

5. l'on ne verra pas bien si la petite lentille n'est fort nette et pour le connoître il faut la regarder étant dans le microscope que l'on tournera contre le jour sans y mettre d'objet ou apres avoir détourné la plaque mobile qui porte le verre ou est l'objet, le tambour troué demeurant appliqué. s'il paroît alors des nuages à l'oeil, c'est que la lentille est sale, et il faut l'ôter avec le cercle qui la porte et l'essuyer des deux costez avec du chamois ou du linge blanc, mais le chamois vaut mieux. Lors qu'on remettra ce cercle au microscope il est bon que le verre ou est l'objet soit détourné hors des deux plaques, afin que la lentille ne vienne point à toucher à ce verre ou à la feuille de talc qui le couvre lors qu'on pressera sur le cercle de la lentille pour le faire entrer.

6. En regardant par le microscope il faut approcher l'oeil le plus pres qu'on peut, parce que cela fait voir plus de parties de l'objet à la fois.

Il vaut beaucoup mieux de regarder contre une fenestre ouverte qu'à travers les vitres qui ôtent beaucoup de la clarté du jour.

7. L'on fait glisser plus ou moins doucement la plaque mobile par le moyen du petit rond ou il y a un petit bouton dessus pour le pouvoir tourner.

3) Comparez sur ces objets les p. 523—527.

4) C'est le disque C de la Fig. de la p. 99 du T. VIII, qu'on retrouve dans la Fig. 2 de la p. 113 du T. VIII; mais dans cette dernière figure le tambour est percé par un grand trou X, ce qui permet de voir si l'objet se trouve devant la lentille sans enlever le tambour. Plus tard Huygens a remplacé ce tambour par les deux „platinés carrées” de la Fig. de la p. 123 du T. VIII.

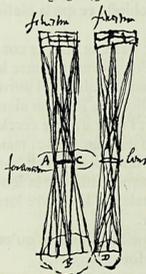
5) La vis M de la p. 113 du T. VIII.

§ 9¹⁾.[1684.]²⁾

Maniere d'éclairer les objets au microscope composé tant au jour qu'à la chandelle par le moyen d'un planoconvex³⁾, ayant la convexité un tiers de circonférence et de matière claire. raison pourquoy il eclaire si bien, que la grandeur n'importe guère. On pourrait le faire hyperbolique ou a peu pres⁴⁾.

Maniere d'éclairer l'objet au microscope simple, avec un petit convexe au trou qui admet la lumiere⁵⁾; pourquoy et combien cela eclaire plus pendant le jour que le simple jour de la fenestre éloignée. autre raison dans cette figure a costé. que c'est d'autant plus que ce trou est plus grand que l'image de la fenestre qu'il forme à l'endroit de l'objet. Et le soir d'autant que le mesme trou est plus grand que l'image de la chandelle qui se forme sur l'objet; et cette difference estant grande, on apperçoit icy un plus grand accroissement de clarté.

[Fig. 14.]



Per foramen AC quadruplum spatium illustratur eadem quantitate lucis ac per lentem⁶⁾. Ergo quadruplo major obscuritas, sed tamen non in medio ubi objectum; si modo fenestra tam late patet ut impleat angulum ABC.

Sed hæc latitudo fenestræ non requiritur cum lens convexa in foramine collocatur, sed particula fenestræ sufficit.

quantum debeat esse foramen ratione distantia.

Oculi pupilla consideretur in B cum latitudine. Rurfus eadem in D, sed ibi latitudo nihil facit.

Objet attaché sur une feuille de talc.

¹⁾ Ce paragraphe se rapporte à la question de l'éclairage des objets sous le microscope simple et sous le microscope composé.

²⁾ D'après le lieu qu'il occupe, p. 186 du Manuscrit F.

³⁾ Comparez la Fig. 4 du § 2 de l'Appendice VIII, p. 624, où l'éclairage en question se fait par une lentille biconvexe et consultez en outre le § 12, p. 694 qui suit.

⁴⁾ Pour concentrer d'autant mieux la lumière. Consultez p. e. la p. 331.

⁵⁾ Comparez la p. 521, et surtout la note 6 de cette page.

⁶⁾ C'est-à-dire dans le cas spécial représenté par les deux figures.

[Fig. 15.]



[Fig. 16.]

§ 10⁷⁾.[1684.]⁸⁾

Incommodum quod tam subtile diffrimen distantia in maxima amplificatione, ut cum jacentis pili supremam superficiem distincte conspicis⁹⁾ media quod circa latera est obtuse sese offerat. hoc etiam summum illud augmentum expetere vetat.

La lentille de double foyer d'une autre souffre double diametre d'ouverture¹⁰⁾. Ergo recoit autant de rayons de chaque point de l'objet. faites la mesme etendue de l'image de l'objet au fond de l'oeil, cet objet paroitra également clair avec une mesme grandeur. mais il faudra environ le mesme oculaire¹¹⁾ et pour cela l'aberration de laquelle il

⁷⁾ Ce paragraphe traite l'inconvénient qui se montre dans les grossissements très forts et qui consiste en ce que la couche de l'objet qu'on voit d'une manière distincte par le microscope devient extrêmement mince. La cause en est montrée dans les figures où DE représente l'épaisseur de l'objet et PR et TV la distance des images de D et E. E telles qu'elles sont formées par les objectifs C et K. À cet égard Huygens compare deux microscopes différents choisis de manière que les distances focales des objectifs sont dans le rapport de 1 à 2. Consultez encore sur le même inconvénient les lettres au frère Constantijn du 6 avril et du 11 mai 1668, aux pp. 206 et 213 du T. VI, et la note 3 de la p. 543 du Tome présent.

⁸⁾ D'après le lieu que le texte occupe, p. 186 et 187 du Manuscrit F.

⁹⁾ Leçon alternative: „acute cernis”.

¹⁰⁾ Voir le § 2 de l'Appendice VIII à la p. 625. Mais la conclusion n'est juste que dans le cas du microscope simple et nous montrerons dans la note 3 de la p. 688 qui suit que les aberrations chromatique et sphérique sont plus grandes dans le microscope le plus long.

¹¹⁾ La distance focale des oculaires doit être absolument égale dans les deux cas; cela résulte des calculs qu'on trouve vers la fin de ce paragraphe et plus facilement encore par la Prop. XII à la p. 529, d'après laquelle, en repré-

s'agit fera aussi égale, puisque VT, PR font fort pres égales ¹⁾, donc il n'y a rien a gagner pour avoir une distinction avec profondeur. si ce n'est que les lentilles objectives font plus parfaitement formées étant plus grandes.

Il y aurait même a perdre quelque peu, parce que KN doit être double icy de CM pour faire NG ∞ MH et pourtant VN est égale à PM, mais en recompense l'oeil en Z verra plus grand un peu qu'en X, parce que ZN fera plus courte que XM.

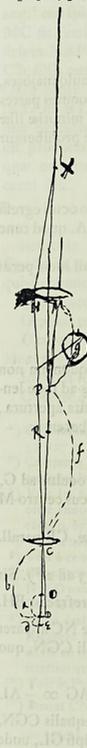
Je trouve que l'un recompense justement l'autre ²⁾. C'est a dire qu'en prenant les oculaires N et M de même foyer, la multiplication fera la même, et même avantage pour la différence des distances DE ³⁾. Ergo il y a l'avantage entier de ce que les grandes lentilles se travaillent mieux et se font plus parfaites que les petites.

$$\begin{aligned}
 &DO(a) \text{ ad } DC(b) \text{ ut } DC(b) \text{ ad } DP \left(\frac{bb}{a}\right) \\
 &EO(a+d) \text{ ad } EC(d+b) \text{ ut } EC(d+b) \text{ ad } ER \left(\frac{dd+2db+bb}{d+a}\right) \\
 &DE \frac{d}{d+a} \\
 &DR \frac{2db+bb-ad}{d+a} \\
 &\text{ex } DP \frac{bb}{a} \\
 &RP \frac{d^2b-2dba+aad}{ad+aa} \\
 &[DQ \infty 2a, DK \infty 2b] \\
 &TV \frac{2bbd-4adb+2aad}{ad+2aa} \parallel \frac{d^2b-2dba+aad}{ad+aa} \text{ PR} \\
 &2bbd-4adb+2aad+2bbda-4bdaa+2a^3d \parallel \frac{d^2b-2dba+aad}{ad+aa} + \frac{2adb-4aadb+2a^3d}{ad+aa}
 \end{aligned}$$

sentant par $\frac{CP}{PM} \times \frac{a}{DC}$ la distance de la vue distincte, le grossissement du premier microscope sera mesuré par $\frac{CP}{PM} \times \frac{a}{DC}$ et celui du deuxième par $\frac{KV}{VN} \times \frac{a}{DR}$; or, puisqu'on a $KV = 2CP$ et $DK = 2DC$ l'égalité du grossissement exige $VN = PM$.

¹⁾ Voir les calculs.
²⁾ Voir les derniers calculs de ce paragraphe.
³⁾ En vérité VT est un peu plus grande que RP puisqu'on a, d'après les calculs qui suivent, $TV - PR = (a-b)^2 d^2 : a(d+2a)(d+a)$; il y a donc un désavantage très léger du côté du microscope plus long. De plus, dans ce microscope, l'angle de l'aberration chromatique sera à peu près doublé, comme cela résulte facilement de sa valeur approximative qu'on trouve dans la note 4, p. 554, et de même par l'application de la formule $\frac{\delta a}{c} + \frac{\delta c}{b}$ du § 3 de l'Appendice VIII (p. 626), où l'on a, en se rapportant à la Fig. 15, $a = DC, c = CP, b = PM$. Dans cette formule δ représente le même angle pour les deux microscopes, le rapport

[Fig. 15.]



[Fig. 16.]



hæc proximè æqualia quia si dividiffem per d , fuiffent utrobique æqualia in quibus nullum amplius d . Reliqua vero horum respectu infinite parva quia ducta in d unum, quod infinite parvum respectu a et b .

posita $NV \infty MP$, et $VK \infty 2PC$ quænam erit proport. ZN ad XM .

$$\left[\begin{array}{l}
 [CP] f \text{ ad } [CM] f + g \text{ ut } [CM] f + g \\
 \text{ad } \frac{ff + 2fg + gg}{f} CX \text{ *)} \\
 \frac{f + g}{f} CM \\
 \frac{fg + gg}{f} MX
 \end{array} \right] \text{ [ubt.]}$$

$$\begin{aligned}
 [KV \infty 2f; VN \infty g] & \frac{2fg + gg}{2f} NZ \text{ *)} \\
 NZ \text{ ad } MX & \text{ ut } 2f + g \text{ ad } 2f + 2g
 \end{aligned}$$

ijfdem positis, quænam erit ratio NG ad MH ?
 fit $MH \infty LCM (f+g)$ ad $MH (l)$ ut KN
 $(2f+g)$ ad $2NG \left(\frac{2fl+gl}{f+g}\right)$ hujus cape dimid.

quia $\angle NKG \infty \frac{1}{2} MCH$.
 $GN \left(\frac{2fl+gl}{2f+2g}\right)$ ad $MH (l)$ ut $2f+g$ ad $2f+2g$,
 + $2g$, même raifon ⁶⁾.

de $DC:CP$ ne change pas, mais celui de CP à PM est double dans le microscope plus long. Enfin on voit, à l'aide de la formule déduite dans la note 5 de la p. 562, que de même l'aberration sphérique y est à peu près doublée.

⁴⁾ Puisque le point X correspond au point C par rapport à la lentille HM.
⁵⁾ Nous supprimons les calculs qui ont amené ce résultat. Ils sont conformes à ceux qui ont donné MX.
⁶⁾ Huygens veut dire que, puisque $GN:MH = NZ:MX$, il en résulte l'égalité des angles GZN et HXM , c'est-à-dire l'égalité des grandeurs apparentes d'un même objet placé successivement aux points D dans les deux microscopes, dont, par conséquent, les grossissements sont égaux.