

françois on ma dit que pour la logique il fuiuoit assez exactement celle de Mss. de port Royal et que la physique qui en fait la plus grande partie est celle de M. Descartes quil a professée longtems en languedoc a laquelle il a changé quelque chose et quil a commentée M. Ozanam fait un dictionnaire de Mathematique⁸⁾ a peuples sur la mesme idée de celuy de M. Felibien⁹⁾ pour les arts, et il est presque imprimé. Je resteray peu de temps a paris pendant ces uacances car je suis obligé de demeurer aupres de M. l'abbé de Louvois a sa maison de campagne, cependant comme je viens toutes les semaines a paris j'y receuray les ordres quil uous plaira de me donner et je me feray un tres grand plaisir de les executer. Je suis

MONSIEUR

Vostre tres humble et tres obeissant seruiteur
DE LA HIRE.

^{a)} Respondit le 16 nov. 90 [Christiaan Huygens].

N^o 2617.

CHRISTIAAN HUYGENS à D. PAPIN.

2 SEPTEMBRE 1690.

La minute se trouve à Leiden, coll. Huygens.

Elle a été publiée par E. Gerland¹⁾.

La lettre est la réponse au No. 2595.

Elle s'est croisée avec le No. 2608.

Papin y répondit le 6 décembre 1690.

A Monsieur D. PAPIN, Professeur de Mathematique
a Marbourg.

A la Haye ce 2 Sept. 1690.

MONSIEUR

J'ay esté bien aisé d'apprendre par vostre lettre du 18/8 Juin que la miene avec l'Exemplaire de mon dernier Traité vous a esté à la fin rendue. Vous m'obligerez

l'archevêque de Paris, il recourut à la presse pour propager ses doctrines et combattre les adversaires du Cartésianisme. En 1699, il fut admis à l'Académie des Sciences comme attaché géomètre. Il mourut le 11 janvier 1707.

⁸⁾ Dictionnaire Mathématique, ou Idée generale de Mathématiques. Dans lequel sont contenus les termes de cette Science, outre plusieurs termes des Arts & des autres Sciences, avec des raisonnements qui conduisent peu à peu l'esprit à une connaissance Universelle des Mathématiques. Par M. Ozanam, Professeur des Mathématiques du Roy tres-Chrétien à Paris. A Amsterdam, chez les Huguetan, 1691, in-4^o.

⁹⁾ Sur André Felibien, consultez la Lettre N^o. 1655, note 5. On a de lui, entre plusieurs autres ouvrages, un „Dictionnaire des termes de peinture et d'architecture“.

¹⁾ Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin, p. 156.

de considerer le contenu de ce livre a loisir, et de me marquer ingenuement ce que vous y trouverez de bon et ce qui vous fera de la difficulté, le sujet n'estant nullement au dessus de vostre capacité, qui va plus loin que cela, ni les demonstrations difficiles comme d'abord elles vous ont paru.

Quant a la contrariété que vous trouvez entre ce que je dis pag. 159 que l'égalité de la pesanteur au dedans de la Terre et à sa surface, me paroît fort vraisemblable et ma prop. 3^e) de vi Centrifuga; je vous diray qu'en expliquant la pesanteur je n'ay pas établi une egale vitesse dans la matiere fluide pres et loin du centre de sa sphere, de la quelle egalité vous concluez fort bien que les corps au dedans de la terre devroient peser plus qu'à la surface ainsi je ne me suis pas contredit. Mais vous pouvez demander pourquoy, apres avoir connu par l'hypothese de Mr. Newton, qui se verifie par les orbes et les periodes des Planetes, que la pesanteur croit en allant vers le centre, et mesme plus que si la matiere fluide se mouvoit par tout d'une mesme vitesse, pour quoy disje je n'ay pas laissé de tenir pour vraisemblable l'egale pesanteur au dedans et a la surface de la Terre. La réponse est dans ce qui se trouve à la fin de la pag. 166³⁾ qui est que le mouvement de mes Horloges au Voiage du Cap de B. Espe. ⁴⁾ n'a pas admis de correction a raison de cette inegalité de pesanteur. Et j'y ajoute la raison pour quoy la diverse pesanteur de Mr. Newton peut n'avoir pas lieu icy, scavoir a cause que le mouvement de la matiere fluide peut bien estre en quelque sorte alterée par la rencontre de la matiere du globe terrestre, et parce que selon l'accroissement de pesanteur de Mr. Newton ⁵⁾ elle devoit estre infiniment

²⁾ Lisez: 2.

³⁾ Voici le passage en question. „Mais je doute fort que l'expérience confirme cette grande variation“ (celle causée par l'accroissement de la pesanteur suivant l'approche du centre de la terre) „puisque j'ai vu que, dans le voyage dont j'ay fait mention la seule première équation“ (celle causée par la force centrifuge) „suffit; et que la plus que double mettroit vers le milieu du chemin trop de différence entre la route du vaisseau, calculée sur le pendule, et celle qu'il tenoit par l'Estime des pilotes.“

⁴⁾ Voir la pièce N^o. 2519.

⁵⁾ Le passage suivant, que l'on trouve à la page 52 verso du livre G des Adversaria, se rapporte à l'augmentation de vitesse de la matiere fluide à l'approche du centre, telle qu'on la devrait admettre dans le système de Huygens pour expliquer la loi de l'attraction universelle:

„Si les célérités propres de la matiere fluide sont en raison contraire sousdouble des distances du centre alors les pesanteurs seront en raison contraire des quarrés des distances, comme l'établit M. Newton, et le prouve par l'équilibre des Planetes. Car une planete neuf fois plus éloignée qu'une autre, va trois fois plus lentement par son mouvement propre dans son orbe, comme cela se déduit des temps périodiques, qui sont comme 27 à 1. d'où l'on trouve sa force centrifuge 1/81 de la force centrifuge de la plus proche. A fin donc que sa pesanteur soit de même 1/81 de la pesanteur de la plus proche, il faut que la force centrifuge de la matiere fluide à l'endroit de la plus éloignée soit aussi 1/81 de la force centrifuge de la matiere fluide

grande pres du centre, ce qui est difficile à croire. Je pourrais pourtant bien avoir omis ce mot de *fort* quand j'ai dit que l'égalité de pesanteur me paroît fort vraisemblable. Et si mes horloges demandoient cette nouvelle correction je tiendrais pour l'inégale pesanteur de Newton aussi bien en dedans la Terre que dans la région des Planetes, ou elle est si bien confirmée par leur attraction vers le soleil et par l'attraction des satellites vers Saturne, Jupiter et la Terre.

Votre autre difficulté est, que je suppose que la dureté est de l'essence des corps, au lieu qu'avec Mr. des Cartes⁶⁾ vous n'y admettez que leur étendue. Par où je vois que vous ne vous êtes pas encore défait de cette opinion que depuis longtemps j'estime très absurde. J'avoue que dans chaque atome on peut concevoir des parties distinctes mais pour cela elles ne sont pas séparées ni aisées à séparer. Vous dites que si du corps AB on pousse la moitié A vers C il n'y a aucune raison qui fasse croire que la partie B ira du même côté. Et vous voulez que la seule pression des liqueurs environnantes cause la solidité et dureté des corps que nous trouvons tels. Par conséquent vous direz que si AB est un morceau de fer dont la moitié B soit ferrée dans un estau, et qu'on pousse la partie A vers C elle tiendra ferme à cause de cette pression des liqueurs qui sont autour, ce que je soutiens ne pouvoir être, car si on conçoit un plan horizontal DE à la jonction des parties A, B, la pression d'alentour ne peut empêcher en aucune manière que la partie A ne s'en aille en glissant sur B pousser parallèlement au plan DE, par ce que la pression d'en haut n'est point du tout opposée à ce mouvement et que celles des côtes se contrebalancent précisément. Direz vous donc qu'à cause de l'inégalité des particules du fer le long du plan DE la partie A ne sauroit glisser sur B sans se soulever quelque peu, dont la pression d'en haut l'empêche? Vous ne sçauriez, parce⁷⁾ que chacune de ces particules selon vous peut sans difficulté quitter la partie qui est au dessous du plan DE. Par conséquent la dureté et résistance de la partie A à se laisser séparer de B ne vient point de la pression, si ces particules du fer n'ont point de dureté, mais cette résistance s'explique fort bien par la même pression, en supposant la dureté de ces particules et je n'en vois pas de cause plus vraisemblable. Au reste comme la dureté me paroît être autant de l'essence d'un corps que l'étendue, je crois ne pas m'éloigner

à l'endroit de la plus proche, ce qui sera ainsi si la vitesse de cette matière près de la planète éloignée est $\frac{1}{n}$ de sa vitesse près de la plus proche. De sorte que les vitesses de la matière à l'endroit de chaque planète gardent la même proportion que les vitesses des planetes mêmes⁸⁾.

⁶⁾ Voir le § 4 de la seconde partie des Principes de la philosophie, résumé en marge comme il suit: „Que ce n'est pas la pesanteur, ni la dureté, ni la couleur, etc. qui constitue la nature du corps, mais l'extension seule.”

⁷⁾ Gerland a par erreur: prévue. Une copie trop peu soignée, fournie à M. Gerland, a été la cause que le texte des lettres de Huygens, publié par lui, contient plusieurs autres erreurs, qu'il nous semble inutile de signaler dans la suite.

des véritables principes naturels de la supposer. Je crois aussi qu'il faut supposer cette dureté invincible, ayant toujours trouvé fort absurde dans le système de Mr. des Cartes⁹⁾ qu'il fait casser et emporter les angles et eminences de ses premiers petits cubes par la rencontre d'autres particules et que pourtant ces petits globules qui en restent maintiennent leur figure. Je lui demanderois volontiers si ces petits cubes sont écornés ainsi au moindre effort de la matière qui les rencontre ou combien il faut de force à cela. S'ils font une certaine résistance à être rompus d'où pourroit dépendre la détermination de cette résistance? Si elle est moindre qu'aucune donnée qu'est ce qui conserve les globules dans leur rondeur? Sera ce la pression de la matière qui les environne? nullement car c'est une erreur grossière de croire que la pression, pour être égale de tous côtés, puisse contribuer à conserver la sphéricité quoy que plusieurs soient de cette opinion, s'imaginant que par la les gouttes d'eau s'arrondissent, ce qui est très faux et impossible.

La trop grande vitesse que vous avez attribuée à la matière qui selon moy cause la pesanteur, est un lapsus memoriae que vous pouvez excuser par occasion dans les Acta Lipsiensia¹⁰⁾.

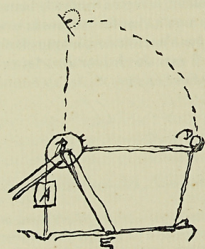
Pour voir si les verges des Pendules s'étendent par la chaleur sous la Ligne Equinoctiale, l'on peut se passer d'y aller parce qu'on sçait par le rapport des voyageurs à quoy y monte environ la plus grande chaleur, sçavoir à fondre le beurre et presque les chandelles de suif, de sorte qu'il n'y a qu'à chauffer jusques la une verge de cuivre de 2 ou 3 pieds et voir si sa longueur s'accroît de quelque chose de perceptible, ce qui ne s'est point trouvé pour si peu de chaleur dans les expériences que nous fîmes à Paris dans l'Académie des Sciences¹¹⁾ si j'ay bonne mémoire.

⁸⁾ Voir le § 48 de la troisième partie des Principes de la philosophie. „Comment toutes les parties du ciel sont devenues rondes”.

⁹⁾ Papin l'a fait dans un article inséré dans les „Acta” de Janvier 1691, intitulé: „Mechanicorum de viribus motricibus sententia, asserta à D. Papino adversus Cl. G. G. L. objectiones”. Dans cet article, qui sert de réponse à une critique de Leibniz dirigée, dans les „Acta” de mai 1690, contre l'article de Papin cité dans la Lettre N° 2595, note 8, il avertit le lecteur „quod in acutissimo Ill. Hugentii tractatu de causa gravitatis plurima lectu dignissima ad hanc materiam (c'est-à-dire sur quelques uns des sujets de sa polémique avec Leibniz) spectantia reperiantur”, et il poursuit: „Ibi observare poterunt, velocitatem materiae gravitatem efficientis esse multo minorem quam ego in Act. Erud. retuleram: quum enim experimentis ad ipsam indagandam institutis non interfuissem, facile factum est, ut tractu temporis memoria me fecerit: hunc autem lapsus eo facilius excusatum iri spero, quod etiam dicta velocitas multo minor sit quam credideram; illa tamen tanta est, ut consequentiae, quas inde deduxi, a vero perparum aberrant.”

¹⁰⁾ Nous n'en avons pu trouver aucune trace, ni dans les Registres de l'Académie, ni dans les Adversaria.

Votre calcul ¹¹⁾ dans l'examen de la Machine de Mr. Perraut est sans doute mal fondé et faux, et je m'estonne que vous ne l'ayez pas remarqué, ou que Mr. Leibniz ou Bernoulli ne vous en aient fait la guerre. Croyez vous qu'ayant élevé 2000 livres à la hauteur de 4 pieds elles vous puissent servir à élever 50 livres à la hauteur de 266 pieds, ou même à 709 comme vous le prétendez en substituant votre tuyau vuide d'air au lieu des poids? Vous nous feriez de belles machines et le mouvement perpetuel ne seroit plus une affaire. Je vous dis et assure que par cette dernière maniere quand tous les empeschemens seroient contez pour rien vous ne pourriez jamais élever votre balle de 50 livres qu'à la hauteur de 160 pieds puis qu'il faut autant de force à élever 50 livres à cette hauteur qu'à lever les 2000 livres à 4 pieds par la loy tres connue des mechaniques. Et en vous servant des poids votre balle ira encore moins haut. Je n'en puis pas bien faire le calcul en ce dernier cas en suivant vos suppositions, par ce que je n'entens pas comment vous faites rencontrer un arrest en E à votre levier CD, mais en supposant qu'il fasse un quart de la circonference, et que alors la balle D s'échappant convertit son mouvement acquis directement en haut; je trouve tous obstacles levez, quelle ne pourroit aller qu'à la hauteur de 120 pieds depuis B. Que si la balle ne pesoit



qu'une livre, en employant les poids, elle ne pourroit monter en tout que 405 pieds. Mais en substituant votre tuyau vuide, et en ne comptant rien pour les obstacles, elle iroit à 8000 pieds. d'où l'on voit que ce tuyau donne sur tout grand avantage quand le poids de la balle est petit. que si on suppose qu'il faille 100 livres pour la resistance du frottement du piston et rien pour son poids ni autres empeschemens la balle pourra aller à la hauteur de 7600 pieds.

Pour vous faire appercevoir le defect de votre raisonnement supposons que la balle D dans la machine de Mr. Perraut pese 200 livres, et que l'on ne deduisse rien pour les empeschemens, ces 200 livres vous feront 2000 livres à cause du mouvement de D dix fois plus vite que du poids A. C'est pourquoi vos plans CB et BA devront estre en raison double ¹²⁾, et par là vous supputerez la vitesse

¹¹⁾ Voir la Lettre N°. 2595, note 7.

¹²⁾ Lisez CB et CA. Pour expliquer ces mots nous devons entrer, un peu plus loin que nous ne l'avons fait dans la note 7 de la Lettre N°. 2595, dans le raisonnement compliqué de Papin.

des poids A au bout de leur chute de 4 pieds et dont celle de D fera decuple. Mais vous sçavez que les poids A ne pourront pas seulement soulever icy la balle D, estant avec elle en equilibre, bien loin de luy donner quelque vitesse considerable.

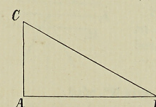
Le plus seur principe pour ces choses est que le centre de gravité ne peut monter de luy même, et en vous en servant comme il faut vous trouverez tout au juste.

Si vous estiez plus pres d'icy je n'aurois pas besoin de vous escrire de si longues lettres parce que nous pourrions quelques fois nous entretenir de bouche sur ces matieres. Je le souhaiterois et pour cela de vous voir placé dans ce pais et a fin que vous pussiez vivre plus à votre aise, et s'il se presente quelque chose ou je puisse vous servir je le feray avec joye, mais le temps present est contraire aux muses et aussi bien icy qu'au pais où vous estes.

Je suis

tresveritablement

Le problème en question ayant été réduit par lui à celui du mouvement des poids AA après que leur masse aura été augmentée d'une certaine quantité (dans le cas supposé dans le texte de cette lettre, au double) sans changer leur pesanteur, Papin remplace l'augmentation de leur



masse par une diminution proportionnelle de la pesanteur. Ensuite, remarquant qu'une même diminution aurait pu être obtenue en faisant descendre les poids le long d'un plan CB d'une inclinaison appropriée, au lieu de les laisser tomber librement, il se sert de cet artifice pour rapporter son calcul aux lois bien connues de la chute sur le plan incliné.

N^o 2618.

J. GOUSSET à CHRISTIAAN HUYGENS.

6 SEPTEMBRE 1690.

*La lettre se trouve à Leiden, coll. Huygens.
Chr. Huygens y répondit par une lettre que nous ne connaissons pas.*

*) MONSIEUR

Je m'aquite avec un grand plaisir de la commission que mon Cousin¹⁾ me donne de vous faire rendre sa lettre²⁾; non seulement par ce que j'ay beaucoup d'estime pour luy, mais aussi par ce que vous estes celui de qui il tient une grande partie des choses qui m'obligent à l'estimer, & que vous tenez un rang eminent dans la republique des lettres. Cette espece de commerce avec vous, Monsieur, me flatte agreablement, & c'est ce qui m'oblige à vous prier de me vouloir adresser vos reponses. Il ne me faut point d'autre suscription que celle de mon nom avec la qualité de ministre françois. Je ne croy pas auoir l'honneur d'estre connu de vous sinon par cette lettre, & par une visite que j'ay eu l'honneur de vous rendre avec Monsieur d'Ablancourt³⁾, laquelle vous devez avoir oubliée. Cependant il y a peu de perones qui exaltent plus volontiers que je fais vostre rare savoir, & j'en parle souvent à ceux qui ont quelque disposition pour le gouter. Avant que de finir, Monsieur, je vous dirai ingenuement que mon Cousin m'a fait part de ce qu'il touche dans sa lettre, et j'en prendrai occasion de vous supplier de me vouloir envoyer vostre reponse ouverte si elle ne parle d'autre chose plus secreete. Je vous en aura une grande obligation. Je suis,

MONSIEUR

Vostre tres humble et tresobeissant serviteur
GOUSSET.

a Dordrecht le 6^e Septembre 1690.

A Monsieur
Monsieur CHRISTIEN HUYGENS DE ZULICHEM
chez Monsieur de Zulichem
a la Haye.

*) Rec. le 9. Resp. 12 sept. [Christiaan Huygens].

1) D. Papin; voir la Lettre N^o 2608.2) La Lettre N^o 2608.3) Voir la Lettre N^o 2431, note 3.N^o 2619.

CHRISTIAAN HUYGENS à O. RÖMER.

12 SEPTEMBRE 1690.

La minute se trouve à Leiden, coll. Huygens¹⁾.

Cum primus in lucem prodijt libellus meus in quo de Luce et Gravitatis causis differui bina ejus exempl. ad Te misi; quae curanda recepit vestrorum mercatorum apud Amstelodamenses curator seu Consul quem vocant. Eorum alterum Clar. Viro Er. Bartholino destinatum fuisse ex inscripto nomine intellexeris, dummodo reddita fuerint, quod ut mihi significes magnopere rogo. Quod si satis otij quoque vobis fuerit, quo perlegere ac perpendere opuscula haec potueritis; multo gratissimum mihi feceris si quid de eo sentiat is exponere placeat.

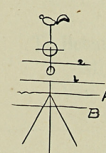
Memini cum Parisijs in Bibliotheca regia de Crystallo Islandico commentationum meam legerem²⁾, non prorsus te assensum Expositioni meae, quae forsitan nunc verisimiliores videbuntur propter duplicem refractionem Crystalli vulgaris quam postea comperi atque hic inferui. Certè experimenta refractionum in diversis Islandici sectionibus plurimum confirmant conjecturas meas neque id puto diffiteberis.

Caeterum caepit hoc crystalli genus hic a multis jam requiri ac magis etiam postquam tam accuratum ejus examen instituisse me viderunt: quamobrem si per mercatores vestros qui in ultima illa Thule commercia exercent, frustra aliquot obtinere posses, utque ad me perferantur curare quo amicis gratificari possim facies mihi rem acceptissimam praetiumque perfolvam cui jusseris.

1) En tête de la minute on trouve noté ce qui suit:

Effet de la Refraction observé. Par la lunette de 13 pieds couchée immobile dans la fenetre avec un fil au foier. Je regarday le clocher de Noodtorp, que ce fil couppoit selon qu'il est marqué icy, à diverses heures du jour.

Samedi 24 Jun. hora 1 p. merid. in linea 1.
Eod. hora 2 p. mer. in linea 2. Dimanche devant le Soleil levé en A. le Soleil a 7 ou 8 degr. sur l'horizon en 1. à 11¹/₂ en B. à 11¹/₂ heures en 2.



2) Dans la séance du 13 mai 1679 et suivantes.

Newtoni librum cui titulus Philos.^{ae} Principia Mathematica non dubito quin videris, in quo obscuritas magna. Attamen multa acute inventa. Sed in hypothese-
sibus comminiscendis videtur mihi nonnunquam nimis audax uti in appendice ad
causas gravitatis non potui non advertere, cui sententiae meae nunquid accedas
lubens intelligam. Scribes etiam si placet si quid apud vos novi in rebus philo-
sophicis aut mathematicis prodierit³⁾ et Clarissimum Virum Socerum Tuum³⁾
plurimum meo nomine salutabis

Tibi additissimus
CHR. HUG.

12 Sept. 1690.

Clarissimo Eruditissimoque Viro
D. OLAO ROMERO
Mathefeos professori celeberrimo
Copenhaghe.

³⁾ Addidi de ijs quae in Gallia prodierunt et proditura scribit D. de la Hire, ut
Cassini de Jovialibus itineraria observatorum &c.⁴⁾ [Christiaan Huygens].

³⁾ Erasmus Bartholinus; voir la Lettre N^o. 2103, note 1.
⁴⁾ Cette note se trouve en marge de la minute.

N^o 2620.

J. DE GRAAFF à CHRISTIAAN HUYGENS.

14 SEPTEMBRE 1690.

*La lettre se trouve à Leiden, coll. Huygens.
Chr. Huygens y répondit par le No. 2621.*

A^o 1690 den 14 September tot Amsterdam,

Erentfeste en Wijfe Heer

Mijn Heer

UEdle zeer geëerde schrijvens van den 29 passato¹⁾ is mij wel geworden, mitfgaders de daar ingesloene exemplaren van de Tafel des tijts vereffeningh zoude UEdl. daar op ook al vrij wat eerder gediend hebben, bij aldien de heeren bewinthebberen mij niet hadden gelieven te antwoorden, dat het noch tijdigh genoegh was, om naar een horologiemakers knecht te doen omhoren; de cley-nigheden²⁾ aan de horologien, als mede aan de cas en ramen om die daar wel te doen inpassen, zijn nu herstelt zoo dat het nu cant en klaar is, nergens meer aan hapert als aan een horologiemakers knecht, caarte bij de oostind: stierlieden gebruyckelijck en een graatboogh, daar men de zon tot op de drie graden boven den horizon mede can schieten, &c.^{ca} UEd. zeer wel bekend ik heb dan bij dees en geen naar een horologiemakers knecht vernomen, onder alle heb ik er een gevonden en zijn meester gesproken, die goede getuygenisse³⁾ van hem laat gaan, als wel comporterende; de dagelijcks vorderingh van 't horologie A is geweest $11\frac{2}{3}$ seconden; maar hoe veel ze nu vorderen kan ik UEd. le als noch niet adviferen, mitfdien zedert de eerste observatie tot nu toe, dat ze weder in de cas en raam opgehangen zijn geweest, de zon in de meridiaan niet heb connen krijgen⁴⁾, hiermede &c.^{ca}.

UE. ootmoedige en gehoorzame dienaar
JOA. DE GRAAFF⁵⁾.

Te Behandigen aan de E. heer
Mijnheer
Van ZELHEM.

¹⁾ Nous ne connaissons pas cette lettre.
²⁾ Voir la Lettre N^o. 2609.

- ^{a)} Dit s heel wel [Chr. Huygens].
^{b)} Is te vresen dat de Son wel in Texel soude kunnen manqueeren [Christiaan Huygens].
^{c)} Dat hij de Heer Blocquery doe gedencken aan 't rekeningerje van den horologiemaecker en van den naem van 't schip.

N^o 2621.

CHRISTIAAN HUYGENS à J. DE GRAAFF.

28 SEPTEMBRE 1690.

*La minute se trouve à Leiden, coll. Huygens.
 La lettre est la réponse au No. 2620.
 J. de Graaff y répondit par le No. 2622.*

28 Sept. 1690.

MR. DE GRAAF

UE brief van den 14. defer is mij wel behandicht geweest, met welke te beantwoorden ick mij te minder gehaest hebbe, omdat ick niet twijfelde of het verreck en soude noch soo ras niet voortgaen, want ick anders van de Hr. van de Blocquery apparent eenighe advertentie soude gekregen hebben, alsoo aen sijn Ed. verfocht hadde ¹⁾ te moghen weren in wat schip de horologien de reijs fullen doen. Een goetd vriend hadde mij gebeden hier nae te vernemen, opdat sijn neet die geern op het selve schip met de Horlogien geplacets waere, tijdt soude hebben om aldaer eenigh ampt te solliciteren. De maent van Oetober is nu naebij, daarom wenschte ick wel te weten of UE niet en hoort tegen wanneer de schepen verrecken fullen, als mede of de H. en Bewinthr. vast gestelt hebben of de Horologien tot aen de Caep de Bonne Esp. gaen fullen, of verder tot in Batavia, waer van het eerste aen de Hr. Burgemr. Hudde, als ick hier onlangs d'eere hadde van sijn Ed. te spreekken, beter scheen te gevallen, en 't waer oock best nae mijn sin, om soo veel te eerder tijdingh te kunnen hebben. Her is seer goed dat UE een bequaem horologiemaecker uytergevonden hebt, welke ick niet en twijfel of sal op

¹⁾ Voir la Lettre N^o. 2615.

UE goetd rapport bij de Heeren Bewinthr. aengenomen sijn. Voorts sal ick UE nochmaels recommanderen bij tijds t'scheep te gaen, om te doen maecten t geen van noode is, en de observatie te doen als de horologien aldaer fullen gehangen sijn, hebbende aen de Hr. van de Blocquery oock verfocht dat UE daer toe ordre gegeven werde. UE gedenckt wel, geloof ick, tgeen ick aengaende 't gebruijck en het hangen der Horologien UE alhier sijnde gefeght hebbe, te weten van eerst het horol. A aen de sijde koorde op te hangen, en B in sijn ijseren raem. Maer indien UE merckte dat A bij holle zee te veel slingerde om te kunnen blijven gaen, dat aldan het selve mede in sijn raem hanghe, observerende van nieuws sijn daghelijcks verschille tegen B. anders ben ick verseeckert dat aen de koorde hangende de netste gangh heeft, indien het de bewegingh van 't schip kan uytslaen. Oock heb ick bevonden dat A seckerder gaet als B, daer om als 't geschieden kan altijd de Rekening der Lengde op A moet gemaectt werden. In de rest van de Instructie is niets of UE verstaet het seer wel soo ick meyne. Ben anders bereyt daer van naerder onderricht te geven. Ick verlaet mij geheelijck op UE neerftigheijt en goede directie in dese saeck mij verseeckerende van UE genegentheijt tot de selve en om die ten besten te doen succederen. Hiermede eyndigende blijve

UE dienstw. dienaer

A Monsieur

Monsieur Jo. DE GRAEF

op de Egelantiers gracht aen de slincker sijde
 bij de 2^{de} ²⁾.

²⁾ Ici suit un mot illisible.

N^o 2622.

J. DE GRAAFF à CHRISTIAAN HUYGENS.

4 OCTOBRE 1690.

*La lettre se trouve à Leiden, coll. Huygens.**Elle est la réponse au No. 2621.**Chr. Huygens y répondit par une lettre du 13 octobre, que nous ne connaissons pas¹⁾.*

Actum Amsterd. den 4 Octob.

Erentfeste en wijze heer

Mijnheer &c.

UE. Edl. brieff gedateert den 28 September is mij wel geworden, waarop dese nu voor een antwoord dient, als de E. hr. van de Blocquerij, die gisteren hier tot Amsterdam geretourneert was, en dien zelfden avont wederom vertrock, mij berichtede als dat er generalijck niet in gedaan zal worden, voor al eer de rethour vloot sal gearriveert zijn, noch oock geen schepen sullen verfonden worden, behalve het tegenwoordigh gereet leggende met name Spierdijck; aan de heer Baron van Croseck²⁾ heb ik door speciaal bevel van de hr. blocquery de horologies laten zien de welke van mening was dat het goet soude zijn, dat aan de caap comende de horologies in't schip aan de gangh behoorden te blijven, om zoo wederom na Texel te retourneren, in Texel dan gearriveert zijnde, zoo soude men connen zien of het horologie nu wederom de selfde uren comt aan te wijzen, als zij in't uijt gaan gedaan hebben, waar door &c.; ook heb ik de E. heeren bewinthebberen genoegzaam voorgehouden dat het nodigh is, dat ik, wel 3 weken voor het vertreck uijt Texel, diende sloop te gaan, en zal niet na Laten om haar achthb. als het tijt is wederom voor oogen te stellen; ook gedenk ik wel aan de bevelens dien ik, toen ik Mijnheer sprak, wel in acht nam, zullen het horologie A niet vergeten in zijn cas en B in zijn raam op te hangen en dat op die manieren als UE. instructie mij leert en mij mondelingh ook belieft heeft te bevelen vorders verwacht ik nieuwe geboden, om mijn iver in die te volbrengen niet onvrugbbaar te laten, en mijn gehoorzaamheit sal UEdl. betuijgen dat ik ter werelt geen groter geneughte hebben als mij over al te doen achten

MIJNHEER

UE. zeer ootmoedige dienaar

de gebiedenisse van mijnheer de Blocquerij, als ook van mijn vader.

¹⁾ Voir la Lettre N^o. 2630.²⁾ Le baron von Croseck était envoyé du duc de Brunswick.

ik heb de horologien nu afgehangen, omdat ik nu genoegzaam haar gangh geobserveert hebb, en A ook zeer wel gaat, maar B^{a)} zal, wanneer der een horologiemaker aangenomen is, dienen uijt elkanderen gedaan worden, mits het al te flauw gaat, en uE wel verzeiken kan als dat het de bewegen van het schip niet sal connen uijtstaan alzo ik daar noch een levendige verbeeldingh van de vorige reijze heb.

ik kan ook niet vergeten dat ik om de zon in de meridiaan te schieten, heb een draat gespannen end schaduw van die draat op zijn corts zijnde, voor de Meridionale lijn genomen volgens welke ik twee draden evenwijdigh aan dese schaduw heb vast gemaakt; en daar na dagelijks geobserveert, en A bevonden 5 $\frac{1}{2}$ seconde te langzaam te lopen.

Te behandigen Aan de E. Heer

Mijn Heer

VAN ZELEM.

^{a)} Daar is geen faut aan B, foo ick meen, maer moet het klein veertje een tour meer op gespannen werden, draeiende de second wijser averchts om, terwijl het pendulum slingert. Dit hem doen weten den 13 Oct. 1690. [Christiaan Huygens].

N^o 2623.

CHRISTIAAN HUYGENS à G. W. LEIBNIZ.

9 OCTOBRE 1690.

*La lettre se trouve à Hannover, Bibliothèque royale.
Elle a été publiée par C. I. Gerhardt¹⁾.
La minute se trouve à Leiden, coll. Huygens.
Elle a été publiée par P. J. Uylensbroeck²⁾.
La lettre fait suite au No. 2611.
Leibniz y répondit par le No. 2627.*

A la Haye ce 9 Octobre 1690.

MONSIEUR

Je vous ay écrit une assez longue lettre du 24 Aoust, pour réponse à la vôtre du 25 Juillet. Je n'ay point appris jusqu'icy si vous l'avez reçue. Monsieur Spener est venu depuis querir votre lettre, que j'avois pour lui, et je l'ay vu fort souvent pendant le séjour qu'il a fait à la Haye, et certes avec bien de la satisfaction, trouvant qu'il scavoit beaucoup de choses singulieres et principalement en ce qui regarda la matiere ou il s'est le plus appliqué qui est celle des metaux et minéraux³⁾.

¹⁾ Leibnizens Mathematische Schriften, Band II, p. 46, et Der Briefwechsel von G. W. Leibniz, p. 598.

²⁾ Chr. Hugonii Exercitationes Mathematicae etc. Fasc. I, p. 29.

Nous suivons le texte de Gerhardt, qui d'ailleurs diffère peu de celui de la minute. Celle-ci porte la date du 10 octobre.

³⁾ Dans le livre G des Adversaria, p. 57 recto, on trouve notées plusieurs communications faites oralement par Spener à Huygens. Elles portent la suscription: Communicata a Dno. Joh. Jacobo Spener Saxone 7 sept. 1690. Il y est fait mention d'une masse d'argent de la valeur de 22 millions qu'on aurait trouvée, il y a 400 ans, dans les mines de Meissen, de la composition du soufre propre à couler les boules de Guerick pour les expériences électriques (13 grains de sal tartaris sur une livre de soufre), d'une expérience pour faire luire de la poudre très-divisée de soufre en la projetant sur une barre de fer modérément chauffée, de la construction d'un four chimique à fort tirant d'air, qui emporte les vapeurs nuisibles des métaux, de la forme cristalline du basalte, de la cristallisation arborescente qui se développe sur des gouttelettes de mercure déposées au fond d'une solution d'une demi once d'argent dans l'eau forte étendue d'une livre d'eau. Selon Spener les montagnes de Meissen sont composées entièrement de pierres de 6 à 3 pieds, ou moins encore, dont les angles s'adaptent les uns aux autres si étroitement qu'on ne trouve dans les interstices qu'un peu de terre grasse; les cristaux ne croitraient que dans quelques cavités souterraines, dans lesquelles se trouve l'eau qui apporte les matières solides, lesquelles, par quelque précipitation, font naître et augmenter les cristaux. De même, les veines

Selon le compte qu'il faisoit, il doit vous avoir vu depuis son retour en Allemagne et estre passé en suite chez luy à Leipfich. J'ay tasché depuis ma dite lettre d'entendre votre *calculus differentialis*, et j'ayant fait que j'entens maintenant, mais seulement depuis 2 jours, les exemples que vous en avez donnez, l'un dans la Cycloïde, qui est dans votre lettre, l'autre dans la recherche du Theoreme de Mr. Fermat, qui est dans le Journal de Leipfich de 1684⁴⁾. Et j'ay même reconnu les fondements de ce calcul et de toute votre methode, que j'estime estre tres bonne et tres utile. Cependant je crois encore d'avoir quelque chose d'equivalent, comme je vous ay écrit dernièrement, et la raison qui me le persuade, c'est non seulement la solution que je trouvay de votre Problème de la Ligne courbe pour la descente égale⁵⁾, mais aussi l'examen, que j'ay fait de la Tangente d'une autre Courbe fort composée, dont vous m'envoiaites la construction⁶⁾ il y a desja plusieurs années. Car par ma methode je trouve cette même construction et toutes les autres dans les lignes qui se forment de même, sans que les quantitez irrationnelles m'embarassent, et a tout cela je ne me fers d'aucun calcul extraordinaire ni de nouveaux signes. Mais pour juger mieux de l'excellence de votre Algorithme, j'attens avec impatience de voir les choses que vous aurez trouvées touchant la ligne de la corde ou chaine pendante, que Mr. Bernouilly vous a proposée a trouver⁷⁾, dont je luy fçay bon gré, parce que cette ligne renferme des proprietiez singulieres et remarquables. Je l'avois confiderée autrefois dans ma jeunesse, n'ayant que 15 ans, et j'avois démontré au Pere Mersenne que ce n'estoit pas une Parabole, et quelle maniere de pression il faisoit pour faire la parabole⁸⁾. Cela a fait que j'ay esté tenté maintenant d'examiner le Probleme de Mr. Bernouilly, et voicy le chiffre de ce que j'y ay trouvé⁹⁾. Je l'ay écrit en sorte que vous pourrez a peu pres l'interpreter

de métal natraient dans les cavités. Spener avait dit aussi que dans les mines près de Freiburg, nommées Hoghe Bircke, où l'on trouve de l'étain, il était descendu jusqu'à une profondeur de 2400 pieds.

Au même endroit du livre G des Adversaria on rencontre une expérience de Spener, sur laquelle nous aurons l'occasion de revenir dans une note de la lettre de Huygens à Leibniz, du 18 novembre 1690.

⁴⁾ Voir l'article cité dans la Lettre N^o. 2205, note 5.

⁵⁾ Voir la pièce N^o. 2489.

⁶⁾ Voir la pièce N^o. 2214.

⁷⁾ Le problème de la chaînette fut proposé par Jacques Bernoulli dans les „Acta” du mois de mai 1690, à la fin de l'article cité dans la pièce N^o. 2491, note 2.

Il fut énoncé dans les termes suivants:

„Problema vicissim proponendum hoc esto: *Invenire, quam curvam referat funis laxus et inter duo puncta fixa libere suspensus. Sumo autem funem esse lineam in omnibus suis partibus facillime flexilem.*”

⁸⁾ Voir les Lettres Nos. 14, 17, 20 et 21 d'octobre et de novembre 1686.

⁹⁾ Voir, pour l'explication de ce chiffre, l'Appendice I, et, pour la manière dont les théorèmes qu'il Œuvres. T. IX.

si vous avez fait les mêmes découvertes, et je crois vous faire plus de plaisir d'en user ainsi, que si je vous envoie les choses expliquées. Je vous prie de m'envoyer pareillement votre chiffre, et que nous puissions en suite abbreger entre nous le terme d'un an, que vous avez accordé aux géomètres¹⁰⁾, a fin que j'aye la satisfaction de voir ce que votre analyse aura produit de singulier.

$$\frac{ri}{a} \propto c \quad \frac{ci}{a} \propto e \quad \frac{1}{2}rc + \frac{2}{3}ec^{11}) \propto S. \quad \odot \sqrt{2ru} \propto s.c.$$

$$45r \propto c. \quad 10000. \quad 8809. \quad 4134$$

$$xxxy \propto a^4 - aayy. \quad xxyy \propto aaxx - aayy.$$

$$d. h. c. q. c. p. q. i. p. e. t. i. i. p. e. r. c. i. i. i. ae.$$

Vous aurez vu, a ce que je crois, depuis votre dernière, mon Traité de la Lumière, et celui de la Pesanteur, soit que l'exemplaire, qu'ensemble avec ma lettre j'avois recommandé à Mr. van der Heck, se soit trouvé, ou qu'on vous en ait fait avoir d'ailleurs. Vous me ferez plaisir de m'en dire votre sentiment, après que vous l'aurez examiné à loisir. Je vois qu'on n'en dit rien dans les Acta de Leipzig¹²⁾

renferme, ont été déduits par Huygens, l'Appendice II de cette lettre. Ce dernier Appendice contient la solution du problème de la chaînette, telle que Huygens l'avait composée vers la fin de septembre 1690, „sans beaucoup de peine et dès les premiers jours”. Voir sa lettre à Leibniz du 1^{er} septembre 1691.

¹⁰⁾ Voir l'article des Acta de juillet 1690, intitulé: „Ad ea, quae Vir Clarissimus J. B. Mense Majo nupero in his Actis publicavit, Responsio”. Dans cet article Leibniz répondit à l'appel de Jacques Bernoulli qui, en posant le problème de la chaînette, s'était adressé plus particulièrement à „l'auteur du calcul différentiel”, dans les termes suivants: „Paulo autem implicatius est hoc problema illo priore meo” (le problème de la courbe isochrone; voir la pièce N^o. 2489) „et singularem quandam Methodi nostrae usum ostendit; itaque operae pretium putavi, ante publicationem solutionis meae dare spatium aliis quoque exercendae artis. Hoc enim velut lapide lydio cognoscemus optimas Methodos; quod plurimum refert ad scientiae perfectionem: praesertim cum hic non prolixo calculo, sed artificio tantum sit opus. Inprimis autem Nobilissimus D. T. qui praeclara in hoc genere spondet (vid. Act. Feb. hujus anni p. 68, 69) rogandus est, ut suae quoque Methodi vires hic experiri velit. Quod si ante anni exitum nemo solutionem a se repertam esse significabit, ego meam Deo volente dabo”. Comme on sait, von Tschirnhaus n'a pas répondu à ce défi. Des solutions furent envoyées, dans le délai fixé, par Jean Bernoulli et par Huygens. Elles parurent avec celle de Leibniz dans les „Acta” de juin 1691.

¹¹⁾ Leibniz a annoté ici: „il faut écrire $\frac{2}{3}ec$ au lieu de $\frac{2}{3}ec$ suivant la lettre du 19 novembre de cette année”, (voir la Lettre de Huygens à Leibniz du 18 novembre 1690).

¹²⁾ Un exposé assez étendu du Traité de la lumière et du Discours sur la cause de la pesanteur a paru dans les „Acta” d'octobre et de novembre 1690. On peut consulter encore, sur les raisons qui firent attribuer par Huygens ce retard à von Tschirnhaus, l'Appendice III de cette lettre, la pièce N^o. 2626.

de quoy Mr. D. T. pourroit bien estre cause, qui depuis mon livre imprimé, a fait inferer daps ce Journal quelque chose touchant la ligne de reflexion du miroir concave, qui se trouve de même chez moy¹³⁾, et que j'avois proposé dans l'Académie a Paris il y a plus de 12 ans. Il me souvient qu'en ce temps là je montray a Mr. D. T. quelques figures de ces lignes de reflexion et refraction, et je crois, que de là vient la ressemblance de nos inventions¹⁴⁾, mais que cela soit dit entre nous s'il vous plait. Il est peut estre desja fâché contre moy, quoy que j'aye plus grande raison de l'estre contre luy, pour n'en avoir pas usé civilement a mon endroit, lorsque je luy eus envoyé quelques remarques sur la Medicina mentis et corporis¹⁵⁾. Cela n'empêche pas que je n'estime son esprit et son sçavoir, et s'il peut montrer qu'il a veritablement trouvé ce qu'il a avancé touchant l'invention des quadratures, ou de leur impossibilité¹⁶⁾, je diray qu'il a fait une des belles découvertes qu'on puisse faire dans la géométrie. Honorez moy d'un mot de réponse et croiez que je suis entierement

MONSIEUR

Votre tres humble et tres obeissant serviteur
HUGENS DE ZULICHEM.

¹³⁾ Voir la Lettre N^o. 2274, note 4.

¹⁴⁾ Consultez les annotations de Huygens, datées du 7 avril 1691, que nous reproduisons comme Appendice III de cette lettre.

¹⁵⁾ Voir la Lettre N^o. 2452 et la réponse de von Tschirnhaus, notre N^o. 2457. Il est toutefois difficile de comprendre comment cette réponse pouvait être qualifiée comme incivile; mais peut-être s'agit-il plutôt des remarques de von Tschirnhaus, communiquées par P. van Gent à Huygens, dans la Lettre N^o. 2471, qui se rapportaient aussi à une erreur commise par von Tschirnhaus dans la „Medicina mentis”.

¹⁶⁾ Consultez l'article de von Tschirnhaus d'octobre 1683, cité dans la Lettre N^o. 2324, note 19. Les assertions contenues dans cet article avaient souvent été renouvelées par von Tschirnhaus sous des formes plus ou moins explicites dans divers articles des „Acta eruditum”, dans lesquels, toutefois, l'explication complète était différée à des occasions futures.

N^o 2624.

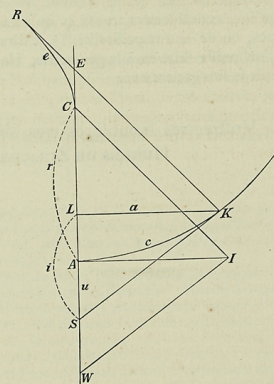
CHRISTIAAN HUYGENS.

[SEPTEMBRE 1690].

Appendice I au N^o 2623¹⁾.

La pièce se trouve à Leiden, coll. Huygens.
Elle a été publiée par P. J. Uytendbroek²⁾ et par D. J. Korteweg³⁾.

Explicatio gryphi.



¹⁾ Cet Appendice contient l'explication de l'anagramme sur la solution du problème de la chaînette, envoyée par Huygens à Leibniz dans la Lettre N^o 2623. Il a été recueilli sur les pages 62 verso et 63 recto du livre G des Adversaria. Voir, pour la démonstration des théorèmes qu'il renferme, l'Appendice suivant, le N^o 2625.

²⁾ Chr. Hugenii, Exercitationes Mathematicae, etc. Fasc. II, p. 38.

³⁾ Dans son article :

„La solution de Christiaan Huygens du problème de la chaînette” inséré dans le journal: Bibliotheca Mathematica. Zeitschrift für Geschichte der Mathematischen Wissenschaften, Herausgegeben von Gustaf Eneström in Stockholm. 3. Folge. 1. Band. 1 und 2 (Doppel) Heft. Ausgegeben am 30 April 1900. Leipzig, Druck und Verlag von B. G. Teubner. 1901. In-8° Nos Nos. 2624 et 2625 en reproduisent le texte avec les notes retouchées par M. Korteweg pour la présente édition.

KS tangens in K , ei perpend^{is} KER ,

$KL : LS = CA$ ad AK curvam,

$a : i = r : c$,

$KL : LS$ five CA ad AI ut AI ad AW ,

$a : i$ five $r : c$ ut $c : \frac{cc}{r}$ vel $\frac{ci}{a} = CR = e$,

$\frac{1}{2}rc + \frac{1}{6}cc =$ sectori cui evoluta pro centro.

circulus a radio $\sqrt{zur}$ = superficies conoidis ex conversione AK .

fi ang. LKS est 45 gr. erit $CA =$ curvae AK .

denique duae aequationes exprimentes curvarum totidem naturam.

$xxxy = a^4 - aayy$,

$xxxy = aaxx - aayy$

data harum curvarum quadratura catenae puncta quotlibet invenire possum et tangentes in iis punctis, et rectas curvis inter illa interjectis aequales⁴⁾.

Hinc inveni, si a puncto inclinationis anguli femi recti ducatur axi perpendiculis, eam esse ad abscissam ad verticem proxime ut 8809 ad 4134 et curvam interceptam tunc esse partium 10000⁵⁾.

⁴⁾ L'inspection du manuscrit fait voir que la fraction $\frac{1}{6}$ représente une correction appliquée par Huygens plus tard. Voir la note 11, de la Lettre 2623.

⁵⁾ On remarquera que ce sont les premières lettres des mots de cette phrase qui ont été reproduites dans l'anagramme. D'ailleurs, puisque l'Appendice II suivant n'indique pas expressément comment cette détermination d'un nombre quelconque de points K de la chaînette, avec leurs tangentes et les longueurs des arcs, pourrait s'accomplir, il ne semble pas inutile de remarquer ici que le paramètre AC et l'arc AK , égal à AI d'après le § III de l'Appendice N^o 2625, déterminent l'angle $LKS = ACI$; et qu'ensuite les §§ VII et VIII du même Appendice font connaître les rapports de l'ordonnée AL et de l'abscisse LK à l'arc AK si les quadratures des courbes mentionnées dans le texte sont supposées connues.

⁶⁾ Cette phrase explique les nombres de l'anagramme. Ces nombres d'ailleurs ont été ajoutés ici par correction, au lieu des nombres 310, 145, 351 qu'on lisait, écrits en lettres, dans la rédaction primitive et qui ont été biffés.

Plus tard encore, à un autre endroit de la page 63, où l'anagramme de la Lettre N^o 2623 se trouve reproduit, ils ont été remplacés par les valeurs plus exactes 88137, $\sqrt{\frac{10000}{200000000}}$ — 10000 [=] 41421 prox., et 100 000, qui conduisent aux mêmes rapports pour l'arc, l'abscisse et l'ordonnée que les nombres 24142, 21279 et 10000 que l'on rencontre dans l'article de Huygens dans les „Acta eruditorum” de juin 1691. Le premier de ces nombres, le nombre 88137, a été obtenu par la méthode mentionnée dans la note 26 de la pièce N^o 2625, le second, 41421, par la méthode exacte décrite dans la note 21 de cette même pièce.

N^o 2625.

CHRISTIAAN HUYGENS.

[SEPTEMBRE 1690].

Appendice II au N^o. 2623¹⁾.

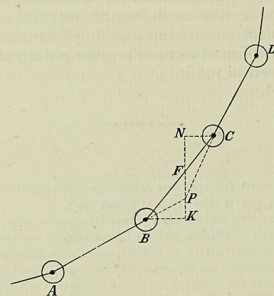
*Le manuscrit se trouve à Leiden, coll. Huygens.
Il a été publié par D. J. Korteweg²⁾.*

§ I.

Fundamentum omnium eorum quae de curvae catenae reperimus³⁾.

Fili gravitate carentis, et aequalia pondera innexa habentis, tria qualibet internodia continua ac sursum tendentia ita ad planum horizontale inclinantur, ut tangentes angulorum hujus inclinationis crescant aequali excessu⁴⁾.

Fig. 1.



¹⁾ Cet appendice contient la solution du problème de la chaînette telle qu'elle avait été trouvée de premier jet en septembre 1690 (voir la Lettre N^o. 2623, note 9), et formulée dans l'analyse, dont nous avons donné l'explication dans l'Appendice précédent. On verra dans la suite que Huygens a commencé bientôt à la retoucher et améliorer. Dans la forme où nous la reproduisons elle a été recueillie sur diverses pages du livre G. Pour obtenir plus d'uniformité dans les notations, qui ont varié dans le cours des recherches de Huygens, nous nous sommes permis d'y apporter quelques changements dont, d'ailleurs, nous avertissons le lecteur dans les notes. De plus, nous avons ajouté une division en paragraphes pour faciliter les renvois.

²⁾ Voir la note 3 de la pièce N^o. 2624.

³⁾ La rédaction de ce paragraphe qui se trouve à la page 97 du livre G, est d'une date postérieure à celle des parties qui vont suivre et qui supposent la connaissance du théorème qu'on y démontre. Probablement Huygens n'a pas jugé nécessaire d'abord de jeter sur le papier les raisonnements qui l'y avaient conduit.

Sint catenae pondera aequalia innexa habentis A, B, C, D , internodia tria sursum tendentia AB, BC, CD , producanturque internodia extrema et convenient in P . Et per P ducatur ad horizontem perpend. NPK eique occurrant horizontales BK, CN . Est ergo internodii AB inclinatio ad horizontem angulus PBK , et internodii BC inclinatio angulus FBK , et internodii CD inclinatio angulus PCN . Dico itaque tangentem ang.ⁱ PBK tantum superari a tangente ang.ⁱ FBK quantum haec superatur à tangente ang.ⁱ PCN .

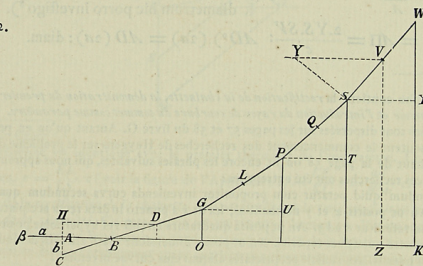
Quia enim concursus rectarum AB, DC , hoc est punctum P incidit in perpendicularem horizonti quae per centr. gr. ponderum BC transit; sunt autem pondera haec aequalia, necesse est perpendicularem KPN secare internodium BC aequaliter in F , unde et BK, CN aequales erunt. Quarum utrovis pro radio adsumta, apparet PK tangentem anguli PBK eadem recta PF superari a tangente ang.ⁱ FBK , quia tangens hujus anguli, five illi aequalis, FCN superatur a tangente ang.ⁱ PCN . Sunt autem hi anguli ut jam diximus inclinationes internodiorum AB, BC, CD ad planum horizontis. Ergo constat propositum.

Catenae seu fili suspensi aequalia pondera innexa habentis, si infimum internodium horizonti parallelum fuerit erunt deinceps anguli reliquorum internodiorum cum horizontali plano tales, ut eorum tangentes crescant secundum rationem numerorum ab unitate incipientium 1, 2, 3, 4, 5, etc.

§ II³⁾.

Catena composita ex virgulis aequalibus WS, SP, PG, GB et dimidia BA , quae horizonti parallela. $AB = a. AC = b$.

Fig. 2.



⁴⁾ On remarquera que, en langage moderne, ce théorème, appliqué à la chaînette, revient à

$$\frac{d}{ds} \frac{dy}{dx} = k.$$

l'équation bien connue:

tangentem in vertice AI . Dico rectam AI aequalem fore curvae AK . Nam quia perp. KL ad LE ut curva AK ad AC , ut dictum pag. 3a ante hanc.¹³⁾ Ut autem KL ad LE ita est IA ad AC ; erit curva AK ad AC ut recta IA ad AC , ideoque curva AK aequalis rectae IA .

Ergo si F sit punctum curvae ubi illius tangens inclinatur ad plan. horiz. angulo femirecto, erit curva AF aequalis recto AC .

§ IV¹⁴⁾.

Ex C ducantur CH , CI minimum angulum ad C constituentes. Sitque NR parall. HC , eademque curvae AK ad ang. rectos. Item KR parall. IC , eademque curvae ad ang. rectos. Erit jam $AN = AH$, et $AK = AI$ ex superius traditis. Unde $NK = HI$.

IW est perp. CI , itemque HM . Cumque sicut KN ad MH , hoc est IH ad MH , ita sit KR ad MC seu KR ad IC ut WI ad IA (nam ut IH ad HM ita WI ad IA) five ut WC ad CI . Itaque WC aequ. KR , hoc est $= AC +$ curva CR , et ablata communi CA , sit curva $CR = AW$.

§ V¹⁵⁾.

Cumque angulus NRK sit aequalis HCI propter parallelismum continentium, erit triang. NRK ad triang. HCI five HCM (ducta HM perp. in CI) sicut quad. NR ad quad. HC , seu ut quad. KR ad quad. IC , nam IC , HC aequales propter angulum in C minimum.

Sed KR est aequ. CW . Ergo triang. KRN ad triang. ICH ut qu. WC ad qu. CI , hoc est ut WC ad CA .

Si IZ ponatur $= CW$, erit Z ad parabolam vertice C , axe CO , latere recto CA ¹⁶⁾. Et quia triang. KRN ad ICH ut WC ad CA , hoc est ut ZI ad Ie , hoc est ut $\square ZH$ ad $\square eH$; estque $\square eH =$ duplum triang. ICH , erit et $\square ZH$ duplum triang. KRN . Atque ita spatium totum $ACRKA$ dimidium spatii $ACZIA$, quod aequale rectangulo AD cum tertia parte rectang. CZ . Itaque

¹³⁾ C'est-à-dire dans le paragraphe précédent. Consultez la note 11.

¹⁴⁾ Rectification de la développée. Démonstration du deuxième théorème de l'anagramme. Le texte et la figure 4 sont empruntés à la page 59 verso du livre G. Quelques lettres (T , X et E), et la ligne TX , ont été ajoutées à la figure pour l'accommoder au texte des autres paragraphes où nous l'avons employée.

¹⁵⁾ Quadrature de la figure mixte $ACRKA$. Démonstration du troisième théorème de l'anagramme. Ce paragraphe est emprunté à la page 59 verso.

¹⁶⁾ En effet: $eZ = AW = \frac{AI^2}{CA} = \frac{Ce^2}{CA}$

spatium $ACRKA$ aequale triangulo $ICA + \frac{1}{3}$ triangulo LAW , hoc est $\frac{1}{2} cr + \frac{1}{3} ce$ ¹⁷⁾.

§ VI¹⁸⁾.

Sit KS tangens in K . Dico superficiem genitam ex conversione curvae AK circum axem AC , aequari circulo cujus radius medius proportionalis sit inter AC et duplam AS . Unde patet curvas ex conversione KA et FA circa axem AC , esse inter se sicut AS , AG quas abscindunt tangentes in terminis K et F .

Demonstratur ex eo quod si ex T interfectione tang. duum AT , KS ducatur TX axi parall., ea debet transire per centrum gravitatis curvae AKF quia tangentes in K et A ; hoc est fila catenam FKA sustinentia conveniunt in T .

Jam ut KL ad LE , hoc est ut SL ad KL , five ut SA ad AT , ita curva KA ad AC ex supradictis¹⁹⁾. Unde quod sit ex SA in AC aequ. facta ex AT in curvam AK , ideoque superficies ex conversione curvae AK aequalis cylindricae superficiei cujus altitudo AC , semidiameter basis AS , hoc est circulo cujus radius media prop. inter AC et duplam AS .

§ VII²⁰⁾.

Angulorum GBO (fig. 2), PGU , SPT , WSX , etc. tangentes aequaliter crescunt, atqui BG , GP , PS , SW sunt aequales. Ergo GO , PU , ST , WX sunt sinus angulorum quorum tangentes aequaliter crescunt et BO , GU , PT , SX eorundem angulorum sunt sinus complementorum.

Ut inveniatur summa omnium sinuum ut σe , Πd (fig. 5), quorum tangentes respectivae crescunt aequaliter, accipiuntur iidem sinubus aequales in rectis eX , $\lambda\mu$ atque ita fit ut summa sinuum quaesita (puta arcus αz) ad totidem radios, sit ut spatium $\delta\omega\Theta z$ ad $\square \alpha z$ ²¹⁾.

¹⁷⁾ Ici e représente l'arc CR de la développée, qui, d'après le paragraphe précédent, égale AW .

¹⁸⁾ Quadrature de la surface de révolution de la chaînette. Démonstration du quatrième théorème de l'anagramme. Ce paragraphe se trouve à la page 59 recto. Des changements dans la notation y ont été apportés pour la raison mentionnée dans la note 12. Pour le reconstituer dans sa forme primitive on doit remplacer dans la figure 4 et dans le texte les lettres K , S , L , F , G , par F , G , F , N , S . Tout ce paragraphe avait été biffé, mais Huygens ajouta plus tard: „non delenda sunt enim vera”.

¹⁹⁾ Voir le § III. D'après ce paragraphe l'arc KA égale IA ; mais on a évidemment $IA : AC = KL : LE$.

²⁰⁾ Construction de la courbe $xxxy = aaxx - aaxy$ de l'anagramme, dont la quadrature permet de trouver le rapport de l'ordonnée AL . (fig. 4) à l'arc AK de la chaînette pour un angle donné de la tangente KS avec la ligne horizontale. Le paragraphe a été emprunté aux pages 58 recto et 61 recto.

²¹⁾ En effet, si l'on fait subir à la ligne αq des accroissements petits et égaux, il est clair d'abord que les tangentes des angles $\alpha\delta\sigma$ s'accroissent de même avec des quantités égales. Mais alors la somme des sinus de ces angles, multipliée par le petit accroissement que nous avons supposé,