$y \infty a$; ſic demum conveniet focus ſpeculi cum foco ſuperficiei DF [1]).

$$\frac{ay}{3a-y} \infty a;\ y \infty \frac{3}{2}a. \quad \frac{ay}{3a-y} \infty \frac{16}{30}a;\ y \infty \frac{24}{23}a.$$

[Fig. 4.]

[Cinquième Partie].

1691. Maj.

Data ſpeculi ſuperficie ſphærica cava DF, et craſſitudine DE, invenire ſuperficiem EG, ut concurſus parallelorum principalis incidat in concurſum reflexorum a ſuperficie DF. fit NE rad. ſuperf. EG prox. $\infty\, a + \frac{13}{9}b$.

rad. ſuperf. DF, AD ∞ a; rad. ſuperf. EG, NE ∞ d; ex proport. ref. $\frac{3}{2}$, AQ ∞ $2a$ [2]); craſſitudo ED ∞ b; EB ∞ x, B concurſus ante ſecundam refract.; QD ∞ $3a$.

$$\begin{array}{rl} d-b & \mathrm{DN} \\ a & \mathrm{DA} \\ \hline d-b-a & \mathrm{AN} \end{array}$$

QN $(3a-d+b)$ ad NB $(d-x)$ ut QE $(3a+b)$ ad EB(x) nam QE ad EB ut QG ad GB quia arcus EG hic ponitur minimus, ad quærendos focos.

$$3ax - dx + bx \infty 3ad - 3ax + bd - bx$$

$$x \infty \frac{3ad+bd}{6a+2b-d}$$

BQ $(3a+b-x)$ ad BA $(a+b-x)$ ut BD $(x-b)$ ad BC [3]); C concurſus ultimus ſeu focus ſpeculi vitrei.

$$\left.\begin{array}{ll} \dfrac{ax+2bx-xx-ab-bb}{3a+b-x} & \mathrm{BC} \\ \text{ex} \quad x & \mathrm{BE} \end{array}\right\} \text{ſ[ubtr.]}$$

[1]) Puisqu'ainsi les deux surfaces se confondraient et qu'il est donc impossible d'obtenir dans la supposition choisie que les deux images coïncident sur l'axe, Huygens procède à déterminer le rayon de la surface extérieure dans d'autres suppositions sur la situation de l'image C.
[2]) Voir la Prop. X, Part. I, Liv. I, p. 39.
[3]) Voir la Prop. XII, Part. I, Liv. I, p. 41.

$$\frac{2ax-bx+ab+bb}{3a+b-x} \ \mathrm{EC} \ \text{reſtitue val. } x.$$

Ponitur C punctum concurſus a ſuperficie DF reflexorum, unde EC ∞ $\infty\, b + \frac{1}{2}a$

$$b + \frac{1}{2}a \infty \frac{6aad + 6aab - 2abd + 8abb - 2bbd + 2b^3}{18aa + 12ab - 6ad + 2bb - 2bd}$$

$$d \infty \frac{9a^3 + 18aab + 5abb}{9aa + 5ab} \infty a + \frac{13}{9}b - \frac{20}{81}\frac{bb}{a} \ ^{4)}$$

$$a + \frac{13}{9}b \text{ proximè } \infty d, \text{ ſive AN } \infty \frac{4}{9}b.$$

Conſervatur in hujuſmodi ſpeculis vitreis id quo ſpeculi metallici reflexio præſtabat in congregandis radijs parallelis comparatione lentis vitreæ [5]); ſed et præterea corrigitur defectus à diverſitate refractionum quæ a coloribus, unde aberratio multo major oriebatur [6]). Radij lucis bis tranſire debent ſpeculi craſſitudinem, cum lentem ſemel tantum. Unde in ſpeculis hujuſmodi plus de luce amittitur. ſed rurſus acquiritur lux quæ ex utraque ſuperficie lentis deperibat ob radios repercuſſos.

ut fiat KC ∞ $\frac{1}{30}a$, ſed ita ut C cadat inter K et D, erit d ſive NE rad. proximè $\frac{21}{22}a + \frac{16}{11}b$ [7]).

[4]) Ce résultat est obtenu en exécutant la division à-peu-près de la manière dont on le ferait maintenant; mais nous avons supprimé ce calcul.
[5]) Voir la note b, p. 131 du T. VII, où il est montré que l'aberration sphérique d'un miroir concave n'est que la $\frac{3}{28}^{\text{ième}}$ partie de celle d'une lentille planconvexe possédant la même distance focale et la même ouverture.
[6]) Comparez la p. 485 du Tome présent.
[7]) On trouve, mais d'une manière confuse, une partie des calculs qui ont amené ce résultat à la p. 73 du manuscrit dont nous nous servons ici. En voici le résumé: la condition formulée exige évidemment:

$$b + \frac{1}{2}a = \frac{6a^2d + 6a^2b - 2abd + 8ab^2 - 2b^2d + 2b^3}{18a^2 + 12ab - 6ad + 2b^2 - 2bd} + \frac{1}{30}a;$$

donc:

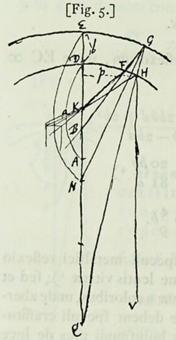
$$\left(b + \frac{7}{15}a\right)(18a^2 + 12ab - 6ad + 2b^2 - 2bd) = 6a^2d + 6a^2b - 2abd + 8ab^2 - 2b^2d + 2b^3$$

d'où l'on déduit:

$$126a^3 + 264a^2b + 74ab^2 = 132a^2d + 74\,abd$$

ce qui donne:

[Fig. 5.]



1691. Maj.

quia A et N proxima, (nam tantum diſtant $\frac{4}{9}$ ED) fit NQ fere dupla NG. unde ang. NGQ fere duplus NQG. Sed HGF eſt duplus NQG. Ergo HGF fere quadruplum NQG.

QD ($3a$) ad DH (p) ut DE ſive HG (b) ad $\frac{1}{4}$ HF$\left(\frac{bp}{3a}\right)$ [1])

DH ad DF [2]) ut p ad $p - \frac{4}{3}\frac{bp}{a}$

DH ad FH ut p ad $\frac{4}{3}\frac{bp}{a}$ ut $3a$ ad $4b$

[$a \infty 300$; $b \infty 1$]

[DH ad FH ut] 900 ad 4 ut 140 ad $\frac{560}{900} \infty \frac{28}{45}$ pr[ox.] $\frac{3}{5}$

[DH ad DF ut] 140 ad 140 $\frac{3}{5}$

$$d = \frac{63a^3 + 132a^2b + 37ab^2}{66a^2 + 37ab} = \frac{21}{22}a + \frac{709}{484}b + \ldots;$$

valeur qui ne diffère pas beaucoup de celle $\frac{21}{22}a + \frac{16}{11}b = \frac{21}{22}a + \frac{704}{484}b$, déduite par Huygens pour le même quotient.

[1]) $\frac{\mathrm{DH}}{\mathrm{QD}}$ est à-peu-près égal à l'angle NQG; $\frac{\mathrm{HF}}{\mathrm{HG}}$ à l'angle HGF, qui est quatre fois plus grand.

[2]) D'après le post-scriptum qui suit, Huygens croyait, mais à tort comme il l'indique dans ce post-scriptum, que ce rapport était égal à celui des grossissements des deux images. Il procède donc au calcul de ce rapport dans une certaine supposition sur les grandeurs relatives du rayon de courbure AD du miroir et de l'épaisseur ED du verre et trouve celui de 140 à 140$\frac{3}{5}$. Il semble en avoir conclu que les deux images ne se couvriraient point à cause de cette différence dans les grossissements et qu'il fallait donc abandonner le projet d'employer le verre pour la construction du miroir de la lunette catoptrique.

[3]) Voir la „deuxième Partie", p. 807.

[4]) Cette partie, qui n'appartient pas au post-scriptum et qui contient quelques remarques sur le télescope de Newton, doit être datée, comme les autres, de 1691.

[5]) Cette phrase fut biffée; mais plus tard Huygens annota „non delendum. sic etiam Newtonus computat ampliationem". En effet, Newton fait dépendre le grossissement du rapport de KN à DK, où K est le foyer commun du miroir concave et de l'oculaire (voir la p. 130 du T. VII ou la p. 4005 de l'article de Newton dans les Phil. Trans N°. 81 du 25 mars 1672). Or, ici Huygens supplée la démonstration qui manque chez Newton. À cet effet il con-

P. S. 1692 maj. 5.

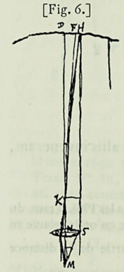
Putabam duas diverſas amplificationes hic futuras, propter angulum HKF, ſed fallebar; non enim putandus oculus poni in K. Sed radij HK, FK producti et lente oculari ad parallelifmum reducti, convenient in oculi fundo ad punctum unum, ac proinde non erunt rei viſæ imagines binæ.

Ergo optime ſuccedet conſtructio hujuſmodi Neutoniani teleſcopij.

Præcipua erit difficultas ut radius NE convexi exterioris ſit preciſe ∞ radio AD + $\frac{13}{9}$ DE craſſitudinis. Craſſitudo ponenda eſt quanta requiritur ne inviſibili flexu vitri figura falſa oriatur. alias craſſitudo temperari poſſet ad cognitos exacte convexi et cavi radios.

Videndum an tenuiores laminæ vitreæ expoliri poſſint, in quibus parum noceret diverſitas focorum; quæ $\infty \frac{1}{3}b$, ſi ſuperficies ſint concentricæ [3]). Deberent firmiores reddi, affixis orbibus marmoreis, dura maſtiche. gypſum expertus ſum, ſed fruſtratus expectatione. comparanda repercuſſio ſpeculi vitrei vel argenti vivi cum ſpeculo metallico, an multo fortior ſit? videtur mihi hydrargyrus totam lucem remittere.

[Fig. 6.]



debent radij cavitatis et convexi non multum differre magnitudine, quia alias colorum aberratio revertitur.

[SIXIÈME PARTIE.] [4])

Augmentum ut ang. SMN ad NKO ſeu DKH. hoc eſt ut DK ad NM ſeu KN [5]).

Ex Newtoni figura teleſcopij ſui [6]) videtur ad foci diſtantiam $6\frac{1}{3}$ digitorum [7]) (mihi 5 poll.) ponere diametrum aperturæ ſpeculi $1\frac{11}{12}$ pollicis [8]) ſeu fere 2 poll.

ſidère des rayons ayant la direction KH; puisqu'ils redeviennent parallèles entre eux après la réflexion par le miroir et le passage par l'oculaire, il suffit d'en suivre un seul pour lequel on peut choisir celui qui passe par le foyer K du miroir et qui sera donc rendu parallèle à l'axe après la réflexion pour prendre ensuite la direction SM avant d'entrer dans l'oeil, d'où il suit que le grossissement est, en effet, égal au rapport des angles DKH, ou OKN, et NMS, où NM = KN.

[6]) Voir la figure vis-à-vis de la p. 129 du T. VII.

[7]) Voir la deuxième ligne de la p. 130 du T. VII, ou la p. 4005 de l'article de Newton cité dans la note 5.

[8]) La dimension de l'ouverture n'est pas mentionnée, ni dans la Pièce N°. 1861, p. 129

Aperturæ ſpeculi rationem ſequentur quam inveneram in lentibus teleſcopij poſita aberratione ſola quæ figura ſphærica [1]) ſuperficierum.

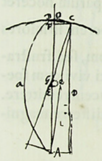
aberratio eſt $\frac{1}{2}$ profunditatis ſeu ſinus verſi. vid lib. H. pag. . . . [2])

§ 3 [3]).

[1692] [4]).

[Première Partie.]

[Fig. 7.]



rad, AB ∞ a; CF perp. AB. EB ∞ $\frac{1}{2}a$ [5]). GE ∞ e aberrat.; BF ∞q. GO ∞ GC. OF ∞ 2BF ∞ $2q$ prox. [6]); OE ∞ $\frac{1}{2}a+q$;

GC ∞ OG ∞ $\frac{1}{2}a+q-e$.

$$\mathrm{GA} \infty \tfrac{1}{2}a+q-e \;{}^{7)}$$

$$\overline{\phantom{GA \infty \tfrac{1}{2}a+q-e}}\;2$$

$$\mathrm{AO} \infty a+2q-2e \infty \mathrm{AB}+\mathrm{BO} \infty a+q$$

$$2e \infty q$$

$$e \infty \tfrac{1}{2}q \;{}^{8)}$$

In his teleſcopijs ergo erit ratio aperturarum eadem quam in aliis inveneram, ex tota aberratione propter figuram lentium ſphæricam [9]).

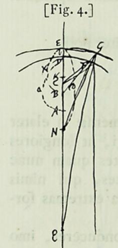
du T. VII (voir la note 1 de la p. 803), ni dans l'article de Newton dans les Phil. Trans. du 25 mars 1672; mais d'après les dimensions empruntées à la figure, telle qu'on la trouve au Manuscrit D, on voit qu'en effet ce diamètre égale environ la $\frac{2}{5}^{\text{ième}}$ partie de la distance focale.

[1]) Voir la règle de la p. 343 du Tome présent et comparez la première partie du § 3 qui suit.
[2]) Cette dernière annotation est de 1692; voir le § 3, première Partie.
[3]) Ce paragraphe est emprunté aux pp. 57, 58, 59 et 61 du Manuscrit H.
[4]) D'après le lieu qu'il occupe au Manuscrit H. On trouve, en effet, sur la p. 57 une annotation sur d'autres sujets, datée du 1 mai 1692.
[5]) E est le foyer du miroir.
[6]) Voir la Prop. II, Part. II, p. 275; CO est un arc de cercle de rayon GC.
[7]) GA = GC puisque ∠GCA = ∠ACD = ∠CAG.
[8]) Voir, pour une autre démonstration, datant de 1672, la note b de la p. 131 du T. VII.
[9]) Voir la règle de la p. 343 du Tome présent. Ajoutons que Newton s'est évidemment servi de

[Deuxième Partie.]

Quia difficillimum eſſet obſervare accurate menſuras radiorum a et d quæ inventæ ſunt pag. 74 lib. G [10]), quibuſque conveniunt in unum duo foci, volui hic quærere qua proportione rad. a et d fiat ut procul a ſe recedant focus uterque. qua ratione forſan non multum nocebunt. non duplicabunt ſed nonnihil nebulæ inducent.

[Fig. 4.]



vide lib. G, pag. 74. et quæ illic figuram [11]).

$$7b+\frac{1}{2}a \infty \frac{6aad+6aab-2abd}{18aa+12ab-6ad-2bd}\ \mathrm{EC}\ {}^{12)}$$

neglectis in quibus bb.

$$126aab-42abd+9a^3+6aab-3aad-abd \infty 6aad+ \\ +6aab-2abd$$

$$126ab+9aa \infty 41bd+9ad$$

$$d \infty \frac{126ab+9aa}{41b+9a} \infty a+\frac{85}{9}b \infty a+9\frac{4}{9}b$$

Sit a ∞ 12 ped. ut foci diſtantia ſit circiter 6 ped.; $b \infty \frac{1}{3}$ poll.

$d \infty \frac{4}{3}$ poll. + 12 ped. [13]), a ad d ut 144 ad $144\frac{4}{3}$ ut 432 ad 436 ut 108 ad 109.

la même règle pour calculer la table qu'on trouve à la p. 4033 de son article dans les Phil. Trans. N°. 82, du 22 avril 1672, intitulé, „Mr. Newtons Letter to the Publisher of March 26. 1672. containing some more suggestions about his New Telescope, and a Table of *Apertures* and *Charges* for the several *Lengths* of that Instrument".
[10]) Il s'agit de la „cinquième Partie" du § 2; on y trouve à la p. 811 la relation mentionnée, $d=a+\frac{13}{9}b$.
[11]) Nous avons reproduit ici cette figure.
[12]) Comparez la deuxième formule de la p. 811. De cette manière la distance des deux images sera égale à six fois l'épaisseur DE du verre. N'oublions pas d'ailleurs que les deux images ne seront vues que par l'intermédiaire de l'oculaire, c'est-à-dire d'un microscope assez grossissant; ce qui cause que même une distance relativement petite entre les images suffit pour rendre indistincte l'une d'elles quand l'autre est vue distinctement. Sans doute Huygens s'est souvenu ici de ses remarques et recherches de 1684 sur le peu de profondeur, dans le cas des forts grossissements, de la couche qu'on peut voir distinctement d'un seul coup d'oeil; voir le § 10 de l'Appendice X à la Troisième Partie de la Dioptrique, p. 687 du Tome présent.
[13]) Lisez $3\frac{4}{27}$ poll. + 12 ped. et corrigez les nombres qui suivent.

$$-4b+\frac{1}{2}a \infty \frac{6aad+6aab-2abd}{18aa+12ab-6ad-2bd}$$

$$-72aab+24abd+9a^3+6aab-3aad-abd \infty 6aad+6aab-2abd$$

$$9a^3-72aab \infty 9aad-25abd$$

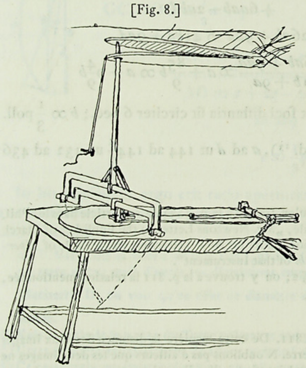
$$d \infty \frac{9aa-72ab}{9a-25b} \infty a-\frac{47}{9}b \infty a-5\frac{2}{9}b$$

ut poſitis a et b ſicut prius, focus ſuperficiei ſummæ ſeu vitri diſtet $3b$ [1]) ſeu 3 craſſitudinibus longius a ſpeculo quam focus principalis. Jam radius d ſuperficiei convexæ ſit minor quam radius ſuperfic. cavæ.

$3b$ æquatur pollici, quia $b \infty \frac{1}{3}$ poll. poſita fuit $5\frac{2}{9}b \infty 1\frac{5}{7}$ circiter poll.

[TROISIÈME PARTIE.]

[Fig. 8.]



Poſſet politoriæ menſæ [2]) elater ſuperne lignis affigi, ut longiores fiant baculi prementes quam nunc ſunt funes trahentes, qui nimis oblique trahunt circa extremas formæ margines.

hoc præcipue conduceret, imo neceſſario eſſet faciendum, ſi ſpecula vitrea cava polire vellemus, ſic primum ſuperficies eorum convexa perficeretur. deinde et cava, movendo patinam metallicam ſuper vitro immobili. Vel hanc partem funiculorum tractione, ut hactenus elaborare poſſumus.

Vel poſſet menſa ipſa altior fieri pede uno aut altero, et ſimul ſedes quoque, ne difficilius circumagatur ancon.

[1]) Lisez $5b$; puisque le foyer de la surface concave se trouve à la distance $\frac{1}{2}a+b$ du point E; voir la p. 811.

[2]) Nous traiterons les machines employées par les frères Huygens à polir les verres des lunettes dans un autre volume de cette publication, à propos de l'ouvrage posthume „Commentarii de formandis poliendisque vitris ad telescopia", qui parut en 1703 dans les „Opuscula Postuma".

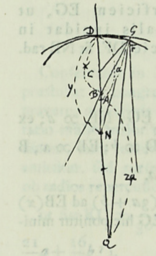
$$a \infty 51;\ d \infty 91\ ^{5)};\ \text{EC prima}\ \left[\frac{1}{2}a-\right]\frac{2601}{25844}b$$

$$a \infty 49;\ d \infty 91;\quad \text{EC altera}\ \left[\frac{1}{2}a-\right]\frac{2401}{25480}b$$

$\left[\frac{2601}{25844}b-\frac{2401}{25480}b\right]$ proxime $\frac{1}{156}b$. diſtantia focorum à coloribus extremis.

[QUATRIÈME PARTIE].

[Fig. 3.]



Ponitur in medio D nulla eſſe craſſitudo ſpeculi vitrei.

DA ∞ a radius ſuperficiei DF; AQ ∞ $2a$ [5]); DN ∞ y radius ſuperf. DG; DB ∞ x. B concurſus poſt refractionem in F et reflexionem in G. C concurſus poſt duas refractiones et reflexionem.

Oportet DC eſſe $\infty \frac{1}{2}$ DA [6]).

QN $(3a-y)$ ad NB $(y-x)$ ut QD $(3a)$ ad DB (x). quia angulus QFB bifariam ſecatur ab FN, ex lege repercuſſus. arcus DG minimus quia tantum diſtantia focorum quæritur.

$$3ax-xy \infty 3ay-3ax;\ x \infty \frac{3ay}{6a-y}$$

BQ $(3a-x)$ ad BA $(a-x)$ ut BD (x) ad BC [3]) $\left(\frac{ax-xx}{3a-x}\right)$

ex BD (x)

DC $\frac{2ax}{3a-x}$ reſtitue val. x

$$\text{DC}\ \frac{6aay}{18aa-6ay}\ [\text{ſive}]\ \frac{ay}{3a-y} \infty \frac{1}{2}a$$

$$ay \infty \frac{3}{2}aa-\frac{1}{2}ay$$

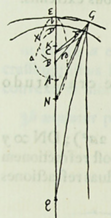
[5]) De cette manière le rapport QD : QA devient égal à l'indice de réfraction (voir la Prop. X, Part. I, Liv. I, p. 39), et il est évident que pour le calcul du deuxième terme de la dernière expression pour EC il suffit de connaître la valeur de ce rapport, les valeurs absolues de QD et de QA étant indifférentes.

[6]) C'est-à-dire pour que les deux images se confondent sur l'axe.

$y \infty a$; fic demum conveniet focus fpeculi cum foco fuperficiei DF [1]).

$$\frac{ay}{3a-y} \infty a;\ y \infty \frac{3}{2}a.\quad \frac{ay}{3a-y} \infty \frac{16}{30}a;\ y \infty \frac{24}{23}a.$$

[Fig. 4.]



[Cinquième Partie].

1691. Maj.

Data fpeculi fuperficie fphærica cava DF, et craffitudine DE, invenire fuperficiem EG, ut concurfus parallelorum principalis incidat in concurfum reflexorum a fuperficie DF. fit NE rad. fuperf. EG prox. $\infty\, a + \frac{13}{9}b$.

rad. fuperf. DF, AD $\infty\, a$; rad. fuperf. EG, NE $\infty\, d$; ex proport. ref. $\frac{3}{2}$, AQ $\infty\, 2a$ [2]); craffitudo ED $\infty\, b$; EB $\infty\, x$, B concurfus ante fecundam refract.; QD $\infty\, 3a$.

$$\begin{array}{rl} d-b & \mathrm{DN} \\ a & \mathrm{DA} \\ \hline d-b-a & \mathrm{AN} \end{array}$$

QN $(3a-d+b)$ ad NB $(d-x)$ ut QE $(3a+b)$ ad EB(x) nam QE ad EB ut QG ad GB quia arcus EG hic ponitur minimus, ad quærendos focos.

$$3ax-dx+bx \infty 3ad-3ax+bd-bx$$

$$x \infty \frac{3ad+bd}{6a+2b-d}$$

BQ $(3a+b-x)$ ad BA $(a+b-x)$ ut BD $(x-b)$ ad BC [3]); C concurfus ultimus feu focus fpeculi vitrei.

$$\left.\begin{array}{ll} \dfrac{ax+2bx-xx-ab-bb}{3a+b-x} & \mathrm{BC} \\ \text{ex} \qquad x & \mathrm{BE} \end{array}\right| \text{f[ubtr.]}$$

[1]) Puisqu'ainsi les deux surfaces se confondraient et qu'il est donc impossible d'obtenir dans la supposition choisie que les deux images coïncident sur l'axe, Huygens procède à déterminer le rayon de la surface extérieure dans d'autres suppositions sur la situation de l'image C.
[2]) Voir la Prop. X, Part. I, Liv. I, p. 39.
[3]) Voir la Prop. XII, Part. I, Liv. I, p. 41.

$$\frac{2ax-bx+ab+bb}{3a+b-x}\ \mathrm{EC}\quad \text{reftitue val. } x.$$

Ponitur C punctum concurfus a fuperficie DF reflexorum, unde EC ∞ $\infty\, b+\frac{1}{2}a$

$$b+\frac{1}{2}a \infty \frac{6aad+6aab-2abd+8abb-2bbd+2b^3}{18aa+12ab-6ad+2bb-2bd}$$

$$d \infty \frac{9a^3+18aab+5abb}{9aa+5ab} \infty a+\frac{13}{9}b-\frac{20}{81}\frac{bb}{a}\ ^{4})$$

$$a+\frac{13}{9}b \text{ proximè } \infty\, d, \text{ five AN } \infty \frac{4}{9}b.$$

Confervatur in hujufmodi fpeculis vitreis id quo fpeculi metallici reflexio præftabat in congregandis radijs parallelis comparatione lentis vitreæ [5]); fed et præterea corrigitur defectus à diverfitate refractionum quæ a coloribus, unde aberratio multo major oriebatur [6]). Radij lucis bis tranfire debent fpeculi craffitudinem, cum lentem femel tantum. Unde in fpeculis hujufmodi plus de luce amittitur. fed rurfus acquiritur lux quæ ex utraque fuperficie lentis deperibat ob radios repercuffos.

ut fiat KC $\infty\, \frac{1}{30}a$, fed ita ut C cadat inter K et D, erit d five NE rad. proximè $\frac{21}{22}a+\frac{16}{11}b$ [7]).

[4]) Ce résultat est obtenu en exécutant la division à-peu-près de la manière dont on le ferait maintenant; mais nous avons supprimé ce calcul.
[5]) Voir la note b, p. 131 du T. VII, où il est montré que l'aberration sphérique d'un miroir concave n'est que la $\frac{3}{28}$ième partie de celle d'une lentille planconvexe possédant la même distance focale et la même ouverture.
[6]) Comparez la p. 485 du Tome présent.
[7]) On trouve, mais d'une manière confuse, une partie des calculs qui ont amené ce résultat à la p. 73 du manuscrit dont nous nous servons ici. En voici le résumé: la condition formulée exige évidemment:

$$b+\frac{1}{2}a=\frac{6a^2d+6a^2b-2abd+8ab^2-2b^2d+2b^3}{18a^2+12ab-6ad+2b^2-2bd}+\frac{1}{30}a;$$

donc:

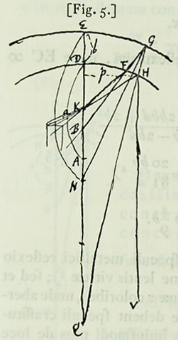
$$\left(b+\frac{7}{15}a\right)(18a^2+12ab-6ad+2b^2-2bd)=6a^2d+6a^2b-2abd+8ab^2-2b^2d+2b^3$$

d'où l'on déduit:

$$126a^3+264a^2b+74ab^2=132a^2d+74\,abd$$

ce qui donne:

[Fig. 5.]



1691. Maj.

quia A et N proxima, (nam tantum diſtant $\frac{4}{9}$ ED) fit NQ fere dupla NG. unde ang. NGQ fere duplus NQG. Sed HGF eſt duplus NGQ. Ergo HGF fere quadruplum NQG.

$$\text{QD } (3a) \text{ ad DH } (p) \text{ ut DE ſive HG } (b)$$

$$\text{ad } \tfrac{1}{4}\,\text{HF}\left(\frac{bp}{3a}\right) {}^{1)}$$

$$\text{DH ad DF}\ {}^{2)} \text{ ut } p \text{ ad } p - \frac{4}{3}\frac{bp}{a}$$

$$\text{DH ad FH ut } p \text{ ad } \frac{4}{3}\frac{bp}{a} \text{ ut } 3a \text{ ad } 4b$$

$$[a \infty 300;\ b \infty 1]$$

$$[\text{DH ad FH ut}]\ 900 \text{ ad } 4 \text{ ut } 140 \text{ ad } \frac{560}{900} \infty \frac{28}{45} \text{ pr[ox.] } \frac{3}{5}$$

$$[\text{DH ad DF ut}]\ 140 \text{ ad } 140\tfrac{3}{5}$$

$$d = \frac{63a^3 + 132a^2b + 37ab^2}{66a^2 + 37ab} = \frac{21}{22}a + \frac{709}{484}b + \ldots;$$

valeur qui ne diffère pas beaucoup de celle $\frac{21}{22}a + \frac{16}{11}b = \frac{21}{22}a + \frac{704}{484}b$, déduite par Huygens pour le même quotient.

1) $\frac{DH}{QD}$ est à-peu-près égal à l'angle NQG; $\frac{HF}{HG}$ à l'angle HGF, qui est quatre fois plus grand.

2) D'après le post-scriptum qui suit, Huygens croyait, mais à tort comme il l'indique dans ce post-scriptum, que ce rapport était égal à celui des grossissements des deux images. Il procède donc au calcul de ce rapport dans une certaine supposition sur les grandeurs relatives du rayon de courbure AD du miroir et de l'épaisseur ED du verre et trouve celui de 140 à $140\frac{3}{5}$. Il semble en avoir conclu que les deux images ne se couvriraient point à cause de cette différence dans les grossissements et qu'il fallait donc abandonner le projet d'employer le verre pour la construction du miroir de la lunette catoptrique.

3) Voir la „deuxième Partie", p. 807.

4) Cette partie, qui n'appartient pas au post-scriptum et qui contient quelques remarques sur le télescope de Newton, doit être datée, comme les autres, de 1691.

5) Cette phrase fut biffée; mais plus tard Huygens annota „non delendum. sic etiam Newtonus computat ampliationem". En effet, Newton fait dépendre le grossissement du rapport de KN à DK, où K est le foyer commun du miroir concave et de l'oculaire (voir la p. 130 du T. VII ou la p. 4005 de l'article de Newton dans les Phil. Trans N°. 81 du 25 mars 1672). Or, ici Huygens supplée la démonstration qui manque chez Newton. À cet effet il con-

P. S. 1692 maj. 5.

Putabam duas diverſas amplificationes hic futuras, propter angulum HKF, ſed fallebar; non enim putandus oculus poni in K. Sed radij HK, FK producti et lente oculari ad parallelifmum reducti, convenient in oculi fundo ad punctum unum, ac proinde non erunt rei viſæ imagines binæ.

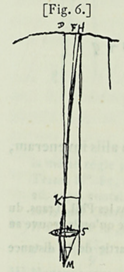
Ergo optime ſuccedet conſtructio hujuſmodi Neutoniani teleſcopij.

Præcipua erit difficultas ut radius NE convexi exterioris ſit preciſe ∞ radio AD + $\frac{13}{9}$ DE craſſitudinis. Craſſitudo ponenda eſt quanta requiritur ne inviſibili flexu vitri figura falſa oriatur. alias craſſitudo temperari poſſet ad cognitos exacte convexi et cavi radios.

Videndum an tenuiores laminæ vitreæ expoliri poſſint, in quibus parum noceret diverſitas focorum; quæ $\infty \frac{1}{3}b$, ſi ſuperficies ſint concentricæ 3). Deberent firmiores reddi, affixis orbibus marmoreis, dura maſtiche. gypſum expertus ſum, ſed fruſtratus expectatione. comparanda repercuſſio ſpeculi vitrei vel argenti vivi cum ſpeculo metallico, an multo fortior ſit? videtur mihi hydrargyrus totam lucem remittere.

debent radij cavitatis et convexi non multum differre magnitudine, quia alias colorum aberratio revertitur.

[Fig. 6.]



[SIXIÈME PARTIE.] 4)

Augmentum ut ang. SMN ad NKO ſeu DKH. hoc eſt ut DK ad NM ſeu KN 5).

Ex Newtoni figura teleſcopij ſui 6) videtur ad foci diſtantiam $6\frac{1}{3}$ digitorum 7) (mihi 5 poll.) ponere diametrum aperturæ ſpeculi $1\frac{11}{12}$ pollicis 8) ſeu fere 2 poll.

---

sidère des rayons ayant la direction KH; puisqu'ils redeviennent parallèles entre eux après la réflexion par le miroir et le passage par l'oculaire, il suffit d'en suivre un seul pour lequel on peut choisir celui qui passe par le foyer K du miroir et qui sera donc rendu parallèle à l'axe après la réflexion pour prendre ensuite la direction SM avant d'entrer dans l'oeil, d'où il suit que le grossissement est, en effet, égal au rapport des angles DKH, ou OKN, et NMS, où NM = KN.

6) Voir la figure vis-à-vis de la p. 129 du T. VII.

7) Voir la deuxième ligne de la p. 130 du T. VII, ou la p. 4005 de l'article de Newton cité dans la note 5.

8) La dimension de l'ouverture n'est pas mentionnée, ni dans la Pièce N°. 1861, p. 129

Aperturæ ſpeculi rationem ſequentur quam inveneram in lentibus teleſcopij poſita aberratione ſola quæ figura ſphærica [1]) ſuperficierum.

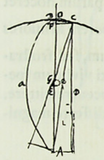
aberratio eſt $\frac{1}{2}$ profunditatis ſeu ſinus verſi. vid lib. H. pag. . . . [2])

§ 3 [3]).

[1692] [4]).

[Première Partie.]

[Fig. 7.]



rad, AB ∞ a; CF perp. AB. EB ∞ $\frac{1}{2}a$ [5]). GE ∞ e aberrat.; BF ∞q. GO ∞ GC. OF ∞ 2BF ∞ $2q$ prox. [6]); OE ∞ $\frac{1}{2}a+q$; GC ∞ OG ∞ $\frac{1}{2}a+q-e$.

$$\mathrm{GA} \infty \frac{1}{2}a+q-e \;{}^{7})$$

$$\overline{}\,2$$

$$\mathrm{AO} \infty a+2q-2e \infty \mathrm{AB}+\mathrm{BO} \infty a+q$$

$$2e \infty q$$

$$e \infty \frac{1}{2}q \;{}^{8})$$

In his teleſcopijs ergo erit ratio aperturarum eadem quam in aliis inveneram, ex tota aberratione propter figuram lentium ſphæricam [9]).

du T. VII (voir la note 1 de la p. 803), ni dans l'article de Newton dans les Phil. Trans. du 25 mars 1672; mais d'après les dimensions empruntées à la figure, telle qu'on la trouve au Manuscrit D, on voit qu'en effet ce diamètre égale environ la $\frac{2}{5}^{\text{ième}}$ partie de la distance focale.

[1]) Voir la règle de la p. 343 du Tome présent et comparez la première partie du § 3 qui suit.

[2]) Cette dernière annotation est de 1692; voir le § 3, première Partie.

[3]) Ce paragraphe est emprunté aux pp. 57, 58, 59 et 61 du Manuscrit H.

[4]) D'après le lieu qu'il occupe au Manuscrit H. On trouve, en effet, sur la p. 57 une annotation sur d'autres sujets, datée du 1 mai 1692.

[5]) E est le foyer du miroir.

[6]) Voir la Prop. II, Part. II, p. 275; CO est un arc de cercle de rayon GC.

[7]) GA = GC puisque $\angle$GCA = $\angle$ACD = $\angle$CAG.

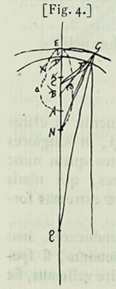
[8]) Voir, pour une autre démonstration, datant de 1672, la note *b* de la p. 131 du T. VII.

[9]) Voir la règle de la p. 343 du Tome présent. Ajoutons que Newton s'est évidemment servi de

[Deuxième Partie.]

Quia difficillimum eſſet obſervare accurate menſuras radiorum *a* et *d* quæ inventæ ſunt pag. 74 lib. G [10]), quibuſque conveniunt in unum duo foci, volui hic quærere qua proportione rad. *a* et *d* fiat ut procul a ſe recedant focus uterque. qua ratione forſan non multum nocebunt. non duplicabunt ſed nonnihil nebulæ inducent.

[Fig. 4.]



vide lib. G, pag. 74. et quæ illic figuram [11]).

$$7b+\frac{1}{2}a \infty \frac{6aad+6aab-2abd}{18aa+12ab-6ad-2bd}\ \mathrm{EC}\ {}^{12})$$

neglectis in quibus *bb*.

$$126aab-42abd+9a^3+6aab-3aad-abd \infty 6aad+$$
$$+6aab-2abd$$

$$126ab+9aa \infty 41bd+9ad$$

$$d \infty \frac{126ab+9aa}{41b+9a} \infty a+\frac{85}{9}b \infty a+9\frac{4}{9}b$$

Sit $a \infty 12$ ped. ut foci diſtantia ſit circiter 6 ped.; $b \infty \frac{1}{3}$ poll. $d \infty \frac{4}{3}$ poll. + 12 ped. [13]), *a* ad *d* ut 144 ad $144\frac{4}{3}$ ut 432 ad 436 ut 108 ad 109.

la même règle pour calculer la table qu'on trouve à la p. 4033 de son article dans les Phil. Trans. N°. 82, du 22 avril 1672, intitulé, „Mr. Newtons Letter to the Publisher of March 26. 1672. containing some more suggestions about his New Telescope, and a Table of *Apertures* and *Charges* for the several *Lengths* of that Instrument".

[10]) Il s'agit de la „cinquième Partie" du § 2; on y trouve à la p. 811 la relation mentionnée, $d=a+\frac{13}{9}b$.

[11]) Nous avons reproduit ici cette figure.

[12]) Comparez la deuxième formule de la p. 811. De cette manière la distance des deux images sera égale à six fois l'épaisseur DE du verre. N'oublions pas d'ailleurs que les deux images ne seront vues que par l'intermédiaire de l'oculaire, c'est-à-dire d'un microscope assez grossissant; ce qui cause que même une distance relativement petite entre les images suffit pour rendre indistincte l'une d'elles quand l'autre est vue distinctement. Sans doute Huygens s'est souvenu ici de ses remarques et recherches de 1684 sur le peu de profondeur, dans le cas des forts grossissements, de la couche qu'on peut voir distinctement d'un seul coup d'oeil; voir le § 10 de l'Appendice X à la Troisième Partie de la Dioptrique, p. 687 du Tome présent.

[13]) Lisez $3\frac{4}{27}$ poll. + 12 ped. et corrigez les nombres qui suivent.

$$-4b+\frac{1}{2}a \propto \frac{6aad+6aab-2abd}{18aa+12ab-6ad-2bd}$$

$$-72aab+24abd+9a^3+6aab-3aad-abd \propto 6aad+6aab-2abd$$

$$9a^3-72aab \propto 9aad-25abd$$

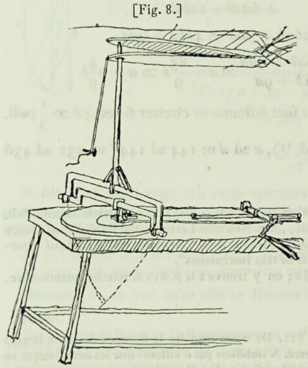
$$d \propto \frac{9aa-72ab}{9a-25b} \propto a-\frac{47}{9}b \propto a-5\frac{2}{9}b$$

ut poſitis a et b ſicut prius, focus ſuperficiei ſummæ ſeu vitri diſtet $3b$ [1]) ſeu 3 craſſitudinibus longius a ſpeculo quam focus principalis. Jam radius d ſuperficiei convexæ fit minor quam radius ſuperfic. cavæ.

$3b$ æquatur pollici, quia $b \propto \frac{1}{3}$ poll. poſita fuit $5\frac{2}{9}b \propto 1\frac{5}{7}$ circiter poll.

[TROISIÈME PARTIE.]

[Fig. 8.]



Poſſet politoriæ menſæ [2]) elater ſuperne lignis affigi, ut longiores ſiant baculi prementes quam nunc ſunt funes trahentes, qui nimis oblique trahunt circa extremas formæ margines.

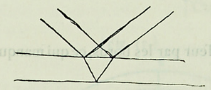
hoc præcipue conduceret, imo neceſſario eſſet faciendum, ſi ſpecula vitrea cava polire vellemus, ſic primum ſuperficies eorum convexa perficeretur. deinde et cava, movendo patinam metallicam ſuper vitro immobili. Vel hanc partem funiculorum tractione, ut hactenus elaborare poſſumus.

Vel poſſet menſa ipſa altior fieri pede uno aut altero, et ſimul ſedes quoque, ne difficilius circumagatur ancon.

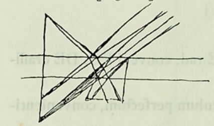
[1]) Lisez $5b$; puisque le foyer de la surface concave se trouve à la distance $\frac{1}{2}a+b$ du point E; voir la p. 811.

[2]) Nous traiterons les machines employées par les frères Huygens à polir les verres des lunettes dans un autre volume de cette publication, à propos de l'ouvrage posthume „Commentarii de formandis poliendisque vitris ad telescopia", qui parut en 1703 dans les „Opuscula Postuma".

[Fig. 9.]



[Fig. 10.]



Si ſpeculi vitrei duæ ſuperficies inter ſe parallelæ fuerint non duplicabit rei viſæ procul diſſitæ imaginem, etiamſi oblique inſpectam. Quia radij ex utriuſque ſuperficiei repercuſſi ad oculum paralleli ferentur, ſi paralleli in ſupremam ſuperficiem incidant, unde ad punctum unum in oculi fundo convenient [3]).

Sed propinqui viſibilis duplex fiet imago.

Il ſeroit aiſé a ceux qui ſoufflent les glaces des miroirs dans les verreries, de les etendre ſur une forme concave et les mettre ainſi a recuire, auſſi bien qu'ils les etendent ſur une plaque plane. ainſi on auroit la glace formee pour faire un miroir concave auſſi grand qu'on en fait de plans, pourvu qu'on leur donnaſt un creux de fer battu de la grandeur qu'il faut.

Pour uſer et doucir ces verres planoconcaves on pourroit les attacher avec un ciment doux de cire jaune et $\frac{1}{3}$ de terbentine à une pierre creuſe de marbre ou pierre Suedoiſe. Si on trouve qu'alors ils peſent trop ſur la forme, on peut les alleger avec un contrepoids ſur une poulie.

Pour appliquer la feuille avec le vif argent, il faudroit battre doucement ces feuilles d'etain dans la forme pour leur faire prendre la figure. le marteau ſeroit de bois arrondi et bien uni. Il faudroit commencer a battre par les bords de la forme, qui devroient eſtre arrondis et point tranchants.

On peut battre la forme ſpherique pour la verrerie aſſez exactement, ſelon une plaque couppée; En appliquant les endroits defectueux ſur un creux de bois, et battant alors pour les relever ou abaiſſer ſelon qu'il eſt requis. La meſme forme pourroit ſervir à uſer enſuite le verre des deux coſtez. Eſtant de leton on la perfectionneroit plus aiſement.

---

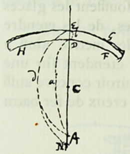
[3]) Comparez le premier alinéa du Post-scriptum de la p. 813

des grands verres de 3 pieds devroient bien avoir l'epaiſſeur d'un demi pouce.

Il faudroit rendre la glace creuſe d'egale epaiſſeur par les bords, ce qui manque a tous les miroirs plats.

[QUATRIÈME PARTIE.]

[Fig. 11.]



AD $[a]$ radius cavi DF; NE rad. convexi EG. DE craſſitudo media ∞ b.

Si NE ſit ∞ $a + \frac{13}{9}b$, ſit ſpeculum perfectum, convenientibus utriſque focis rad. parallelorum in C, medio puncto rectæ AD ut oſtenſum lib. G pag. 74 [1]).

Sit DE $\frac{2}{5}$ pollicis. DA ∞ 2 pedum. ſit NE 2 ped. $+ \frac{26}{45}$ poll. ſive NE prox. 2 ped. $+ \frac{5}{9}$ poll.

Sit latitudo ſpeculi FH 7 poll. ad Teleſcopium pedalis longitudinis.

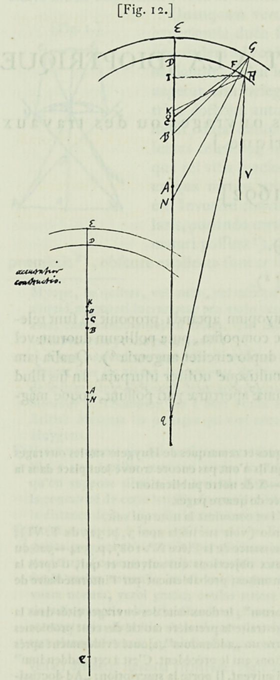
Ut proportiones iſtæ facilius obtineantur, modulus ex ferro vel ære cudatur cujus cavitatis radius ſit bipedalis, radius convexitatis vero dimidio circiter pollice major; quæ differentia exactiſſime capiatur poſtquam utraque ſuperficies perfecta fuerit. Ejus $\frac{9}{13}$ debent ſpeculi vitrei craſſitudinem mediam efficere, in iſto modulo formandi et expoliendi.

[1]) Voir la cinquième partie du § 2, p. 810.

[2]) Évidemment avant de commencer cette cinquième Partie Huygens s'est démandé si l'aberration sphérique de la seconde surface réfléchissante (qu'il considère comme la plus importante) ne surpasserait pas celle de la première dont la connaissance (voir la p. 814) l'avait conduit à la conclusion sur l'avantage, sous ce rapport, des lunettes catoptriques sur les lunettes dioptriques (comparez le premier alinéa de la note 5, p. 805). Pour se renseigner sur ce point il construit une figure exacte où il trace avec beaucoup de soin les routes suivies par un rayon VH, d'abord après sa réflexion à la surface DH, ensuite après les deux réfractions à cette surface et la réflexion à la surface EG. Il trouve que l'aberration sphérique CK du rayon réfléchi à la première surface surpasse celle qui est propre à la deuxième route. Ensuite, pour vérifier le résultat obtenu, il reprend la construction d'une figure sembable avec encore plus de précision. En effet, dans cette dernière figure d'„accuratior constructio" on aperçoit encore sur le manuscrit les lignes de cette construction, tracées dans le papier avec une pointe très fine.

[CINQUIÈME PARTIE.] [2])

[Fig. 12.]



AD radius ſuperficiei DH; AC ∞ CD. C erit focus communis duarum ſuperficierum in ſpeculo ordinato ſicut pag. 59 [3]). Radius VHK, faciet CK ∞ $\frac{1}{2}$ DI prox. [4]). Sed radius VHGFO faciet OC minorem quam CK, quantum video ex conſtructione hac. Ergo hic radius minus aberrabit priore. adeo ut ſi aberratio KC non fuerit nimia nocenſque, non verendum ſit ne aberratio OC noceat.

Puncta autem C, O, K tam propinqua eſſe debent ut pro uno ſint, quod moderanda apertura DH eſt efficiendum.

[3]) Il s'agit de la quatrième Partie qui précède.

[4]) Voir la première Partie, p. 814.