

altri suoi pensieri intorno alla materia di movimenti ad ognun altro fuor di me; e quantumche sia opinione contraria a quella di V. S., ho stimato che lei la verrà con la solita amorevolezza sua e con qual suo candore d'animo che non ha pari. Io ho detto che quel gentilhuomo è mio amico, perchè veramente l'è, e non s'affatica in queste materie che per la consideratione di V. S. e per avisarla di quello che li pare necessario inanzi che sia fornita la stampa del suo trattato *de Motu* (1). Delle qualità di queste demonstrationi, doppo haver parlato del' authore e dove concorre il giuditio di V. S., non occorre di inviare il mio parere : dirò solo ch'io sono stato ancora mosso di mandarglieli dal suo vero amico el Sig^r Deodati

3. GALILÉE A CARCAVI POUR FERMAT.

ARCETRI, 5 JUIN 1637.

(Florence, Bibl. Naz., Mss. Galileiani, Parte V, Tomo IV, f^os 1-3 et aussi f^os 4-8. — Deux copies de mains différentes. — La lettre a été imprimée déjà dans l'édition d'Albèri des *Opere di Galileo Galilei*, vol. VII, 1848, p. 155 et suiv.)

Déjà, en septembre 1636, le libraire Louis Elzevier avait emporté de Venise le manuscrit des *Discorsi*, avec lequel il fut signalé bientôt à Paris (voir ci-dessous la note 1). Ceci explique que Galilée ne put tirer profit des remarques de Fermat pour l'impression de cet Ouvrage, dans lequel il traite à nouveau du degré de vitesse d'un grave qui commence à descendre (éd. de 1638, p. 159-161), de la loi de la chute des graves (*Ibid.*, pp. 169 et suiv.) et de l'idée de Platon sur l'origine des planètes, dont l'exposé a subi dans cet Ouvrage une

(1) Carcavi entend le manuscrit des *Discorsi*, qui fut imprimé en 1638, mais dont on avait connaissance à Paris depuis l'automne de 1636, selon une lettre de Carcavi à Galilée du 6 novembre 1636 (*Le Opere di Galileo Galilei*, ed. naz., vol. XVI, p. 514).

modification (p. 254-255). L'influence des remarques de Fermat ne se laisse soupçonner que dans une apostille manuscrite ajoutée par Galilée à un exemplaire imprimé du *Dialogo* de 1632, après sa proposition des degrés infinis de vitesse entre le repos et un degré quelconque de la vitesse, pour élucider son opinion que la nature ne donne pas aux corps tombants immédiatement un degré déterminé de vitesse (*Le Opere di Galileo Galilei*, ed. naz., vol. VII, 1897, p. 45). Toutefois, l'attitude du savant de Florence fait ressortir suffisamment la lettre suivante de Galilée à Carcavi, à l'égard des considérations de Fermat. Nous ajoutons à la lettre une traduction française qui a sa valeur, puisqu'elle est contemporaine de l'original perdu. Cette traduction se trouve dans un des recueils de lettres adressées à Mersenne et reliés aux armes des Minimes de Paris, qui sont conservés à la Bibliothèque nationale à Paris (fonds fr. nouv. acq., 6204, f^{os}. 122-125), mais c'est à tort que cette traduction, due sans doute aux soins de Mersenne, porte à sa fin « *D'Arcettry, le 15^e juin 1638* ».

Vengo hora alle opposizioni
chel'amico di V. S. fa ad alcune
delle mie proposizioni.

Le quali opposizioni io ammetto, trattone una, per vere e concludenti, ma non già per non prevedute e da me inopinante, perchè è gran tempo che, havendo con estrema ammirazione veduta e studiata la Spirale d'Archimede, la quale egli compone di due moti equabili, uno retto e l'altro circo-

Je viens maintenant aux
oppositions que M^r vostre amy
faict à quelqu'unes de mes Pro-
positions.

Lesquelles oppositions (excepté vne) j'accorde pour vrayes et concluantes, mais non pas sans les auoir prévuës et préméditées. Car il y a longtemps qu'ayant veu et estudié avec vn' extrême admiration la ligne Spirale d'Archimède (qu'il compose de deux mouvements esgaux, l'vn droict et

lare, mi cadde in pensiero la Spirale composta del circolare equabile e del retto accelerato secondo la proporzione dell' accelerazione dei gravi naturalmente descendent, la quale io mi persuado haver dimostrato esser in duplicata proporzione di quella del tempo : e questa è la Spirale dell' amico di V. S. (3).

E sebene nel *Dialogo* (4) vien detto poter esser che mescolato il retto del cadente con l'equabile circolare del moto diurno, si componesse una semicirconferenza che andasse a terminar nel centro della Terra, ciò fu detto per scherzo, come assai manifestamente apparisce, mentre vien chiamato un *capriccio* et una *bizzarria*, cioè *iocularis quædam audacia*.

Desidero per tanto in questa parte esser dispensato, e mas-

l'autre circulaire) je me représente ladicte ligne Spirale composée du mouvement circulaire égalable (1) et du droit hasté (2), selon la proportion de l'aduancement et hastiueté des poids naturellement descendans, laquelle j'estime auoir desmontrée estre en proportion double à celle du temps. Et cette cy est la ligne Spirale de Vostre Amy (3).

Et bien que dans mon *Dialogue* (4) il soit dict qu'il peult estre que le mouuement droit du tombant estant meslangé avec le circulaire esgalable du mouuement journalier, il se composast vne demye circonferance qui allast se terminer au centre de la Terre, cela fust dict par gausserie, comme il se veoid assez clairement ayant esté appelé vn *caprice* et *bizarrierie*, c'est-à-dire vne certaine liberté de jeu.

C'est pourquoy je désire en cet endroit estre excusé, et

(1) En marge : *del circolare equabile*.

(2) En marge : *del retto accelerato*.

(3) Voir ci-avant le Document I.

(4) Ci-avant, p. 2-3.

sime tirandosi dietro questa, dirò poetica finzione, quelle tre inaspettate conseguenze, cioè che il moto del mobile sarebbe sempre circolare; *secondariamente* sempre equabile; 3° che in questo apparente moto *deorsum* niente si moveva di più di quello che si faceva mentre era in quiete.

Aggiungo hora, che sebene dalla composizione del moto equabile orizzontale col retto perpendicolarmente descendente con l'accelerazione fatta nella proporzione da me assegnata, si descriverebbe una linea che andando a terminar nel centro sarebbe Spirale, niente di meno sin che noi ci trattenghiamo sopra la superficie del globo terrestre, io non mi perito di assegnare a tal composizione una linea parabolica, asserendo tali esser le linee che da i proietti vengono descritte. La qual mia asserzione potrà somministrar materia d'impugnarmi assai maggiore del moto di mezo cerchio,

principallemente mettant après ceste fiction (que je diré poetique) ces trois conséquences inespérées, sçavoir : que le mouuement du mobile seroit tousjours circulaire, *secondement* tousjours égalable, *tiercement* qu'en ce mouuement apparent d'ambas rien ne ce mouuoit de plus que ce qui ce fesoit lorsqu'il estoit en repos.

J'adjouste maintenant que, bien que (de la composition du mouuement égalable horizontal avec le droict descendent perpendiculairement avec l'aduancement ou hastiueté faictes dans la proportion que j'ay donnée) on descriue vne ligne qui hallant se terminer au centre seroit spirale, néanmoins, jusques à ce que nous nous entretenions sur la superficie du globe terrestre, je ne me repens point de donner à telle composition vne ligne parabolique, soustenant que telles sont les lignes descriptes par ces projects. Laquelle mienne proposition pourra fournir matière pour me com-

il quale almeno facevo pure andare a terminar nel centro, dove anco son sicuro che andrebbero a terminare i proietti. E pur la linea parabolica si va sempre più e più slargando dall' asse, che è la perpendicolare al centro.

Hora qui potrà V. S. e l'amico suo maggiormente maravigliarsi di me, che, conoscendo e confessando l'error mio, pur vi vo perseverando (1).

Tutta via spero d'impetrar

batre encore plus grande que le mouuement du demy cercle, lequel pourtant je fesois au moins aller ce terminer jusques au centre, là où je suis encore assuré que les projects iroient ce terminer. Comme aussy la ligne Parabolique va tousjours de plus en plus s'esloignant de l'essieu, qui est la perpendiculaire au centre.

Or, Mons^r, vous pourrez et vostre amy d'aultant plus, vous estonner de moy que cognoissant et confessant mon erreur, néantmoins je vais toujours y perseverant (1).

Touttesfois j'espère obtenir

(1) Il est évident que la parabole n'est pas une solution suffisante du problème qui nous occupe, même pas pour l'espace à l'extérieur de la Terre. En supposant le centre du Soleil à distance infinie, elle peut convenir, sous certains rapports, au problème de l'origine des planètes, attribué à Platon (voir ci-avant, p. 9), comme il était résolu depuis vingt ans par Kepler. Quant à la solution du problème de Fermat, nous avons déjà vu qu'il s'est abstenu de considérer la variation de l'accélération dans l'intérieur de la Terre avec la distance des corps au centre, ce qui est la cause pour laquelle les vitesses aux points différents des trajectoires sont différentes. En tenant compte de cette correction, on remarque que le mouvement oscillatoire, dont il a été question plus haut (p. 16, la note 2) persiste, mais le mouvement de la pierre répondra aux lois des petites oscillations, pour lesquelles le centre de la Terre est un point asymptotique. Après la publication de la description de la courbe et le résultat obtenu grâce à Fermat, par Mersenne d'abord en 1638, puis, en 1644, dans ses *Cogitata physico-mathematica* (*Ballistica*, p. 49-52, 57-58, prop. X, cor. 2; voir aussi ses *Reflections phys.-math.* de 1647), on trouve des considérations qui ont des rapports avec les précédentes dans la discussion de la courbe faite par Cabeo (*Comment. meteor.*, t. I, Roma, 1646, p. 89), par Renieri (voir ci-avant, p. 47, la note 1), par Borelli, qui conclut que la courbe n'est pas régulière (*de Vi percussionis*, Bononiæ, 1667, p. 109) et de Angelis (voir ci-avant, p. 3, la note 2).

perdono dalla loro benignità, e tanto più me lo prometto, quanto comprendo che gl'avvertimenti loro derivano dal desiderio di farmi cauto, acciò che io non incorra in quelli errori nei quali incorrono e sono incorsi tutti i più intelligenti meccanici, e l'istesso Archimede, massimo ingegno e sovrumano; il quale supponendo, come egli fa ne' suoi *Equponderanti* e nella *Quadratura meccanica della Parabola*, e come fanno tutti gl'ingegneri e architetti, supponendo, dico, che i gravi descendano per linee parallele, danno occasione di dubitare che gli sia stato ignoto come tali linee non sono altramente equidistanti, ma vanno a concorrere nel centro commune delle cose gravi.

Da questa veramente falsa supposizione traggono origine, s'io non erro, le obbiezioni fattemi⁽²⁾ dall'amico di V. S.,

(1) En marge : *Equponderanti*.

(2) Voir ci-avant, p. 39 et suiv.

pardon de vos bontéz et me le promets d'aultant plus que je reconnois que vos sentimens procèdent du désir que vous avez de me rendre plus aduisé affin que je ne sois surpris dans les erreurs où tombent et sont tombéz tous les plus intelligens éz Méchaniques, et mesme Archimède donc d'un esprit grand et surnaturel; lequel supposant, comme il faict dans ses *Equilibres* (1) et dans sa *Quadrature méchanique de la Parabole*, et aussy comme font tous les jngénieurs et architecte, supposant, dis-je, que les poids descendent par lignes parallalles, ilz donnent occasion de doubter qu'il leur a esté cogneu comme telles lignes ne sont en aucune façon esgalement distantes, mais vont à concourir au centre commun des choses graues et pesantes.

Et sy je ne me trompe, les objections qui m'ont esté faictes par Vostre Amy (2), prennent leur origine de cette

le quali nell' avvicinarsi al centro della terra acquistano tanta forza et energia, e tanto variano da quello che noi in superficie con errore, benchè leggiero, supponghiamo, che quelli che qua su noi chiamiamo piani orizzontali, finalmente nel centro doventano linee perpendicolari, e di linee non inclinate degenerano in linee totalmente inclinate. Aggiungo di più, come V. S. e l'amico suo in breve potrà vedere dal mio libro che già *stat sub prælo* ⁽¹⁾, che io argomento *ex suppositione*, figurandomi un moto verso un punto, il quale partendosi dalla quiete vadia accelerandosi, crescendo la sua velocità con la medesima proporzione con la quale cresce il tempo; e di questo tal moto io dimostro concludentemente molti accidenti. Soggiungo poi, che se l'esperienza mostrasse che tali accidenti si ritrovassero verificarsi nel moto

supposition certainement faulse, lesquelles en s'approchant du centre de la Terre acquièrent tant de force et vertu, et s'esloignent tant d'iceluy, que nous supposons en la superficie avec erreur (bien que legère) que les plans que nous appellons hautes horizontaux, finalement deviennent dans lesdites lignes perpendiculaires, et de lignes qui ne sont point penchées elles degenerent en lignes totalement penchées. J'adjouste de plus (comme Vous et Vostre amy le pourrèz veoir en bref par mon liure qui est ja sous la presse) ⁽¹⁾ que j'argumente avec supposition, me figurant vn mouuement vers un poinct, lequel sortant de son repos, aille s'aduançant et augmentant sa vistesse en la mesme proportion que croist le temps; et de ce mouuement ainsy, je desmontre conclusiuement plusieurs accidens. A quoy j'adjouste encore que sy

(1) Les *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla meccanica e i movimenti locali*, emportés de Venise par Louis Elsevier (voir ci-avant, p. 49, la note 1) et publiés à Leide en juillet 1638.

dei gravi naturalmente descendent, potremmo senza errore affermare questo essere il moto medesimo che da me fu definito e supposto; quanto che no, le mie dimostrazioni, fabricate sopra la mia supposizione, niente perdevano della sua forza e concludenza; sì come niente progiudica alle conclusioni dimostrate da Archimede circa la Spirale il non ritrovarsi in natura mobile che in quella maniera spiralmemente si muova. Ma nel moto figurato da me è accaduto che tutte le passioni, che io ne dimostro, si verificano nel moto dei gravi naturalmente descendenti; si verificano, dico, in maniera, che mentre noi ne facciamo esperienze sopra la terra, et in altezze e lunghezze da noi praticabili, non s'incontra niuna sensibile diversità; la qual però diversità, sensibile, grande et immensa si farebbe nell' avvicinarsi e grandemente approssimarsi al centro.

l'expérience monstroit que tels accidens se trouvastent estre veriffiez dans le mouuement des choses graues naturellement descendentes, nous pourrions certainement asseurer que c'est le mesme mouuement qui a esté par moy deffiny et supposé. D'aautant plus que mes desmonstrations qui ont esté faicte sur ma supposition, ne perdoient rien de leure force et concequence; tout ainsy qu'il ne préjudicie point aux conclusions démontrées par Archimède touchant la ligne Spirale de ne se point trouuer en la nature de mobile qui se meue spiralemment. Mais dans le mouuement que j'ay représenté, il est arriué que toutes les passions que j'en faict veoir se veriffient au mouuement des graues naturellement descendans; et ce veriffient, dis-je, en telle sorte, que, pendant que nous en faisons expérience sur la Terre ez haulteurs et longueurs par nous vsitez, il ne s'y rencontre aulcune diuersité sensible; laquelle diuersité pour-

Et ancorchè l'amico suo ammetta che nel farne esperienze riescano senza errore, ma che con tutto ciò vuole anteporre la ragione al senso, che può ingannarsi (1), io gli mostrerò qualche esperienza che pure dovrebbe farsi sensibile e senza inganno del senso.

Pendano da due fili egualmente lunghi due gravi, quali sarebbero, per esempio, due palle d'archibuso; e l'uno di questi fili sia attaccato nella più sublime altezza che haver si possa, e l'altro nella più bassa, posto la lor lunghezza essere di 4 o 5 piedi. E stando due osservatori, l'uno nel luogo altissimo e l'altro nell' infimo, allarghino dallo stato perpendicolare esse palle, e dato loro l'andare libero nell'istesso momento di tempo, vadano numerando le loro vibrazioni, continuando la moltitudine di quelle

tant se rendroit apparente, grande et immense en s'approchant beaucoup du centre.

Et encore que vostre Amy accorde qu'en faisant les expériences elles réussissent sans erreur, et qu'avec tout cela il veuille proposer la raison au sens qui se peult tromper (1), je luy monstreray quelque expérience qui se deburoit rendre sensible et sans aucune tromperie du sens.

Il fault suspendre à deux filets esgallement longs deux poids, comme seroient par exemple deux balles d'harquebuzé, et l'un de ces filets soit attaché à la plus grande hauteur que l'on puisse auoir, et l'autre à la plus basse, supposé que leur longueur soit de quatre ou cinq pieds. Et y ayant deux observateurs, l'un pour le plus hault, l'autre pour le plus bas, qu'ils esloignent les deux balles de leur estat perpendiculaire, puis les laissant retrouver librement ensemble en mesme moment de temps, qu'ilz comptent leurs

(1) Voir ci-avant, p. 36.

per molte centinaia; chè troveranno riscontrarsi talmente innumeri di quelle, che nè in molte centinaia, nè anco migliara, si troverà lo svario di una sola: argomento necessariamente concludente, che ciascheduna di esse si fa sotto tempi eguali. E perchè quello che accade in questi movimenti per archi di cerchi, accade ancora nelle corde a quelli sottese, casca a terra tutto quello che l'amico di V. S. dice accadere deve sopra piani inclinati, paralleli tra di loro et egualmente lunghi, dei quali l'uno fusse più vicino al centro della terra che l'altro; cade, dico, assolutamente, mentre siano posti amendue fuori della superficie del globo terrestre.

Quello poi che dovesse accadere tra due simili piani ⁽¹⁾ dei quali l'uno fusse fuori della superficie terrestre, e l'altro

alléz et retours, et continuant la multitude d'icelles par plusieurs centaines, ilz reconnoistront leurs nombres se rencontrer tellement, qu'en plusieurs centaines, voire mesme des millions, il ne s'y trouuera différence d'une seule: argument nécessairement concludant que toutes et chascune d'icelles se font en temps esgaux. Et pource que ce qui arriue en ses mouuemens par arcs de cercles, arriue aussy à leurs chordes, par ainsy se ruyne et tombe par terre tout ce que vostre Amy dict de buoir arriver sur les plans inclinez, paralleles entre eulx et également longs, l'un desquels seroit plus proche du centre de la Terre que l'autre; il tombe, dis-je, très absolument, pourvu qu'ilz soient mis tous dehors de la superficie du globe terrestre.

Et celui qui deburoit escheoir entre deux plans esgaulx ⁽¹⁾, l'un desquelz seroit hors la superficie terrestre, et l'autre tel-

⁽¹⁾ Voir ci-avant, p. 40 et suiv.

tanto adentro che andasse a terminare anco nell' istesso centro, io per adesso non voglio dire quello che me ne creda; ma non ho sin ora ragione che necessariamente mi convinca ad ammettere che il mobile che va a terminare nel centro passasse il suo spazio in tempo più breve che quell' altro mobile il suo. Ma più dirò, che appresso di me non è bene risoluto e chiaro che un mobile grave arrivasse più presto al centro della terra partendosi in lontananza da quello di un sol braccio, che altro simile che si partisse da lontano mille miglia. Questo non affermo, ma lo propongo come paradosso, per la distruzione del quale forse l'amico suo haverà o troverà dimostrazione necessariamente concludente.

A quello poi che ei produce (1) per distruzione del mio asserto, cioè che il grave

lement dedans qu'il allast se terminer encores dans le mesme centre, je ne veux pour le présent dire ce que j'en croy; mais je n'ay pas jusques à présent de raison qui me convainque et contraigne nécessairement d'accorder que le mobile qui va se terminer au centre, trauser son espace en moins de temps qu'une autre mobile le sien. Mais je diré de plus que pour moy je ne tiens pas pour bien résolu et éclaircy qu'un mobile grave arrive plutôt au centre de la Terre n'en estant esloigné que d'une seule brassée, que vng autre semblable qui s'y porteroit distant de 300 lieues. Jen'affirme pas cela, mais je le propose comme parradoxe, pour lequel destruire peult estre que vostre Amy aura ou trouuera des démonstrations nécessairement concluants.

Et toutesfois, quant à ce qu'il produit (1) pour ruyner ce que je mes en auant (c'est à sçavoir

(1) Voir ci-avant, p. 36-37.

partendosi dalla quiete passi necessariamente per tutti i gradi di tardità, non so veramente applicare il suo postulato, mentre domanda che li sia concesso, non darsi moto senza velocità : dove mi pare che tale proposizione importi quel medesimo che se altri dicesse, non darsi linea senza lunghezza. E si come partendosi dal punto, che manca di lunghezza, non si può entrare nella linea senza passare per tutte le infinite linee, minori e minori, che si comprendono tra qualsivoglia linea segnata e 'l punto, così il mobile che si parte dalla quiete, che non ha velocità alcuna, per conseguire qualsivoglia grado di velocità deve passare per gl' infiniti gradi di tardità compresi tra qual si sia velocità e l'altissima et infinita tardità.

Sia l'angolo compreso dalle linee AB, AC (*fig. 16*) e passi per

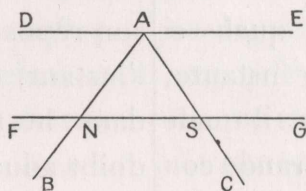
qu'un poids sortant du lieu de son repos passe nécessairement par tous les degrés de tardifueté) je ne scaurois comment appliquer son intention quand il demande qu'on luy accorde qu'il ne se donne point de mouement sans vistesse, là où il me semble que telle proposition emporte la mesme chose que sy on disoit qu'il ne se donne point de ligne sans longueur. Et tout ainsy comme partant d'un point (qui n'a point de longueur), on ne peut entrer dans vne ligne sans passer par toutes les infinies et plus petites lignes contenues entre quelque ligne que ce soit donnée, et ledict point, de mesme le mobile qui part du lieu de son repos (qui n'a vistesse aucune) pour acquérir quelque degré de vistesse que ce soit, doit passer par les degrés infinis de tardifueté compris entre quelque vistesse que ce soit et la très grande ou extrême tardifueté.

Soit l'angle compris par les lignes AB et AC (*fig. 16*), et que

il punto A la linea DE, la quale si intenda descendere in FG, mantenendosi sempre parallela a sè stessa; è manifesto che di essa linea DE nell' angolo A non ve ne è parte che habbia lunghezza alcuna. Ma nel descendere e trasferirsi in FG vengono di lei intercette tra le AB, AC parti maggiori e maggiori,

la ligne DE passe par le point A, laquelle ligne il fault entendre qu'elle descends vers FG, demeurant tousjours parallele à soy mesme, il est constant qu'il n'y a partye de ceste ligne DE dans l'angle A qui ayt aucune longueur. Mais en descendant et se transportant vers FG, elle vient à estre entrecouppée

Fig. 16.



secondo che maggiore si fa lo spazio della scesa; et in questo esempio la parte intercetta è la NS. Ora è manifesto, nissuna linea potersi assegnare di così poca lunghezza, sì che altre infinite minori e minori non ne siano stato comprese tra le AN, AS verso l'angolo A. Onde l'asserire nel moto della traversale FG essersi passato per tutte le immaginabili lunghezze comprese tra la NS e l'angolo A, sì che nissuna se ne sia lasciata

par la ligne AB et AC en parties plus grandes et plus grandes selon que l'espace de la descente est plus grand; et en cet exemple la partie entrecouppée est la ligne NS. Maintenant il est clair et manifeste qu'aucune ligne ne se peult assigner de sy petite longueur qu'il n'y en ayt encore d'autre infinie moindre et plus petite comprise entre la ligne AN et AS vers l'angle A. C'est pourquoy d'assurer que

in dietro, mi pare proposizione lontana da ogni dubbio.

E così, mentre io stabilisco uno instante di tempo, nel quale partendosi il mobile dallo stato di quiete, nel quale si trovò nell' assegnato instante, et entrando in moto, il quale debba andarsi accelerando con quella proporzione che cresce la quantità del tempo, la quale nel detto instante era nulla; sì come non si può assegnare così piccolo spazio di tempo che di minori non ne siano decorsi dopo il primo instante segnato, così partendosi il mobile dalla quiete non trapassa quantità alcuna di velocità segnata, che per minori ancora non si sia ritrovato.

Vorrei che V. S. proponesse all' amico, se egli ammette

au mouement de la ligne traversière FG, elle soit passée par toutes les longueurs imaginables comprises entre la ligne NS et l'angle A, de sorte qu'il n'y en ayt aucune obmise et delaissée; il me semble que c'est vne proposition esloignée de tout doute.

Et ainsy en establiissant vn instant de temps dans lequel le mobile sortant de l'estat de son repos (où il se trouuoit en l'instant donné) et entrant dans le mouement qui se doit aduancer et haster avec telle proportion que croist la quantité ou longueur du temps (laquelle en ce mesme instant estoit nulle) tout ainsy qu'il ne se peult donner vng sy petit espace de temps qu'il n'en soit passé encôre de moindre depuis le premier instant donné, de mesme le mobile en partant du lieu de son repos, ne passe aucune quantité de vistesse donnée qu'il n'en n'ayt trauersé encore de moindre.

Je voudrois, Monsieur, que vous proposasiez à vostre Amy

meco che un mobile che vadia perdendo continuamente di velocità, come, per esempio, fa un grave proietto perpendicolarmente in su, passi ad un tal grado di velocità poco minore della sua più tosto che a uno minore assai; come, per esempio, una palla di piombo, che tirata in alto va continuamente perdendo di velocità, sia per trapassare prima da 10 gradi a 9, che a 6 o 4. Credo che egli concederà, non essere ragione alcuna di trapassare immediatamente da 10 a 6, saltandone e interponendone li gradi 9, 8, 7, sì come stimo io e credo che egli ancora concederà. Consideri adesso che quella palla, andando continuamente et successivamente perdendo di forza e di velocità, si riduce finalmente allo stato di quiete, tra'l quale e qualsivoglia assegnato grado di tardità ne sono altri et altri maggiori. Quando dunque ei sarà giunto, per esempio, a 100 gradi di tardità, che ragione si potrà egli addurre ch'ei faccia

s'il m'accorde qu'un mobile (qui va continuellement perdant de sa vitesse comme, par exemple, fait un poids jeté perpendiculairement en bas) passe avec un tel degré de vitesse peu moins que la sienne, comme, par exemple, qu'une balle de plomb (laquelle tirée en hault va continuellement perdant sa vitesse) soit capable de passer plutôt de 10 degrés à 9 que à 6 ou 4. Je croy qu'il accordera qu'il n'y a aucune raison de passer immédiatement de 10 à 6 en sautant et outrepassant les degrés 9, 8 et 7, comme j'estime et croy que luy mesme en demeurera d'accord. Considérez donc que ceste balle allant continuellement et successivement perdant de sa force et vitesse, elle se reduit finalement au point de son repos, entre lequel et tout autre degré de tardifueté donné, il y en a encore d'autres et d'autres plus grands. Quand donc elle sera arriuée, par exemple, à 100 degrez de tardifueté, quelle

passaggio da i cento gradi di tardità alla quiete, cioè alla tardità infinita, tralasciando di passare per li 120, per li 200, per li 1000, che pur sono al 100 più propinqui che l'infinito? E così convertendo il suo movimento dal punto altissimo verso il basso, arbitrario più che ragionevole sarebbe, per mio parere, il discorso di colui che volesse negare ch'ei ripassasse conversamente, cioè con ordine prepostero, quei medesimi gradi per i quali passò nella salita.

Questo è quanto per ora voglio dire à V. S. Ill^{ma} in questo proposito,

raison se pourra-il apporter pour la faire passer desdicts 100 degrez de tardifueté à son repos (c'est à dire à vne tardifueté infinie) en obmettant de la faire passer par les 120, 200 et 1000 qui sont plus proches des 100 que l'infiny? Et ainsy conuertissant son mouuement de poinct très hault vers le bats, le discours à mon aduis seroit plus arbitraire que raisonnable de celuy qui voudroit nier qu'il repassast en retrogradant par vn ordre contraire les mesmes degrez par lesquels il auroit passé à son despart.

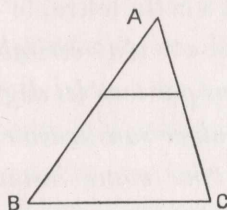
Voilà, Monsieur, tout ce que je désire vous dire pour maintenant sur ce subject,

Ajoutons à ce qui précède que l'opposition contre les doctrines de Galilée sur le parcours du corps par tous les degrés de vitesse et contre sa démonstration de la loi de la chute des graves se renouvela après leur publication réitérée dans les *Discorsi* de 1638 (p. 169 et suiv.). Ainsi Descartes écrivit à Mersenne le 11 octobre 1638, peut-être en faisant allusion aussi à l'écrit précédent (1) : « *Tout ce qu'il di des degrez de vitesse du mouvement, se peut dire en mesme façon des degrez de largeur du triangle ABC (fig. 17), et toutesfois ie ne croy*

(1) *Œuvres de Descartes*, éd. cit., t. II, 1898, p. 399; cf. aussi ci-après, p. 69.

pas qu'il veuille nier qu'entre le point A et la ligne BC, toutes les largeurs qui sont moindres que BC ne s'y rencontrent. » A plus d'une reprise le

Fig. 17.



philosophe assurait alors savoir par démonstration qu'il n'est pas vrai que les vitesses s'augmentent en proportion double de l'espace ⁽¹⁾ : la loi de Galilée se vérifie à peu près seulement vers le commencement du mouvement, tandis que la vitesse ne s'augmente plus vers la fin ⁽²⁾. « *Je ne puis* — écrivit-il aussi à Mersenne ⁽³⁾ — *déterminer la vitesse dont chaque cors pesant descend au commencement, car c'est une question purement de fait, et cela dépend de la vitesse de la matière subtile, laquelle oste au commencement autant de la proportion de la vitesse dont les cors descendent que le petit triangle ABC* ⁽⁴⁾ *oste du triangle ADE, si on pose la ligne BC pour le premier moment de vitesse et DE pour le dernier.* » C'était à Debeaune, qui préparait alors son ouvrage sur les Mécaniques, fondé sur les principes de Galilée, mais aujourd'hui perdu, et qui avait expliqué à Mersenne dans une lettre du 26 mars 1639 la démonstration géométrique de la loi insérée dans le *Dialogo* de 1632 ⁽⁵⁾, que Descartes adressa le 30 avril 1639 sa lettre confidentielle sur l'explication de la pesanteur des corps ⁽⁶⁾. Enfin, dans une lettre à Mersenne du 25 décembre 1639, Descartes lui apprend ⁽⁷⁾ qu'il « *faut sçavoir, quoyque Galilée et quelques autres dient au contraire, que*

(1) *Op. cit.*, t. II, 1898, p. 386, 387, 442-443, 534.

(2) *Op. cit.*, t. III, 1899, p. 37-38, 164-165.

(3) *Op. cit.*, t. III, 1899, p. 36.

(4) La figure représente un triangle isocèle, dont DE est la base et BC une droite près du sommet et parallèle à la base.

(5) *Œuvres de Descartes*, éd. cit., t. V, 1903, p. 538.

(6) *Op. cit.*, t. II, 1898, p. 544.

(7) *Op. cit.*, t. II, 1898, p. 630.

les corps qui commencent à descendre ou à se mouvoir, en quelque façon que ce soit, ne passent point par tous les degrés de tardiveté, mais que dès le premier moment ilz ont certaine vitesse, qui s'augmente après de beaucoup ». Et en revenant à cette lettre, le 29 janvier 1646, il écrivit au Minime que dans celle-ci « *ie n'ay véritablement pas dit que les cors qui descendent ne passent pas par tous les degrez de tardiveté, mais i'ay dit que cela ne se peut déterminer sans sçavoir ce que c'est la Pesanteur, ce qui signifie le mesme. Pour vostre instance du plan incliné (voir ci-avant, p. 28), elle prouve bien que toute vitesse est divisible à l'infiny, ce qui i'accorde; mais non pas que lorsqu'un cors commence à descendre, il passe par toutes ces divisions* » (1), en avouant aussi encore plus tard (2) que ni les mouvements violents ni les naturels ne passent par tous les degrés de tardiveté.

Ces considérations, desquelles dépendait la démonstration galiléenne de la loi de la chute des graves, continuèrent d'exciter la curiosité des savants français encore longtemps après. Mersenne revint aux doctrines du Maître sur cette loi à bien des reprises dans le gros volume de ses *Cogitata physico-mathematica* qu'il publia en 1644 et interrogea à ce sujet aussi Michelangelo Ricci et Torricelli dès son séjour en Italie dans l'hiver de 1644-1645 (3), en leur apprenant *Robervallum et Cartesium nunquam induci potuisse, ut crederent fundamentum Galilæi, nempe gravia a quiete recedentia per omnes tarditatis gradus transire, sed potius aliqua nota velocitate incipere* (4). En effet, on sait qu'une des lettres de Mersenne à Ricci, laquelle fut envoyée vers le 24 septembre 1645 par celui-ci à Torricelli, comprenait aussi quelques réflexions du géomètre de Paris, desquelles il apparaît *che Robervallio sia contrario alle proposizioni del Galileo in materia dell'augumento di velocità nei gravi cadenti, e contrario in modo che negli ogni proposizione del Galileo* » (5); et l'on s'explique les répugnances de Roberval dans la

(1) *Op. cit.*, t. III, 1899, p. 9.

(2) *Op. cit.*, t. III, 1899, p. 39.

(3) *Opere di Evangelista Torricelli*, ed. cit., t. III, 1919, p. 250, 251, 253-55, 256, 273-75.

(4) *Op. cit.*, t. III, 1919, p. 293; voir aussi la réponse de Torricelli, p. 295-96.

(5) *Op. cit.*, t. III, 1919, p. 339.

partie inédite de sa lettre fameuse à Torricelli du 1^{er} janvier 1646, dans laquelle il prétend aussi *unumquodque corpus grave in assignato medio atque in data resistantia, posse acquirere determinatum aliquem gradum velocitatis, nec ultra* (1). Plus d'une fois aussi la loi avait été sujet de discussion dans la correspondance du Minime avec les géomètres d'Italie, à propos de la publication du P. Casrée. Et c'était à propos de la réfutation de Lobkowitz, qui critiqua dans son Ouvrage, à l'aide de ses expériences personnelles, les lois proposées par divers physiciens (2), que Mersenne fit connaître à Chrétien Huygens son objection qu'il « *faudroit pour garder tousiours in vacuo la proportion des nombres impairs, que le grave tombast par tous les degrez de tardiveté depuis le commencement de sa cheute, ce qui ne se fait pas quoyqu'aye pensé Galilée, car la pierre a desia une certaine vitesse en commençant sa cheute* » (3); à quoi Huygens lui répondait, le 28 octobre 1646, « *que sans doute elle passe par tous les degrez de tardiveté et qu'elle a eu moindre vistesse que quelconque vistesse donnée* », en envoyant une nouvelle démonstration de la loi mise en doute (4). Un sort pareil étant réservé à la réfutation du Père Casrée par Gassend, c'était à propos de ces dernières discussions que Le Tenneur fit mention le 16 janvier 1647 à Gassend d'opinions que nous croyons être celles de Roberval. Mersenne lui avait communiqué que le plus ingénieux de toute la société des mathématiciens de Paris (*quem totius societatis acutissimum vocat*) se glorifiait d'avoir démontré que les espaces parcourus dans des intervalles égaux de la chute sont entre eux comme la série des nombres naturels 1, 2, 3, 4, 5, etc. (5), étant arrivé ainsi à une conclusion pareille à celle de Baliani (6).

(1) Paris, Bibl. nat., fonds latin, ms. 11916, f^o 3 verso.

(2) *Sublimium ingeniorum crux. Iam tandem aliquando deposita*, etc. (Lovanii, 1644).

(3) *Œuvres complètes de Chr. Huygens*, éd. cit., t. I, 1888, p. 559.

(4) CH. HENRY, *Huygens et Roberval* (Leyde, 1880), p. 11, ou *Œuvres de Chr. Huygens*, éd. cit., t. I, 1888, p. 24-28 (voir aussi t. XI, 1908, p. 68-75). C'est probablement l'original de la lettre en question qui se trouve sous le n^o CI dans le manuscrit 7049 de la ci-devant Hofbibliothek à Vienne.

(5) Petri GASSENDI, etc. *Epistolæ* (Lugduni, 1658), p. 266 et 505.

(6) *De Motu naturali gravium*, ed. sec. (Genuæ, 1646), p. 113.

D'ailleurs l'opinion qu'un corps qui tombe dans l'air, commence à descendre avec une vitesse déterminée et qui n'est pas infiniment petite, fut défendue encore plus tard par des mathématiciens comme Mariotte, qui avait envoyé en 1668 à Huygens sa propre démonstration de la loi de la chute des graves ⁽¹⁾, par Deschales et le marquis de l'Hopital ⁽²⁾.

4. DIODATI A GALILÉE.

PARIS, 11 JUIN 1637.

[Publié pour la fois première dans les *Opere di Galileo Galilei nobile fiorentino, primario filosofo, e mattematico del serenissimo gran duca di Toscana*, t. III (Firenze, 1718), p. 445-447.]

.....

Il Signor Carcavi aspetterà da V. S molt' Illustre con suo comodo la sua risposta all' osservazione che le mandò del suo amico sopra alcune cose del suo libro del *Moto* ⁽³⁾, sebbene ne ha preso il concetto da quello che V. S. m'ha scritto, al che non è replica alcuna

5. DIODATI A GALILÉE.

PARIS, 14 JUILLET 1637.

(Florence, Bibl. Naz., Mss. Galileens, Parte V, Tomo VI, f° 79 verso. — Copie. — La lettre a été publiée dans *Le Opere di Galileo Galilei*, ed. naz., vol. XVII, 1906, p. 135.)

Al Sig. Carcavi, essendo tornato di fuori, ho dato la lettera di V. S. ⁽⁴⁾, della quale è restato sodisfattissimo per le soluzioni

⁽¹⁾ *Œuvres de M. Mariotte*, t. I (Leide, 1717), p. 77-82, et t. II, 1717, p. 557-566; voir aussi les *Œuvres de Chr. Huygens*, éd. cit., t. IX, 1901, p. 454.

⁽²⁾ *Œuvres complètes de Chr. Huygens*, éd. cit., t. IX, 1901, p. 404-405, 442 et 458.

⁽³⁾ Voir ci-avant p. 46.

⁽⁴⁾ Ci-avant p. 50 et suiv.