

I N D E X
DISSERTATIONUM.

<i>DE PRINCIPIO MINIMÆ</i> <i>ACTIONIS.</i>	<i>pag. 1</i>
<i>EXAMEN DISSERTATIONIS</i> <i>PROF. KOENIG, ACTIS ERUD.</i> <i>LIPS. INSERTÆ.</i>	<i>pag. 98</i>
<i>ADDITAMENTUM.</i>	<i>pag. 198</i>

T A B L E
DES DISSERTATIONS.

<i>SUR LE PRINCIPE DE LA</i> <i>MOINDRE ACTION</i>	<i>pag. 1</i>
<i>EXAMEN DE LA DISSERTATION</i> <i>DE M. LE PROFESSEUR KOENIG,</i> <i>INSERÉE DANS LES ACTES DE</i> <i>LEIPZIG.</i>	<i>pag. 98</i>
<i>ADDITION.</i>	<i>pag. 198</i>

DE
PRINCIPIO MINIMÆ
ACTIONIS.

SUR LE
PRINCIPE DE LA MOINDRE
ACTION.



DE
PRINCIPIO MINIMÆ
ACTIONIS.



*Si questio esset, cuiam Philo-
sophorum primum in men-
tem venerit, naturam in
cunctis suis operationibus
viam facillimam sequi, seu quod eodem re-
dit, minimis uti impensis? ridiculum certe
esset, si quisquam hodiernorum Philosopho-
rum banc gloriam sibi tribuere vellet. An-
ti-*



SUR LE
PRINCIPE DE LA MOINDRE
ACTION.



la question étoit, lequel des
Philosophes a été le pre-
mier, à qui il est venu dans
l'esprit, que la nature dans
toutes ses opérations suivoit la voie la
plus facile, ou ce qui revient au même,
faisoit le moins de dépense? il seroit assu-
rement ridicule, que quelqu'un des Phi-
losophes modernes voulût s'attribuer

tiquissimi enim Philosophi jam agnoverunt naturam nihil frustra facere, id quod cum minimis impensis optime convenit: namque si natura superfluas impensas adhiberet, nullum est dubium, quin quidpiam frustra faceret. Aristoteles jam hujus dogmatis sapius mentionem facit, idque potius a superioribus hausisse quam ipse excogitasse videtur: ac deinceps hac sententia in scholis ita invaluit, ut ex ea canon primarius Philosophiae constitueretur, quem tandem Cartesius profigare est ausus. Quando igitur Clar. Koenigius nobis Malebranchium, s'Gravesandium, Wolfium, aliosque objicit, qui statuerint naturam semper viam facillimam sequi, seu minimam actionem in suis operationibus impendere; ei non solum maxime assentimur, sed etiam libenter largimur, multo adhuc plures ab ipso nominari potuisse.

Nus-

cette gloire. Car les plus anciens Philosophes avoient déjà reconnu, que la nature ne faisoit rien en vain, ce qui s'accorde parfaitement avec la moindre dépense; car si la nature employoit des dépenses superflues; il n'y a pas de doute, qu'elle ne fit quelque chose en vain. Aristote fait déjà souvent mention de ce dogme, et paroît l'avoir plutôt pris de ceux qui l'avoient précédé, que l'avoir imaginé lui même. La proposition a fait ensuite un si grand progrès dans les Ecoles, qu'on l'a regardée comme un des premiers préceptes de la Philosophie, jusqu'à ce qu'enfin Descartes a osé la rejeter. Lors donc que Mr. Koenig nous objecte Malebranche, s'Gravesande, Wolff, et d'autres encor, qui ont dit, que la nature suiyoit toujours les routes les plus faciles, ou employoit le moins de dépense dans ses opérations; non seulement nous sommes de son avis, mais nous convenons

A 3

en-

Nusquam etiam Illustris Praeses noster est professus, ante se neminem fuisse, qui de hac lege generali natura cogitaverit, hancque gloriam, quantacunque sit, aliis quæ Kœnigio ea digni videbuntur, lubentissime relinquit.

Non igitur quis primum dixerit, dari in natura hujusmodi legem generalem, hic queritur? sed quis primum hanc legem accurate descripserit, verumque illud objectum determinaverit, cujus summam diminutionem natura non solum in quibusdam, sed plane in omnibus suis operationibus perpetuo affectet? atque hoc est id ipsum, quod a quoquam ante Illustrissimum Praesidem prestitum esse, summo jure negamus. Facile ergo concedimus, primum hanc legem a plurimis in genere sed ita obscure agnitam fuisse, ut id, quod in operationibus naturæ esset mi-

ni-

encor, qu'il auroit pû en nommer un bien plus grand nombre. Aussi nôtre Ill. Président n'a t'il jamais prétendû, que personne avant lui n'eut pensé à cette loi, et il a abandonné volontiers cette gloire, quelle qu'elle soit, aux autres que M. Kœnig en a jugé dignes.

Il n'est donc pas ici question de chercher, qui a dit le premier, que dans la nature il y avoit une telle Loi? mais qui a été le premier, qui a fait connoître exactement cette Loi? Et qui a déterminé le véritable fond, que la Nature épargne, non pas seulement quelques fois, mais épargne toujours, et dans toutes ses opérations? Et c'est cela que nous nions avec la plus grande justice, qu'aucun autre ait fait avant nôtre Ill. Président. Nous accorderons donc facilement, que plusieurs ont reconnu en général cette Loi, mais l'ont reconnu si obscurément, qu'on ignoroit entièrement ce que c'est que la nature épargne.

nimum, omnino ignoraretur: deinde etiam concedimus, in quibusdam natura operationibus id, quod sit Minimum, nonnullis quidem fuisse perspectum; verum hoc ita ad casus tantum aliquos particulares esse adstrictum, ut ad alios vel neutiquam accommodari posset, vel ratio applicationis nullo modo pateret. Quanquam autem hac posterior cognitio omni laude est digna, atque omnino viam ad pleniorum cognitionem patefecisse est censenda; propterea quod nostra scientia per gradus a particularibus ad generalia progredi solet: tamen quatenus hic amplissima natura vis spectatur, qua se ad omnes plane operationes extendat, ei quoniam in particularibus subsistit, nihil omnino tribui potest. Atque is demum veram naturam indolem, in qua summum cognitionis nostrae momentum versatur, perspexisse est existi-

gne. Nous accordons même, que dans quelques unes de ses opérations quelques Auteurs ont connu ce qui étoit un Minimum; mais ce n'a été que dans des cas si particuliers, qu'on ne pouvoit jamais l'appliquer aux autres cas, ou que du moins on ne voioit aucun moyen d'en faire l'application. Mais quoique cette première connoissance soit digne de louanges, et doive être regardée comme ayant ouvert la route à une connoissance plus étendue; puis que nos connoissances ne s'élevent que par degrés, des plus particulières aux plus générales: cependant comme on considère ici la force universelle de la nature, qui s'étend à toutes ses opérations, on n'en peut rien attribuer à ce qui ne subsiste que dans des cas particuliers. Et l'on doit dire que celui qui a déterminé ce qui dans toutes les opérations de la nature est un Minimum, est celui qui a découvert ce que la nature

stimandus, qui in omnibus natura operationibus id, quod est minimum, accurate definire valuerit. Jam vero ante Illustrissimum de Maupertuis nemo certe reperitur, qui talem cognitionem completam sibi vindicaverit; ex quo hac solum, quod Is hanc legem universalem dilucide exposuerit, ipsi totam gloriam primæ inventionis abunde confirmat; quomodo enim hanc legem ab alio hausisse censeretur, quam nemo ante sibi cognitam fuisse est professus?

Verum hac contra neminem minus disputanda videntur, quam contra Clariss. Professorem Koenig, qui audacter negat hujusmodi legem universalem in natura dari, atque adeo principium hoc parsimonie, in quo minimum illud a natura affectatum continetur, ineptissime exhibet. Ad quod accedit, quod summum Leibnizium, quem loquentem introducit, ita explicet,
qua-

re se propose; en quoi consiste le dernier degré de nôtre connoissance. Or avant M. de Maupertuis il ne se trouve certainement personne, qui ait pû prétendre à cette decouverte; et par cela seul, qu'il a clairement exposé cette Loi universelle, on voit assez que la gloire de la première invention lui est due. Car comment pourroit on croire qu'il eut pris d'un autre, ce que personne avant lui n'avoit dit savoir.

Mais il n'y a personne, contre qui nous dussions avoir moins cette dispute à soutenir que contre Mr. le Professeur Koenig, qui nie hardiment qu'il y ait dans la nature une telle Loi universelle; et qui pousse l'ineptie jusqu'à se moquer du Principe d'Epargne, en quoi consiste le *Minimum* que la nature affecte. Ajoutés à cela qu'il introduit le grand Leibnitz comme parlant, et qu'il l'explique comme ayant été fort éloi-

quasi ipse a cognitione talis principii maxime fuisset alienus: ex quo Koenigius inventionem hujus principii, quod falsissimum pronunciat, Illust. Præsidi abrogare non potest. Interim tamen sibi minime constat, dum Malebranchium, s³ Gravesandium, Wolfium, ipsumque Leibnitzium inducit, quasi Ill. de Maupertuis ab ipsis suum principium hausserit: cum enim hos Viros nullius erroris arguat, quomodo Dominum de Maupertuis accusare potest, quasi inde suum principium repetierit? sed dicit id, quod ab his Auctoribus sumserit, verum quidem esse, ac quod ipse adjece- rit, esse falsissimum. Fatetur ergo in principio Ill. Præsidis contineri aliquid, quod ab his Auctoribus nequaquam sit dictum, idque ipse huic Viro largiter tribuit, qua confessione plane acquiescimus. Cum enim id, quo principium Ill. Dni de Maupertuis

éloigné lui même de la connoissance d'un tel principe. D'où l'on voit que Mr. Koenig ne peut refuser à nôtre Président la découverte de ce principe, qu'il juge faux. Cependant il n'est guères d'accord avec lui même, lorsqu'il cite Malebranche, s³Gravesande, Wolff, et Leibnitz même, comme les Auteurs chez lesquels M. de Maupertuis a puisé son principe. Car comme il n'accuse ceux cy d'aucune erreur, comment peut il en accuser M. de Maupertuis, s'il a pris son principe d'eux? Mais il dit que ce qu'il a pris de ces Auteurs est vrai, et que ce qu'il y a ajouté, est faux. Il avouë donc que le principe de nôtre Ill. Président contient quelque chose, qui n'a point été dit par ces Auteurs, et le lui accorde; nous aquiesçons à cet aveu. Comme donc ce en quoi le principe de Mr. de Maupertuis diffère du sentiment des Auteurs, que nous venons de nommer, consiste dans l'Universalité, que M. Koenig

uis a placitis memoratorum Auctorum di-
scerat, in summa universalitate consistat,
quam Koenigius minime probat; hoc ipso
concedit, istos Auctores a cognitione illius
legis natura universalis longissime fuisse
remotos, solique Praesidi nostro inventionem
istius legis diserte relinquit, in quo potis-
simum cardo questionis versatur. Quod au-
tem Koenigius oggerit hoc principium esse
falsissimum, id quidem parum curamus, cum
veritas neutiquam ab ejus opinione per-
deat, atque infra abunde sumus ostensuri,
quam misere Vir Clariss. in suis demon-
strationibus, quas tantopere jactaverat, sit
hallucinatus. His igitur objectionibus,
quas invincibiles putaverat, prostrigatis,
ipse Koenigius confiteri cogetur, hoc princi-
pium Illustr. Dni de Maupertuis non so-
lum esse pulcherrimum atque maximi mo-
menti per universam Philosophiam, sed
eti-

nig désaprouve; par cela même il ac-
 corde, que ces Auteurs ont été très éloi-
 gnés de la connoissance de la Loi uni-
 verselle de la nature, et laisse positive-
 ment à nôtre Président seul la décou-
 verte de cette Loi, en quoi consiste le
 principal état de la question. Quant à
 ce que M. Koenig oppose que ce prin-
 cipe est faux, nous nous en mettons
 peu en peine; la vérité ne dépendra
 jamais de son opinion: nous ferons
 voir cy après, combien il s'est misé-
 rablement trompé dans ses démonstra-
 tions, qu'il vantoit avec tant d'osten-
 tation. Ces objections donc, qu'il cro-
 yoit invincibles, étant ruinées, il sera for-
 cé d'avouer, que le principe de M. de
 Maupertuis est non seulement très beau,
 et de la plus grande importance dans
 toute la Philosophie; mais encor qu'on
 ne sauroit attribuer à aucun autre qu'à
 Lui la gloire de la découverte. Si donc
 il avoit regardé comme digne de repro-
 che

etiam inventionis gloriam nemini alii adscribere poterit: in quem enim opprobrium inventionis, quam falsam putaverat, contulerit, in eundem ejus laudem, postquam veram agnoverit, conferat necesse est.

*Interim tamen cum hac controversia, qua Cl. Kœnig Academicam implicavit, occasionem dederit etiam hanc questionem de minimo, quod a natura affectatur, agitandi; de eaque, non obscure instigante Kœnigio, vulgo admodum perverse judicari soleat: haud abs re erit, quicquid ante M. de Mau-
pertuis in hac questione fuit prestitum, breviter ac dilucide commemorare.*

Ac primo quidem, etiamsi antiquissimi Philosophi et Aristotelis Sectatores stauerint naturam nihil frustra facere, atque in omnibus suis operationibus viam sive brevissimam sive facillimam eligere, et in hoc principio causam finalem præci-

pu-

che cette découverte, pendant qu'il la croyoit fausse, il faut après qu'on lui en aura fait voir la vérité, qu'il la regarde comme digne de louange.

Cependant comme cette controverse, dans laquelle M. Kœnig a impliqué l'Académie, a fait naître l'occasion d'agiter la question du *Minimum*, que la nature affecte, du quel comme le fait voir assez clairement Mr. Kœnig, on juge d'ordinaire assez mal, il ne sera pas hors de propos d'exposer ici en peu de mots, et d'expliquer tout ce qui avoit été fait sur cette question avant M. de Mau-
pertuis.

Premièrement quoique les plus anciens Philosophes, et les Sectateurs d'Aristote ayent établi, que la nature ne faisoit rien en vain, et que dans toutes ses opérations elle choissoit la voie la plus courte; quoique dans ce principe ils ayent fait consister la cause finale, que la nature avoit le plus en vuë:

B

Nous

quam, quam natura intendat, posuerint: tamen non constat ullum phenomenon ab ipsis ex hoc principio esse explicatum. Si omnes motus a natura producti in lineis rectis fierent; primum sane fuisset concludere, naturam ideo lineam rectam eligere, quod brevissima esset intra suos terminos. Ex Ptolemao quidem videre licet, hanc causam esse assignatam, quod radii lucis in linea recta ad nos perferantur: verum cum hoc non eveniat, nisi quando medium, per quod radii transmittuntur, fuerit aequabile; hac explicatio nimis erat limitata, quam ut attentionem mereatur. Cum enim praeterea vix ullus motus a natura productus occurrat, quo linea recta describatur, satis erat manifestum naturam non viam brevissimam proprie sic dictam affectare: non defuere igitur Philosophi, qui putaverint lineam circularem aequae pro
bre-

nous ne voyons pas cependant, qu'ils aient expliqué aucun phénomène par ce principe. Si tous les mouvemens de la nature se faisoient dans des lignes droites, on pourroit d'abord conclure, que la nature choisit la ligne droite, parce qu'elle est la plus courte entre deux termes. On voit à la vérité chez Ptolémée, que c'est la cause qu'il assigne, pour laquelle les rayons de la lumière viennent à nous en ligne droite: mais comme cela n'arrive, que lorsque le milieu, que ces rayons traversent, est homogène; cette explication étoit trop bornée, pour mériter aucune attention. Car comme excepté dans ce cas, à peine se trouve-t'il aucun autre mouvement produit dans la nature, qui se fasse en ligne droite, il étoit assez manifeste, que ce n'étoit point la route la plus courte proprement dite, que la nature affectoit: Il se trouva donc des Philosophes, qui pensèrent qu'on

brevissima haberi posse; propterea forsam, quod a Geometris didicissent, in superficie Sphære arcus circulorum maximorum intra suos terminos lineas brevissimas exhibere. Hinc cum crederent, corpora caelestia in circulis circumferri, non dubitaverunt hujus motus causam finalem in hac circuli proprietate collocare. Cum itaque nunc constet lineas a corporibus caelestibus descriptas non solum non circulos esse, sed etiam ad genus linearum maxime transcendentium pertinere; opinio illa de lineis rectis vel circularibus, quas natura affectaret, penitus est explosa: quo ipso sententia illa, quod natura quopiam minimo delectetur, potius fere eversa videbatur. Neque ullum est dubium, quin ob hanc ipsam causam Cartesius ejusque sectatores causas finales ex Philosophia omnino tollendas censuerint; cum in

pouvoit aussi bien prendre pour la ligne la plus courte, la ligne circulaire; peut être parcequ'ils avoient appris des Géometres, que dans la superficie de la sphère les arcs des grands cercles étoient les lignes les plus courtes entre deux points. Delà croyant que les corps celestes se mouvoient dans de grands cercles, ils n'hésitoient pas à placer dans cette propriété du cercle la cause finale de leurs mouvemens. Mais comme on fait maintenant, que les lignes decrites par les corps celestes, non seulement ne sont point des cercles, mais même n'appartiennent qu'à un genre de courbes des plus transcendentés; cette opinion des lignes droites ou circulaires, que la nature affecteroit, est entièrement bannie; et ce sentiment, que la nature cherche partout un *Minimum*, paroisoit entièrement renversé. Il ne faut pas douter, que ce ne soit la cause, pour laquelle Descartes et ses Sectateurs

omnibus naturæ operationibus potius summam inconstantiam, quam certam quandam legem universalem deprehendi putassent. Tantum igitur aberat, ut renovatio et amplificatio Philosophiæ nos de hoc principio certiores fecerit, ut potius ab ejus cognitione arcuisse videatur.

In casibus tamen quibusdam specialibus, quasi umbra quædam hujus principii universalis remansit: inter quos imprimis numerari meretur reflexio luminis, in qua, cum angulus reflexionis constanter angulo incidentiæ equalis observaretur, Ptolemæus jam eam ita explicavit, ut ostenderet viam, quam radius hoc modo conficit, esse brevissimam; ita ut si aliter reflecteretur, longiorem viam describeret. Simul autem perspicuum erat, banc

ex-

ont crû, qu'il falloit rejeter absolument de la Philosophie les causes finales; pretendans que dans toutes les opérations de la nature on remarquoit plutôt une inconstance extreme, que quelque loi certaine et universelle. Tant s'en falloit donc, que le renouvellement et le progrès de la Philosophie nous eussent rendûs plus certains de ce principe, qu'au contraire ils paroïssôient nous écarter de sa connoissance.

Cependant dans quelques cas particuliers il resta comme une ombre de ce principe universel, il faut surtout compter parmi ces cas la reflexion de la Lumière: Comme elle se fait toujours tellement, que l'angle de reflexion est égal à l'angle d'incidencè, Ptolemée fit voir que la route, que décrit le rayon, est la plus courte; que s'il étoit réfléchi de toute autre manière, la route qu'il décriroit seroit plus longue. Or il étoit clair, que cette explication ne pouvoit

explicationem pro refractione radiorum lucis nullo modo locum habere posse, ubi via inflexa neutiquam cum via brevissima conciliari poterat.

Quaquam igitur patebat, in motu radiorum directio et reflexo naturam revera viam brevissimam eligere, sola tamen refractione aperte docuit, legem naturae minime in electione via brevissima constitua posse: praeterquam quod innumerabilia alia phaenomena isti legi refragarentur. Cum igitur lex naturae universalis desideraretur, aliud quid praeter longitudinem viam in motu radiorum directo quam reflexo minimum esse oportebat, quod quidem his casibus in viam brevissimam abiret, sed cujus ratio simul in refractione radiorum locum esset habitura. Hac perpendens Fermatius statuit, radios lucis in

avoir lieu pour la refraction, où la route dans laquelle les rayons sont detournés, ne peut pas se concilier avec la plus courte.

Quoi qu'on vît donc, que dans le mouvement direct et reflechi des rayons, la nature choisissoit en effet la route la plus courte, la seule refraction fit connoître, qu'on ne pouvoit faire consister la Loi de la nature dans le choix du plus court chemin; outre qu'une infinité d'autres phenomenes étoient contraires à cette Loi. Comme donc on ne trouvoit point ici de Loi universelle, il falloit avoir recours à quelque autre *Minimum* qu'à la longueur de la route, tant dans le mouvement direct que dans le mouvement reflechi des rayons, qui dans ces cas se confondit avec la route la plus courte; mais qui eût lieu aussi dans la refraction des rayons. Sur cette consideration Fermat établit, que les rayons de la lumiere ne

motu suo non tam viam brevissimam quaerere, quam eam viam, qua tempore brevissimo ab uno loco ad alium pertingerent. Sum sit autem in eodem medio radios aequali celeritate ferri, ita ut in eodem medio tempora viis descriptis essent proportionalia; ideoque tam in motu directo quam reflexo brevissima via simul cum tempore minimo esset necessario conjuncta. In mediis diaphanis autem diversae densitatis veluti aere, aqua, vitro, celeritatem radiorum lucis quoque diversam fecit, et quidem majorem in mediis rarioribus uti aere, minorem vero in densioribus uti vitro: quae quidem sententia natura satis conformis videbatur. Atque ex hac hypothese, quam Cartesius vehementer impugnaverit, tandem ingentibus calculi difficultatibus superatis phaenomena refractionis feliciter explicavit, atque ostendit

si-

cherchoient pas tant dans leur mouvement la route la plus courte, que celle par laquelle ils pouvoient parvenir d'un point à un autre dans le tems le plus court. Or il posa que dans un même milieu les rayons se mouvoient de la même vitesse, de sorte que dans un même milieu les tems étoient proportionels aux routes décrites; et qu'ainsi tant dans le mouvement direct que dans le reflexi la route la plus courte étoit nécessairement celle, qui étoit décrite dans le tems le plus court: mais que dans des milieux diaphanes de différentes densités, tels que l'air, l'eau, le verre, la vitesse des rayons de la lumière étoit aussi différente, plus grande dans les milieux les plus rares comme l'air, moindre dans les plus denses, comme le verre: sentiment qui paroissoit assez conforme à la nature. Et par cette Hypothese, que Descartes attaqua vivement, après les plus grandes difficultés de calcul vaincuës, il parvint

à

sinus angulorum incidentiæ et refractionis perpetuo eandem inter se observare debere rationem, quemadmodum experimenta postulabant.

Cartesius autem, qui maximus erat Fermatii adversarius, causas finales peritus proscribens, longe alio modo refractionem explicavit. In subsidium enim vocatis regulis collisionis corporum, ostendit corpus sphericum, si oblique in fluidum projiciatur, a via sua deflectere debere; quoniam igitur radios lucis in serie globulorum minimorum constituerat, hinc concludit, si radius oblique in aliud medium diaphanum intret, ejus directionem mutari oportere: unde etiam easdem refractionis regulas, quas experimenta monstraverant, obtinuit. Verum in hoc Cartesius a Fermatio dissensit, quod credi-

à expliquer heureusement les phénomènes de la refraction, et trouva que les Sinus des Angles d'incidence et de refraction devoient conserver toujours entre eux le même rapport, comme l'expérience le faisoit voir.

Mais Descartes, ennemi redoutable de Fermat, proscrivant absolument les causes finales, expliqua tout autrement la refraction. Appliquant ici les règles de la collision des corps, il fit voir qu'un corps sphérique jetté obliquement dans un fluide devoit se détourner de son chemin: et comme il avoit établi, que les rayons de la lumière n'étoient qu'une suite de petits globules, si un rayon passoit obliquement d'un milieu diaphane dans un autre, il falloit qu'il changeât de direction: d'où il tira aussi les mêmes règles de refraction, que les expériences indiquoient. Mais Descartes s'écartoit de Fermat en ce, qu'il crût que les rayons de la lumière se mouvoient

didit radios lucis in medio densiori, veluti in vitro, velocius moveri, quam in medio rariori, veluti aere, cum Fermatius contrarium statuisset. Videbantur autem Cartesio radii ideo in vitro celerius progredi, quam in aere, quod vitrum eorum transitui minorem opponeret resistantiam, quam aer, hujusque rei rationem quoque ex sua Philosophia principiis dare est conatus. Que controversia illo tempore acriter agitata eo magis mira videtur, cum Cartesius statuisset lumen in instanti ad maximas distantias propagari, neque idcirco cum celeritatis idea conjungi posse; ex quo ipsa questio, utrum radii per aerem an vitrum celerius propagentur, jam maxime erat incongrua.

Quamvis autem sententia Fermatii plerisque Philosophis et Geometris, qui doctrina Cartesiana non erant addicti,
pro-

ient plus vite dans un milieu plus dense, tel que le verre, que dans un milieu plus rare, tel que l'air, au lieu que Fermat établissoit le contraire. Descartes pensoit que la cause de cette plus grande vitesse dans le verre, que dans l'air, venoit de ce que le verre oppoisoit à leur passage moins de resistance que l'air, et chercha à en trouver les raisons dans les principes de sa Philosophie. Cette controverse agitée dans ce tems avec tant d'ardeur doit paroître d'autant plus surprenante, que Descartes établissoit, que la lumiere parvenoit dans l'instant aux plus grandes distances, ce qui ne pouvoit s'accorder avec l'idée de vitesse: rechercher donc, lequel de l'air ou du verre les rayons traversoient le plus vite, étoit une question ridicule.

Quoique le sentiment de Fermat fût reçu de la plus part des Philosophes et des Géometres, qui n'étoient point attachés à la doctrine de Descartes, il s'en fal-

probaretur, tamen longissime aberat, ut Fermatius sibi inventionem legis generalis, quam natura in omnibus suis operationibus sequeretur, vindicare posset. Probe enim perspexerat Vir acutissimus, hec principium minimi temporis tantum in motu luminis locum obtinere, minimeque ad alia phænomena extendi posse; multo minus eo est prolapsus, ut statueret lapidem projectum vel planetas in cælo ita moveri, ut legem brevissimi temporis sequerentur. Quare etiamsi ejus sententia esset vera, tamen nihil ad questionem presentem faceret; qua non principium quoddam speciale, sed maxime universale, quod ad omnes nature operationes pateat, spectatur. Tum vero ob id ipsum, quod Cartesium habebat adversantem, eumque refellere non poterat, multo minus nostræ causæ nocet.

Leib-

loit cependant beaucoup, que Fermat pût s'attribuer la decouverte d'une Loi générale, que la nature suivît dans toutes ses opérations. Cet homme si subtil avoit bien remarqué, que le principe du moindre tems n'avoit lieu que dans le mouvement de la lumiere, et ne pouvoit s'étendre aux autres phénomènes; Il étoit encor plus éloigné de penser, qu'une pierre projectée, ou que les planètes se meussent dans le ciel selon la Loi du plus court tems. Ainsi quand son sentiment auroit été vrai, il ne faisoit cependant rien pour la question présente, où il ne s'agit pas de quelque principe particulier, mais d'un principe universel, qui s'étende à toutes les opérations de la nature. De plus, par cela même qu'il avoit Descartes pour adversaire, et qu'il ne pouvoit le refuter, il nuit encor moins à nôtre cause.

C

Leib-

Leibnitzius quoque ipse explicationem Fermatii evertere est annisus: in Actis enim Lipsiensibus An. 1682 pro refractione luminis explicanda causas finales a Cartesio profligatas, ita in Philosophiam reducere instituit, ut simul Cartesii explicatio ex collisione corporum petita, cui Fermatii sententia erat contraria, consistere posset. Negat igitur statim a natura sive viam brevissimam, sive tempus minimum affectari; sed potius ab ea viam facillimam eligi, qua cum neutra precedentium sit confundenda. Ad hanc autem viam facillimam estimandam respicit ad resistantiam, qua radii lucis quavis media diaphana penetrent, assumitque resistantiam pro variis mediis esse variam. Quin etiam statuit, quod Fermatii opinioni favere videtur, in mediis crassioribus, ut aqua et vitro, resis-

Leibnitz aussi a taché de renverser l'explication de Fermat: Dans les Actes de Leipzig 1682 il s'est proposé pour la refraction de la lumière de rapeller dans la Philosophie ces causes finales, qui en avoient été bannies par Descartes, et de rétablir l'explication, que Descartes avoit deduite de la collision des corps, à laquelle le sentiment de Fermat étoit contraire. Il commence donc par nier, que la nature affecte soit la route la plus courte, soit celle du moindre tems; mais prétend qu'elle choisit la route la plus facile, qu'il ne faut confondre avec aucune des deux. Or pour estimer cette route la plus facile, c'est la resistance, avec laquelle les rayons de la lumière traversent les milieux diaphanes qu'il considere, et il suppose cette resistance différente dans les différens milieux. Il établit même, ce qui paroît favoriser l'opinion de Fermat, que dans les milieux les plus denses comme l'eau et le verre,

C a la

scientiam esse majorem, quam in aere aliisque mediis rarioribus. Hoc praemisso difficultatem contemplatur, quam radius in quovis medio trajiciendo offendat, hancque difficultatem aestimat, ex longitudine viae per resistantiam multiplicata: atque radium semper ejusmodi viam sequi censet, pro qua summa omnium difficultatum praedicto modo sumatarum fiat minima; unde per methodum maximorum et minimorum eandem regulam, quam experientia docuit, derivat. Quantumvis autem hac explicatio primo intuitu cum Fermatiana convenire videatur, tamen debinc eam mira subtilitate ita interpretatur, ut Fermatiana e diametro opponatur, et cum Cartesiana concilietur. Etsi enim vitri resistantiam majorem statuerat quam aeris, tamen jam radios in vitro velocius propagari contendit quam in ae-

re;

la resistance est plus grande que dans l'air et les autres milieux plus rares. Cela supposé il considere la difficulté que trouve un rayon, lorsqu'il traverse quelque milieu, et estime cette difficulté par le chemin multiplié par la resistance: Il prétend, que le rayon suit toujours cette route, dans laquelle la somme des difficultés ainsi évaluée est la plus petite: Et par la methode de *Maximis et Minimis*, il trouve la regle que l'expérience a fait connoître. Mais quoique cette explication au premier coup d'oeil semble s'accorder avec celle de Fermat, elle est cependant ensuite interpretée avec une subtilité si merveilleuse, qu'elle lui est diametralement opposée, et qu'elle s'accorde avec celle de Descartes. Car quoique Leibnitz ait supposé la resistance du verre plus grande que celle de l'air, il prétend cependant, que les rayons se meuvent plus vite dans le verre que dans l'air; et pour cela même que la resistance du verre est la plus

C 3

gran-

re; et quidem ob hoc ipsum, quod resistentia vitri major sit quam aeris, quod profecto insigne esset paradoxon. Verum tamen id sequenti modo tueri allaborat: dicit scilicet à majori resistentia effici, ut radii minus diffundantur, dum ii, ubi resistentia sit minor, magis ad latera diffundantur. Cum autem diffusio coerceatur, radios magis in tramite suo cohiberi, et quasi flumen, cui arctior alveus est transcendendus, inde majorem celeritatem asquirere. Ita explicatio Leibnitziana cum Cartesiana in hoc convenit, quod uterque radiis in medio densiori majorem celeritatem tribuat: contra autem circa causam hujus majoris celeritatis maxime discrepant, dum Cartesius ideo radios in medio densiori celerius promoveri putabat, quod ibi resistentia esset minor, Leibnitzius autem augmentum celeritatis majori resistentia

grande, ce qui assurément est un insigne paradoxe. Or voici comme il s'y prend pour le soutenir: Il dit qu'une plus grande resissance empêche la diffusion des rayons, au lieu que les rayons se dispersent davantage là où la resissance est moindre; et que la diffusion étant empêchée, les rayons renfermés dans leur passage, tels qu'un fleuve qui coule dans un lit plus étroit, en acquièrent une plus grande vitesse. Ainsi l'explication de Leibnitz s'accorde avec celle de Descartes, en ce que l'un et l'autre donne aux rayons une plus grande vitesse dans le milieu le plus dense; mais elle s'écarte fort par la cause que chacun assigne pour cette plus grande vitesse: puisque Descartes croyoit, que les rayons se mouvoient avec le plus de vitesse dans le milieu le plus dense, parceque la resissance y étoit moindre, et que Leibnitz au contraire attribue cette plus grande vitesse à une plus grande resissance. Si

sententia tribuebat. Utrum hac sententia admitti queat nec ne? hic non inquirō: sed hoc tantum annotare debeo, Ipsum Leibnitzium istud principium via facillima, etiamsi id universale statuere videatur, tamen ad nullum alium casum accommodasse, neque docuisse, quomodo in aliis casibus hac ipsa difficultas, quam minimam fieri oportet, estimari debeat. Quod si dicat, ut hic, pariter per productum ex via descripta in resistantiam, in plerisque casibus omnino impossibile erit hanc resistantiam, quippe que est terminus admodum vagus, definire; tum vero ubi est nulla resistantia, uti in motu corporum celestium, quomodo difficultas erit estimanda? num ex sola via descripta, quoniam resistantia nulla pro eadem ubique esset habenda? sed tum sequeretur, in his motibus ipsam viam descriptam minimam esse

ce sentiment peut être admis ou non? ce n'est pas ce que j'examine ici; mais ce que je dois remarquer, c'est que quoique Leibnitz semble vouloir regarder ce principe de la route la plus facile comme universel, cependant il ne l'a jamais appliqué à aucun autre cas, ni enseigné comment dans d'autres cas cette difficulté, qu'il falloit faire un *Minimum*, devoit être estimée. S'il dit comme ici, que c'est par le produit de la route décrite multipliée par la resistance, dans la plus part des cas il sera absolument impossible de définir ce qu'on doit entendre par la resistance, qui est un terme très vague; et lorsqu'il n'y aura aucune resistance, comme dans le mouvement des corps celestes, comment cette difficulté devra-t'elle être estimée? Sera-ce par la seule route décrite, puisque la resistance étant nulle, on pourroit la regarder comme partout la même. Mais alors il s'en suivroit, que dans ces mouvemens

esse debere, qua propterea esset recta, secus atque experientia docet. Sin autem motus fiat in medio resistenti, ubi utique aderit resistentia; num dicet motum ita fore comparatum, ut productum ex via descripta per resistentiam fiat minimum? hinc vero etiam absurdissima conclusiones sequerentur. Unde luculenter apparet principium hoc via facillima, prouti a Leibnitio est propositum et explicatum, prater motum luminis ad nulla alia phenomena explicanda adhiberi posse.

Videri quidem posset, si interpretatio ex subjunctis animadversionibus desumatur, tum isti principio multo ampliorem extensionem tribui posse. Cum enim statuat radios eo velocius moveri, quo majorem offenderint resistentiam, hoc casu ipsa celeritas resistentiae erit proportionalis, id-

la route elle même décrite devrait être le *Minimum*, et par conséquent la ligne droite, ce qui est entièrement contraire à l'expérience. Si au contraire le mouvement se fait dans un milieu résistant, dira-t-il, que ce mouvement sera tel, que le produit de la route décrite multipliée par la résistance soit un *Minimum*? on tireroit de là les conclusions les plus absurdes. On voit donc clairement, que le principe de la route la plus facile, tel qu'il a été proposé et expliqué par Leibnitz, ne sauroit s'appliquer à aucun autre Phénomène, qu'à celui du mouvement de la lumière.

Il semble cependant qu'on pourroit rendre ce principe beaucoup plus étendu, par l'interprétation qu'on donneroit aux remarques qui suivent. Car Leibnitz supposant que les rayons se meuvent d'autant plus vite, qu'ils trouvent une plus grande résistance, dans ce cas la vitesse seroit proportionnelle à la

eoque pro ejus mensura usurpari poterit: unde aestimatio difficultatis, uti a Leibnitzio instituitur, reducetur ad productum ex via descripta in celeritatem; quod si minimum ponatur, ipsa explicatio Ill. Dni de Maupertuis obtinebitur, secundum cujus mentem quantitas actionis per idem productum ex via descripta in celeritatem exprimi debet. Quare cum hoc productum non solum in motu radiorum, sed etiam in omnibus plane motibus ac natura operationibus revera sit minimum, eoque ipso principium minima actionis contineatur: videri posset hoc ipsum principium jam a Leibnitzio fuisse animadvertum, atque cum ejus principio via facillima congruere. Verum etiamsi Leibnitzii ratiocinium, quo ob majorem resistantiam celeritatem augeri probare vult, sine excep-

ptio-

resistance, et pourroit être prise pour sa mesure; et l'estimation de la difficulté selon que Leibnitz l'a faite, se reduiroit au produit de la route decrite multipliée par la vitesse; ce qui étant supposé un *Minimum*, s'accorderoit avec le principe de M. de Maupertuis, qui estime la quantité d'action par le même produit de l'espace multiplié par la vitesse. Comme donc ce produit non seulement dans le mouvement des rayons, mais dans tous les mouvemens et dans toutes les opérations de la nature, devient en éffer le plus petit possible, et que c'est en cela que consiste le principe de la moindre action; on pourroit d'abord penser, que Leibnitz avoit en vuë ce principe, qui s'accordoit avec son principe de la route la plus facile. Mais quand nous admettrions sans aucune exception le raisonnement de Leibnitz, par lequel il veut prouver, qu'une plus grande resistance augmente la vitesse, personne

ce-

ptione admittamus ; tamen nemo certe putabit, id in omni motu usu venire, ut aucta resistentia simul celeritas augeatur, cum potius ex innumeris casibus clarissime constet, a resistentia celeritatem diminui : unde hic omnino casu evenisse censendum est, ut principium facillima via cum principio minima actionis consentiat ; omnino uti etiam casu evenit, ut in optica et catoptrica principium Ptolemaicum minima via convenerit cum eodem principio ; etiam si in hoc solo quarendam sit ratio horum phenomenorum. Hinc Leibnitzius ipse, dum principium viae facillima pro lege universali naturae venditat, ac difficultatem producto ex via descripta per resistentiam proportionalem statuit ; principium minima actionis in nullis aliis casibus admittere potest, nisi in quibus celeritas cum

re-

cependant ne pourra jamais croire, que dans tout mouvement il arrive, que la vitesse croisse avec la resistance : y ayant dans la nature une infinité d'exemples où le contraire saute aux yeux, et où la resistance diminue la vitesse. C'est donc par un pur hazard qu'il arrive icy, que le principe du chemin le plus facile s'accorde avec celui de la moindre action ; ainsi qu'il arrive, que le principe de Ptolemée du chemin le plus court dans l'Optique et dans la Catoptrique, s'accorde encore avec ce même principe ; quoique ce ne soit que dans ce principe même, qu'il faille chercher la raison de ces phénomènes. Ainsi lorsque Leibnitz donne son principe du chemin le plus facile pour une loy universelle de la nature, et fait la difficulté proportionnelle au produit du chemin par la resistance, il ne sauroit accorder cela avec le principe de la moindre action dans aucun autre cas, que dans ceux, où la vi-

resse

resistentia pari gradu crescit: hujusmodi autem casus certe sunt paucissimi, ac fortasse plane nulli.

Quam ob rem in reliquis casibus omnibus principium via facillima a principio minima actionis maxime discrepabit; atque Leibnitzius sibi ipse contradixisset, si unquam statuisset in operationibus nature productum ex via descripta in celeritatem esse minimum; iis solis casibus exceptis, quibus celeritas ipsi resistentiae est proportionalis. Atque hinc recte concludimus, principium minima actionis Leibnitzio non solum prorsus fuisse ignotum, sed etiam ipsum principio diversissimo esse usum, quod non nisi paucissimis iisque maxime singularibus casibus cum eo consentiret, in reliquis omnibus vero etiam manifeste pugnaret. Tum vero hoc ipsum prin-

tesse croît proportionnellement avec la resistance; cas qui sont assurément bien rares, si l'on n'ose pas dire, qu'il ne s'en trouve aucun.

Dans tous les autres cas donc, le principe du chemin le plus facile différera beaucoup du principe de la moindre action; et Leibnitz se seroit contredit lui même, s'il avoit jamais prétendu, que dans les opérations de la nature, le produit du chemin decrit multiplié par la vitesse faisoit un *Minimum*, excepté les seuls cas, où la vitesse seroit proportionnelle à la resistance. D'où nous concluons avec assurance, que le principe de la moindre action non seulement a été entièrement inconnu à Leibnitz, mais encor qu'il a employé un principe fort différent, qui ne s'accordoit avec celui là que dans un très petit nombre de cas très singuliers; pendant que dans une infinité d'autres, il lui étoit manifestement

principium Leibnitianum, utcunque generale videatur, in casibus paucissimis, ac fortasse iis solis, qui sunt commemorati, in usum vocari potest; in reliquis omnibus ne applicari quidem potest, propterea quod non constat, quemadmodum resistantiam mensurari oporteat, et quomodocunque aestimetur, ea semper in crassissimos errores precipitaret. Tantum igitur abest, ut Leibnitzius unquam vim principii minima actionis habuerit perspectam, ut potius principium contrarium foverit, cujus usus, unico casu excepto, vel sit nullus vel certo fallax: at vero etiam non constat Leibnitzius in ullo alio casu hoc principium adhibere voluisse.

Nihil ineptius ergo excogitari poterat quam illud fragmentum litterarum, quo Summo Leibnitio principium tribuitur e diametro ei, quod publice proposuerat, contra-

ment contraire. Mais de plus ce principe de Leibnitz quelque général qu'il paroisse, n'est d'usage que dans fort peu de cas, et ne l'est peut être que dans les seuls, dont nous avons parlé. Dans tous les autres on ne peut pas même l'appliquer, parce qu'on ne sçait pas comment mesurer la resistance; et que de quelle manière qu'on la mesurât, elle jetteroit toujours dans de grandes erreurs. Tant s'en faut donc, que Leibnitz ait jamais eu le principe de la moindre quantité d'action, qu'au contraire il a eu un principe tout opposé, dont l'usage, excepté dans un seul cas, n'étoit jamais applicable, ou conduisoit à l'erreur. Et l'on ne voit pas aussi, que Leibnitz ait voulu dans aucun autre cas faire l'application de ce principe.

On ne pouvoit donc rien imaginer de plus ridicule, que de supposer le fragment de cette lettre, qui attribuoit à