

This book was produced in EPUB format by the Internet Archive.

The book pages were scanned and converted to EPUB format automatically. This process relies on optical character recognition, and is somewhat susceptible to errors. The book may not offer the correct reading sequence, and there may be weird characters, non-words, and incorrect guesses at structure. Some page numbers and headers or footers may remain from the scanned page. The process which identifies images might have found stray marks on the page which are not actually images from the book. The hidden page numbering which may be available to your ereader corresponds to the numbered pages in the print edition, but is not an exact match; page numbers will increment at the same rate as the corresponding print edition, but we may have started numbering before the print book's visible page numbers. The Internet Archive is working to improve the scanning process and resulting books, but in the meantime, we hope that this book will be useful to you.

The Internet Archive was founded in 1996 to build an Internet library and to promote universal access to all knowledge. The Archive's purposes include offering permanent access for researchers, historians, scholars, people with disabilities, and the general public to historical collections that exist in digital format. The Internet Archive includes texts, audio, moving images, and software as well as archived web pages, and provides specialized services for information access for the blind and other persons with disabilities.

Created with hocr-to-epub (v.1.0.0)

The text on this page is estimated to be only 31.42% accurate

| f . ES nes. < : mms ré etcinin ts ra she À ni S EPF-DMA Il ère
01500001127628 1 + PT & # à € # _ % " a vx. ” RCE | + É : . » “ 7 rc mc o
—masés nn mr cs mere CL obse-2 7 pee ms — SRE mi SL

The text on this page is estimated to be only 36.68% accurate

FD : Dr 'È& Are pr ; CA qq %, NN ee nn fr 4 \J NV) " + |

E: Ĩ D 7 A Xe CHIROL. LOSOPH HI P _ BAR TEEN EU EE w
DCC, LX XF M (0e Es RQ 5 D tn 7 [a er FQ AS bg A Re D DQ TOME
PKEMIE éa QU un n # GES Z < TEE m3 Q + pe D à CHEZ
BARTHELEMI PHYSIQUE er pe À

The text on this page is estimated to be only 46.90% accurate

has on ss naes | nl 5 LE fs À 4) DES" "M A"T'E"RE"S D U
TOME PREMIER. CTETTRE IL Du Jon € fe cne V. Al AIT quil pi
LEITRE XIIL Des fujils a vent, Al de compreflion de Pair dans: la poudre à
CAN OH. ie produifent fur tous. les corps € Se Jar TE Py nul yosêtres CS
thermomètres. [ll Al

iv TABLE DES MATIÈRES. PET TRE XV. Des ce ae la chaleur
 phere. | 71 Tr O4 QU'ON ÉPrOUve jur les plus RTE preEnes , © dans
 DITIR ? XVII Sur 7 rayons de la lumière ES Jur Les fyjfêmes de RUES €
 de Ne WÉON. EE PTIT TX. Expoftion. d'un autre fyflène {ur la nature des
 rayons €S de la lun11êVe. EE LINE EXCXS miere. HR YAYONS. |
 ffemens fur là natur des corps lumineux € [ur la. diférence entre ceuxici €S
 les cer »s opaques ilumines. \$\$ ont les corps opaques nous it vifibles ;
 explication du fyfféme de Newton; fur la réfléxion e V. Autre. explication
 nière dont les corps opaques éclairés [ont vifr bles bOUT NOUS." cation. 2
 cite dt Ur. RS ee ie

LETTRE XXVIL Fin de cette explication, sur 6 couleur des corps opaques éclairés
LETTRE Sur Nature des Couleurs 7 11 C1el. FAX LETTRE
XXXIIL Sur Paffoiblissement des rayons qui partent d'un point lumineux sur ce que le jugement applique à la vision. [Sur l'ombre De {a catopér 1que fonction des rayons par des miroirs plans miroirs convexes & concaves. Miroirs - ardents. tire: des verres ardents & de leurs foyers Vers. 159

V) TABLE DES MATIÈRES. LETTRE XLII Sur la vision & la
 structure de l'œil. pag. 162 Continuation & contemplation des merveilles
 qu'on découvre dans la structure de l'œil. 166 LETTRE XLIII. Continuation,
 2. différence énorme entre l'œil d'un animal & l'œil artificiel, ou la chambre
 obscure. 169 L/ L/. Perfections qu'on découvre structure de l'œil. 173 V.. Sur
 la gravité, Joit pesanteur, ne comme propriété générale des dans la V/
 LETTRE XLVI. Continuation, & ENT Termes & la pesanteur des corps &
 au vrai on doit leur donner. tions contre la figure sphérique de la terre
 tirées de ln . D: a "gravité; a l'égard des diverses contrées & distances au
 centre de la terre. ravie de la (une. LETTRE CUT Continuation [ur
 l'attraction mutuelle des corps célestes. 206

TABLE DES MATIÈRES. vi] LETTRE LIV. Des différens
[entimens des philofophes [ur la gravitation univer[elle : [enLETTRE LV.
Force dont les corps céleſtes s'attirent mnutuellement. VII. Sur le même
Jujet. . Mouvement des corps célejtes : méthode de le déterminer par les
loix de la Favitation univer|elle. F RE LIX. Syfème du monde. LIRE LXI.
Petites irrégularités qwon 0bJerve dans les mouvemens des planètes cauJées
par leur attraffion mutuelle. 233 | D flux €S reflux de la mer par la force
attracrive de la lune. LA p ie XV. Continuation. Fil Ut l i (e ALL.
ExXpO/#10n ? A1 nl la difpute des philofophes fur la caufe de la [El
£ravitation univer|elle. 249 | (UN p . ANature € ejJence des Corps 5 | Joit
étendue, mobilité €\$ impénétrabilité des | corps. 263

“ TABLE (DES MATIÈRES: Du mouvement uniforme € des
mouvemens. accélérés © retardés. ‘276 rincipale. ment € du reposs € es Jur
les ae des bhilofos s g cer Érad. Jangemens qui pEUdent arriver dans l'état
des cor LETTRE LYRTRT Sur certe quelle 10H; ÿ a-1-1 30\$ d'autres
.efpèces .de forces. EN DE LA. TABLE DES: MATIÈRES DU TOME I. 2
LET

nn ne He SA CS à Sie LE LR °S) he @ > FRS R CES ECRITES
A UNE PRINCESSE D'ALLEMAGNE SUR DIVERS SUJETS D E
PHYSIQUE ET DE PHILOSOPHIE: LÉ CT RE MADAME GRR

l'espérance de continuer à V: A: mes instructions dans la Géométrie femble
éprouver de nouveaux retards, qui me causent un chagrin très-sensible ; je
souhaiterais pouvoir y {uüppléer par écrit, autant que la nature des objets
peut le permettre: J'en ferai l'essai, en expliquant à V. À: l'idée juste qu'on
doit {e former de la grandeur , en y. comprenant les plus petites & les plus
grandes étendues, que nous découvrons actuelleET dans le monde, Et;
d'abord, il faut se Ra une certaine mesure, proportionnée,, à Tor.

2 LETTRES À UNE PRINCESSE nos fens, dont nous äions une juſte idée, come pat exemple celle d'un pied, Cette ongueur une fois établie & mife devant les yeux, peut nous fervir à connoître toutes les longueurs, les plus grandes comme les plus petites; en déterminant pour celles-là combien de pieds celles renferment, & pour celles-ci quelle partie d'un: pied leur convient. (Car, ayant l'idée d'un pied, on a auſſi celle de fa moitié, de {on quart, de fa douzième partie, qu'on nomme un pouce, de fa centième partie & de fa millième, qui eſt fi petite qu'elle échappe prefque.à la vue. Mais il faut confidérer, qu'il y a des animaux, qui—aygnt leurs membres, dans leſquels circule leur fang, & qui renferment encore furement d'autres infectes vivans, qui font à leur égard auſſi petits qu'eux-mêmes par rapport à nous, #76#t 2 >; d'où l'on doit conclure, que les plus petites quantités exiſtent actuellement dans le monde, & Îe trouvent encore divifées en des parties infiniment plus petites. ' Ainſi, par exemple, quoique la dix-millième partie d'un pied ſoit infenſible à notre égard, elle ſurpañe cependant la grandeur d'un animal entier, & devroit lui fembler fort grande, ſil avoit quelque connoiſſance. Pañlons à prelent de ces petites quantités, où notre eſprit ſe perd, à de plus grandes. V. À. connoit la longueur d'un mille; on en compte dix-huit d'ici à Magdebourſg ; on eſtime un mille de 24000 pieds, & on s'en fert ds

D'ALLEMAGNE, à pour mesurer la distance des différentes régions du globe, pour ne pas multiplier trop les nombres, en se servant du pied; dans ce calcul. Quand on fait qu'un mille est de 24000 pieds, & que l'on ajoute que Magdebourg est éloigné de Berlin de 18 milles, l'idée est bien plus claire, que si l'on disoit, que cette distance est de 432,000 pieds, ce grand nombre éblouit & fait presque notre entendement. On aura encore une idée juste de la grandeur de toute la terre, quand on saura que son contour est de 2400 milles. Et le diamètre étant une ligne droite qui, passant par le centre, va à se terminer à la circonférence de part & d'autre, & divise en deux parties égales le cercle, qui est la figure reconnue à la terre sous le nom de globe, le diamètre de ce globe est estimé de 1720 milles, & c'est de cette mesure dont on fait usage pour les plus grandes distances qui se découvrent dans les cieux. La lune est celui des corps célestes qui nous approche le plus, n'étant éloignée que d'à-peu-près 30 diamètres de la terre, ce qui fait 1680 milles, ou 40320,000 pieds; mais la première mesure de 30 diamètres de la terre est la plus claire. Le soleil est environ 300 fois plus éloigné que la lune; ainsi la distance de 9000 diamètres de la terre, nous donne une connoissance bien plus évidente; que si nous voulions l'exprimer par milles ou par pieds. V. A. fait que la terre fait le tour du soleil dans l'espace d'une année, mais que le soleil reste fixe. Outre la terre; À 3

4 LETTRES À UNE PRINCESSE il y a encore \$ autres corps
femblables, qui tournent autour du foléil, mais à des diftances pluspetites,
telles que Mercure & Vénus, Ou-plus grandes, comme Mars, Jupiter
&.Saturne , nommés les planètes. Toutes les autres étoiles, que nous
voyons, excepté les cometes, font appellées fxes, & leur diftancee. de nous
eft incomparablement plus grande que celle du foleil. : Ces diftances font
fans-doute extrêmement inégales, ce qui fait que quelques-unes paroiffent
plus grandes que les autres. Mais la plus proche de nous, eft certainement
plus de \$000 fois plus éloignée que le {oleil, donc fa diftance furpañle
45\$,000,000 fois le diamètre de la terre, & doit être de ##,400,000,000
milles ; & ce nombre étant encore multiplié par 24000 donnera cette
diftance prodigieufe exprimée par pieds. Ce n'eft . cependant que. la
diftance des étoiles fixes les plus près de nous: & les plus éloignées que
nous voyons; le font bien cent fois plus encore. On s'imagine pourtant que
toutes ces étoiles, priles enfemble, ne conitituent qu'une très-petite partie de
l'univers entier; à legard duquel ces diftances prodigieules ne font que ce
qu'eit un grain de fable relativement à la terre. Cette immenfite eft l'ouvrage
du Tout-puiffant, qui gouverne les plus grands corps, comme les plus petits.
a Berlin ce 19 Avril 1760,

L'ED TRE à I, 1 Das l'espérance 'que: V Aragrée rætla conct
 tinuation. des instructions' dont j'ai pris da li: berté de lui préflentes uinieflai
 par ma première lettre ; 'je vais développer: l'idée de la vitesse qui est une
 espèce de grandeur particulière, & susceptible d'augmentation & de
 diminution. Quand-une chose est transportée, & qu'elle passe d'un
 endroit à-un autre, . on lui attribue une: vitesse. Qu'un courrier à cheval
 & un meffager à pied, passent: de Berlin à Magdebourg ; on conçoit dans
 l'un. & dans l'autre une certaine vitesse ; mais 'dit que' celle du pre: mier
 surpasse celle du dernier.: Il s'agit donc d'examiner, en quoi consiste la
 différence que nous mettons entre ces deux -vitesses. . Le: chez: moi est le
 même! pour le Courier & pour le meffager , mais la différence consiste
 au temps que l'un. & l'autre met à le faire. : La vitesse du courrier est plus
 grande, parcequ'il emploie moins: de temps: à aller de Berlin: à Magdebourg ,
 & celle du meffager plus "petite puisqu'il en emploie davantage ; il
 est. donc clair que, pour se former une: idée juste de la vitesse, 'faut avoir
 égard à deux espèces de quantité à la fois c'est-à-dire, au chemin parcouru,
 & au temps qui s'est écoulé, Donc: un: corps qui parcourt en même temps un
 double chemin, a double vitesse, s'il parcourt en même temps un chemin À
 8

4 LETTRES À: UNE PRINCESSE trois fois plus grand, fa vitelle est estimée trois fois plus grande, & ainsi de suite. On connaît donc la vitesse d'un corps, quand on fait le chemin qu'il parcourt dans un certain temps.. Pour: connaître la vitesse de ma marche, quand: je vais à Lytzow *, j'ai observé que je fais 20 pas dans une minute; un de mes pas vaut deux pieds & demi; ma vitesse est donc telle, que je parcours un chemin de 300 pieds dans une minute, & un chemin soixante-fois-plus 'grand, ou de 18000 pieds dans une heure, ce qui ne fait pas encore un mille, : qui étant 24000 pieds demanderait une heure & 20 minutes; {1 donc je voulais marcher d'ici à Magdebourg ; j'emploierais précisément 24 heures: Voilà une juste idée de la vitesse dont je puis marcher; d'où l'on peut aisément comprendre, ce que: c'est qu'une vitesse plus grande & plus petite. Car si un courrier allait d'ici à Magdebourg: en 12 heures, sa vitesse {serait double de la mienne; & s'il allait en 8 heures; elle serait triple. : Nous remarquons une très-grande différence parmi les vitesses. La tortue nous donne l'exemple d'une vitesse très-petite; si elle n'avance que d'un pied par minute, sa vitesse est 300 fois plus petite que la mienne, puisque je fais 300 pieds dans le même temps.. Nous connaissons aussi des vitesses beaucoup plus grandes. Celle du vent varie beaucoup: un vent médiocre # Village à une lieue de Berlin.

D'ALLEMAGNE. 7 fait 10 pieds dans une feconde, ou 600 pieds dans une minute; il marche donc deux fois plus vite que moi. Un vent qui parcourt 20 pieds dans une feconde ou 1200 dans une minute, eft déjà paflablement fort; donc un vent qui parcourt 200 pieds dans une feconde eft extrêmement fort, quoique fa vitefle ne foit que 10 fois majeure de la mienne, & qu'il lui faille 2 heures & 24 miutes pour {ouffler d'ici à Masdevoureg. Vient enfuite la vitefle du fon, qui fait 1000 pieds dans une feconde, & 60000 pieds dans une minute. Cette vitefle eft donc 200 fois plus grande que celle de ma marche; & fi l'on tiroit un canon à Magdebourg, dont le bruit put pañer jufqu'à Berlin , il y'arriveroit en 7 minutes. Un boulet de canon fe meut àpeu-près avec. la. même vitefle; mais quand on emploie la plus grande charge, on compte qu'il peut bien parcourir 2000 pieds dans une feconde ou 120,000 dans une minute. Cette vitefle nous paroît prodigieufe, quoiqu'elle ne furpañle que 400 fois celle de ma marche à Lytzow ; aufli eft-ce la plus grande vitefle , que nous appercevons fur la terre. Mais il eft dans les cieux des vitefles beaucoup plus grandes, quoique les mouvemens nous en paroiffent fort tranquilles... V. A. fait que la terre tourne fur fon axe en 24 heures, cette vitefle parcourt donc fous l'équateur 2400 milles en 24 heures, pendant que Je ne puis parcourir que 18 milles. Elle eft donc 300 fois plus grande que 4

g LETTRES À UNE PRINCESSE la mienne, & plus petite
cependant que la plus grande vitefle d'un boulet de canon. La terre fait fa
révolution autour du foleil dans lepace d'un an, en parcourant 128,250
milles dans 24 heures; donc fa vitefle eft 18 fois plus rapide que celle d'un
boulet de canon. La plus grande vitefle que nous connoïffions eit fansdoute
celle de la lumière, qui parcourt 2,000,000 milles chaque minute, & qui
furpalle celle d'un boulet de canon 400,000 fois. ce 22 Avril 1760. BED T
RE TRE Lies éclairciffemens fur les divers degrés de vitefle, que J'ai pris la
liberté de prelenter à V: A., me conduilent à l'exameri du fon, ou a à bruit
quelconque en général; il faut relarquer qu'il s'écoule toujours quelque tems
avant qu'il parvienne jufqu'à nos oreilles, & que ce tems eft d'autant plus
long, que le lieu où le fon elt produit eft plus éloigné de nous; enforte que
pour fe communiquer à la diftance de 1000 pieds, il lui faut une feconde.
Ge on tire le canon, ceux qui en font éloignés, n'entendent le bruit, que
quelque tems après qu'ils ont vu le feu. Ceux qui font éloignés d'un mille
ou de 24000 pieds, n'entendent le bruit que 24 fecondes après la vue

+ D'ALLEMAGNE. 9 du feu. V. À. aura fûrement remarqué
 fouvent, que le bruit du tonnerre ne parvient à nos oreilles) que quelque
 tems après l'éclair : & c'est par-là qu'on peut juger à quelle diftance de nous
 fe trouve l'endroit où le tonnerre eft forme. Si, par exemple, nous obfervons
 qu'il s'écoule 20 fecondes entre l'éclair & le bruit du tonnerre, nous
 pouvons conclure que le fiégé du tonnerre eft éloigné de nous de 20 mille
 pieds, en comptant mille pieds de diltance pour chaque feconde. Cette belle
 propriété nous conduit à examiner en quoi confiftesle fon; fi fa nature eft
 femblable à celle 'de l'odeur, ou fi le fon part du corps qui lerend, comme
 l'odeur fort de la fleur, en' rempliflant. l'air d'exhalaifons fubtiles, propres
 à exciter le fens de notre odorat. Les anciens peuvent avoir eu cette idée,
 mais nous fommes bien convaincus à-préfent, qu'il ne {ort rien d'une
 cloche frappée, qui {oit tranfporté dans nos oreilles, & qu'aucun corps qui
 fonne ne perd rien de fa fubftance. Qu'on regarde une cloche frappée, ou
 une corde pincée, on s'appércevra que ces corps fe trouvent alors dans un
 tremblement, dans un ébranlement dont toutes leurs parties {ont agitées: &
 tout corps fufceptible d'un tel ébranlement dans {es parties, produit aufli un
 fon. On peut voir Tab. I. fig. 1. ces ébranlemens ou vibrations dans une
 corde, quand elle n'est pas trop mince ; la corde tendue ACB pañe
 alternativement dans la fituation AMB & ANB

10 LETTRES A- UNE PRINCESSE où je les ai représentées beaucoup plus faiblement qu'elles n'arrivent en effet. Il faut puis observer, que ces vibrations mettent l'air voisin dans une vibration pareille, qui se communiquant successivement aux parties plus éloignées de l'air, celles-ci viennent enfin frapper l'organe de notre oreille. C'est donc l'air qui reçoit ces vibrations, & qui transporte le son jusqu'à nos oreilles; il est donc clair, que la perception du son n'est autre chose, que le choc que nos oreilles. reçoivent par l'ébranlement de l'air qui se communique chez nous à l'organe de l'ouïe; & quand nous entendons le son d'une corde pincée, nos oreilles reçoivent autant de coups de l'air que la corde fait de vibrations en même temps. Ainsi, si la corde fait 100 vibrations dans une seconde, l'oreille reçoit aussi 100 coups dans le même temps, & la perception de ces coups est ce qu'on nomme un son. Lorsque ces coups se suivent également, ou que leurs intervalles sont tous égaux, le son est régulier, & tel qu'on l'exige dans la musique; mais quand ces coups se succèdent inégalement ou que leurs intervalles sont inégaux entr'eux, il en résulte un bruit irrégulier, tout-à-fait impropre pour la musique. Quand je considère un peu plus attentivement les sons de la musique, dont les vibrations se suivent également, je remarque d'abord que, lorsque les vibrations, ainsi que les coups dont l'oreille est frappée, sont plus ou moins forts, il n'en résulte d'autre différence

pe es : D'ALLEMAGNE. Il daris le fon, fi ce n'est qu'il devient plus ou moins fort, ce qui produit la difference que les muficiens indiquent par les mots forte & piano. Mais il y & une différence beaucoup plus effentielle, lorfque les vibrations font plus ou moins rapides, ou qu'il en arrive plus ou moins dans une féconde. Quand une corde achève 100 vibrations dans une feconde, & une autre corde 200 vibrations dans le même tems, leurs fons feront effentiellement différens; le premier fera plus grave ou plus bas, & l'autre plus aigu ou plus haut. Voilà donc la véritable différence entre les fons graves & aigus, fur laquelle roule toute la mufique, qui enfeigne à mêler des fons. qui différent entr'eux par rapport au grave & à l'aigu, mais tellement unis enfemble, qu'il en réfulte une agréable harmonie. Dans les fons graves il y a moins de vibrations en même tems, que dans les fons aigus; & chaque fon fur le clavecin renferme un nombre certain & déterminé de vibrations, qui s'achèvent dans une féconde. Ainfi le fon qui elt marqué par la lettre C, rendà-peu-près 100 vibrations dans une feconde, & le fon marqué par la lettre 7 rend 1600 vibrations dans le même efpace de tems. Une corde, qui tremble 100 fois dans une feconde, donnera précifément le fon C, & fi elle ne trembloit que 50 fois, le fon feroit plus bas ou plus grave. Or à l'égard de nos oreilles, il y a des limites, au-delà defquelles

D | | 1H 114 1 } | [16 n Æ 1e 1 14 4 1! 11 | Il] 1 Î à | [1 1 Î a | l nil
NRA 1 |! En 4 Mi 1 | | A1 nt HE | De [4 L 1 » à | Î 1111 HEIN A] Î [1! 1 ps
u ÿ | D TLIT UE at 4 \$ (t"ru il . 1 , | : Î | : | 1 | FEU | | (ll | | IE | LEE = 2 Ta
Le ur. mur PE sé nb Le Re nn —

F2 LETTRES À UNE PRINCESSE les sons ne sont plus perceptibles. IT semble: que nous ne pourrions plus sentir un son, qui fait moins de 20 vibrations par seconde, à cause de la trop grande baffle, ni celui qui en ferait plus de 4000, à cause de sa trop grande hauteur, le 26 Avril 1760. LE:Fe FER Et IV: X 7 Y OTRE Altesse vient d'interrompre le :fil de mes pensées d'une manière très-gracieuse LE ue - L_ 4 . L4 LS LL Lé LL D LA LU LU LL L C'est donc le cœur plein de reconnaissance que je retourne à mon sujet. Pourfuivant avec zèle je reprendrai ma remarque, qu'en entendant un son simple: de musique, notre oreille est frappée d'une suite de coups également éloignés ENtr'EUX ; dont la fréquence & le be produit, dans un certain espace de temps, la différence qui règne entre les sons graves & les sons aigus: en sorte que, plus le nombre de vibrations ou de coups produits dans un certain temps, tel qu'une seconde, est petit, plus le son est estimé grave; & plus ce nombre est grand, plus-le son est:aigu. La sensation d'un son simple, de musique, peut donc être comparée à une suite de points égaux

D'ALLEMAGXE. T2 ment éloignés entr'eux, comme . . . : . . Si les intervalles entre ces points {ont plus grands ou plus petits, le {on qui eft produit fera plus grave ou plus aigu. Il w'eft pas doutéux que:la fenfation d'un fon fimple ne foit femblable ou analogue à la vue d'une telle fuite de points, également éloignés entr'eux ; on peut ainfi repréfenter aux yeux ce que les oreilles fentent én entendant un fon. Si les diftances entre les points n'étoient pas égales, & que les points fuflent rangés confufément, ce eroit la repréfentation d'un bruit confus, contraire à l'harmonie. (Cela pofé, confidérons quel effet deux {ons rendus à la fois, doivent produire fur l'oreille ; ileftclair, d'abord, que fi ces deux fons {ont égaux, ou que chacun renferme le même nombre de vibrations dans le même tems, l'oreille en fera affectée de la «même manière que d'un {on feul; & on dit en mufique, ces deux {ons font à l'uniflon, ce qui eft l'accord le: plus fimple, un accord étant nommé le mélange de deux ou plufieurs fons qu'on entend à la fois. Et fi les deux {ons difèrent paï rapport au grave & a l'aigu, on appercevra un mélange de deux fuites. de coups, dans chacune defquelles les intervalles ont égaux entr'eux, mais plus grands dans Pune que dans l'autre, celles -là. répondant au fon plus grave, & celles - ci au plus aigu. 'Ce mèlange ou cet accord de deux fons peut ètre reprélenté aux yeux par deux fuites de

14 LETTRES À UNE PRINCESSELD TS SENS OIG TETE EST
-ONTONFTIEN 1128 CRIS DO PES TIOU TONI TS points rangés sur
deux lignes ab & cd: & pour avoir une idée juste de ces deux suites, il faut
appercevoir l'ordre qui y règne, ou ce qui revient au même, le rapport entre
les intervalles de l'une & de l'autre ligne. Ayant numéroté les points de
chaque ligne & mis le No. 1. sous le No. 1; les No. 2. ne feront plus
précisément l'un sous l'autre; & moins encore les No. 3. mais le nombre 11.
se trouve justement au-dessus du nombre 12. d'où l'on connoît que le son
le plus haut fait 12 vibrations, & l'autre 11 seulement. Si l'on n'écrit pas les
nombres, les yeux ne découvriront presque pas cet ordre; il en est de même
des oreilles, qui le sentiroient bien difficilement entre les deux sons, que
j'ai représentés par les deux rangs de points. Mais dans cette figure on
découvre au premier coup-d'œil, que la ligne d'en haut contient deux fois
plus de points que celle d'en bas, ou que les intervalles dans la ligne d'en
bas sont deux fois plus grands que dans celle d'en haut. (C'est sans doute le
cas le plus simple après l'unisson, où l'on peut aisément découvrir l'ordre
dans ces deux suites de points; & il en est de même des deux sons
représentés par ces deux lignes de

D'ALLEMAGNE. T\$ points, dont l'un achévera précifement le double de vibrations que l'autre, & l'oreille s'appercevra aifément du beau rapport qui se trouve entre ces deux sons, pendant que, dans le cas précédent, le jugement est très-difficile, s'il n'est pas impossible. Quand l'oreille découvre aisément le rapport qui règne entre deux sons, leur accord est nommé consonance; & si ce rapport est très-difficile, impossible même à sentir, l'accord est dit dissonance. : La plus simple consonance est donc celle où le son aigu produit précisément deux fois plus de vibrations que le son grave. (Cette consonance est nommée octave en musique: tout le monde en connaît la force, & deux sons qui diffèrent précisément d'une octave, harmonisent si parfaitement, & se ressemblent si fort, que les musiciens les marquent par les mêmes lettres. C'est pourquoi nous voyons que, dans les églises, les femmes chantent d'une octave plus haut que les hommes, & s'imaginent pourtant entonner les mêmes sons. V. A. s'afflurera aisément de cette vérité sur un clavecin, & s'appercevra avec plaisir du bel accord entre tous les sons qui diffèrent d'une octave, pendant que deux autres sons quelconques ne s'accordent pas si bien. le 29 Avril 1760.,

LR AE ECRCR SV V. À. aura déjà vû que l'accord que les muficiens nomment octave, frappe l'oreille d'une manière fi marquée; qu'on y découvre aifément la moindre aberration. Ainfi, ayant entonné le fon marqué F, on y accorde 'aifément le {on.f, qui eft plus haut d'une oétave; par le feul jugement de l'oreille; & fi la corde d'un {on f eft tant foit peu trop haute ou trop bafle, l'oreille en eft d'abord choquée, & ren n'elt plus-ailé que de la mettre parfaitement d'accord. Aufli voyons-nous que tout le monde pañle aifément, en chantant, d'un fon à un autre qui elt d'une octave plus haut ou plus bas. Mais s'il faut pañler du fon F au fon d; pat exemple, un chanteur médio-cre fe trompera aifément, s'il n'elt pas fécouru par un inftrument; ayant fixé le fon F; il eft prefqu'impoflible d'y accorder tout d'un coup le {on 4. Quelle eft donc la raifon de cette différence; qu'il foit fi aifé d'accorder le fon f au fon F; & fi difficile d'y accorder le fon d ? 'Elle eft bien évidente par €e que j'ai eu l'honneur d'expliquer à V. A. dans mes dernières remarques : c'elt que le fon F & le fon f font une otave, & que le nombre des vibrations du fon f eft précilément le double de celui du fon FE. Pour appercevoir cet accord, il ne faut que fentir la proportion | d'un

D'ALLEMAGNE. 1 d'u à deux, qui; comme elle faute d'abord aux yeux par la représentation des points dont je me fuis fervi, affecte les oreilles d'u: ne manière {emblable. V. A: comprendra donc aisément, que plus une proportion est simple, ou exprimée par de petits nombres, plus elle se présente distinctement à l'entendement, & plus elle y excite un sentiment de plaisir. Les architectes observent aussi très soigneusement cette maxime, en employant par-tout dans les bâtimens des proportions aussi simples, que les circonstances le leur permettent. Ils font ordinairement la hauteur dans les portes & les fenêtres deux fois plus grande que la largeur, & tâchent d'employer partout des proportions exprimables en de petits nombres, puisque cela plaît à l'entendement. Il en est de même de la musique; les accords ne plaisent qu'autant que l'esprit y découvre la proportion qui règne entre les sons, & cette proportion s'apperoit d'autant plus aisément, qu'elle est exprimée par de petits nombres. Et après la proportion d'égalité; a marque deux sons égaux où à l'unisson, la proportion de deux à un est sans-doute la plus simple, & c'est celle qui fournit l'accord d'une octave: dès-lors il est évident, que C'est l'Accord est doué de beaucoup de prérogatives parini les autres consonances. Après cette explication de l'accord ou de l'intervalle entre deux sons; que les musiciens nomment octave, considérons plusieurs sons, comme F; f, G; g, A; a, B; b

18 LETTRES À UNE PRINCESSE a — f F 7, dont chacun est d'une octave plus haut que le précédent; puis donc que l'intervalle de Faf, de f à f, de f à F, de F à f, de F à F est une octave, l'intervalle de F à f, fera une double octave, celui de F à F une triple octave, & celui de F à F une quadruple octave. Or pendant que le son F rend une vibration, le son f en rend deux, le son #f, quatre, le son F huit, le son 7 feizet: d'où nous voyons que, comme une octave répond 1 à 2, une double octave répond 1 à 4, une triple 1 à 8, & une quadruple à celle de 1 à 16. Et la proportion de 1 à 4 n'étant plus si simple que celle de 1 à 2, puisqu'elle ne saute plus si aisément aux yeux, une double octave ne s'apperoit pas si aisément qu'une simple; une triple est encore moins perceptible, & une quadruple bien moins encore. Quand donc, en accordant un clavecin, on a fixé le son F, il n'est pas si aisé d'y accorder la double octave F, que la simple f; & il est plus difficile encore d'y accorder la triple octave 7 & la quadruple F, sans y monter par les octaves intermédiaires. Ces accords sont aussi compris dans le terme de consonance; & puisque celle de l'unisson est la plus simple, on peut les ranger selon les degrés suivans. I. Degré, l'unisson, indiqué par la proportion de 1 à 1. II. Degré, l'octave continue, dans la proportion de 1 à 2.

D'ALLEMAGNE. 19 III. Degré, la double octave, dans la proportion de I à 4. IV. Degré, la triple octave, dans la proportion de 1 a S. V. Degré, la quadruple octave, dans la proportion de I à 16. VE Degré, la quintuple octave, dans la proportion de x à 32. Et ainfi de fuite, tant que les sons font encore fenfibles. Ce font les accords, ou confonances, à la connoiffance defquelles nous avons été conduits jufqu'ici; & nous ne favons rien encore des: autres efpeces de confonances, & encore moins des diffonances, dont on fait ufage dans la mufique. Mais avant de pafler à l'explication de celles-ci, je dois ajouter une remarque {ur le nom d'octave, qu'on donne à l'intervalle de deux sons, dont l'un fait deux fois plus de vibrations que l'autre. V. A. en voit la raifon dans les touches principales du clavecin, qui montent par 7 degrés avant que d'arriver à l'octave, .comme C; D:5, E.-F;,-6, A, H,:c,:deforte que la touche c elt la huitièmes en comptant C la première. Et cette divifion. dépend d'une certaine efpece de mufique, dont la raifon ne fauroit être expofée que dans la fuite. le 3. May:1760.

20 LÆTTRES À UNE PRINCESSE LE LAS REV: x peut dire que toutes les proportions de 1 à 2, de 1a 4, de 14 \$, de 16; que nous avons considérées jusqu'ici, & qui renferment la nature d'une octave simple, double, triple, ou quadruple, tirent leur origine du seul nombre 2, puisque 4 est deux fois deux, 8 deux fois quatre, & 16 deux fois huit. Ainsi en n'admettant que le nombre deux dans la musique, on ne parvient qu'à la connoissance des accords ou consonances, que les musiciens nomment octave simple, double, ou triple; & , puisque le nombre 2 ne fournit par sa reduplication, que les nombres 4, 8, 16, 32, 64, l'un étant toujours double de l'autre, tous les autres nombres restent inconnus pour nous. Or si un instrument ne contenoit que des octaves, comme les sons marqués C, c, c, & 7, & que tous les autres en fussent exclus, il ne fauroit produire aucune musique agréable, par sa trop grande simplicité. Introduisons donc avec le nombre 2, le nombre 3 encore, & voyons quels accords ou quelles consonances il en résulteroit. La proportion de 1 à 3 nous présente d'abord deux sons, dont l'un rend trois fois plus de vibrations que l'autre, dans le même tems. Cette proportion est sans-doute la plus aisée à comprendre, après celle de 1 à 2, ainsi elle fournira

4 — h EL AN , VALLE MAGNE. 21 des conforances fort belles, mais d'une nature tout-à-fait différente de celle des octaves. Supposons donc que, dans la proportion de 1 à 3, le nombre 1 réponde au fon C; puisque le fon c est exprime par le nombre 2, le nombre 3 nous donne un fon plus haut que c, mais pourtant plus bas que le fon

22 LETTRES À UNE PRINCESSE aife d'accorder une quinte.

C'est pourquoi, sur les violons, les quatre cordes montent par des quintes la plus basse étant C la seconde 4, la troisième E , & la quatrième G ; & chaque musicien les met aisément d'accord par l'oreille seule. Cependant une quinte ne s'accorde pas si aisément qu'une octave; mais la quinte au-dessus de l'octave, comme de C à g , étant exprimée par la proportion de 1 à 3, est plus sensible qu'une simple quinte, comme de C à G , ou de c à g qui est exprimée par la proportion de 2 à 3; & l'on fait aussi par expérience, qu'ayant fixé le son C , il est plus aisé d'y accorder la quinte supérieure g , que la simple G . Si l'unité nous avoit marqué le son F , le nombre 3 marquerait le son c . —.... —... — enforté que F ff. 2C LT TR eNAAIgIeroient MATQUÉS PAF 1.120 97.224. O8 T2 Oû de f à c l'intervalle est une quinte, contenue dans la proportion de 2 à 3; de f à c , de F à c il y a aussi une quinte, puisque la proportion de 4 à 6 & de 8 à 12 est la même que celle de 2 à 3. (Car si deux aunes coûtent 3 écus, 4 aunes en coûtent 6, & 8 aunes 12. De-là nous arrivons à la connoissance d'un autre intervalle contenu dans la proportion de 3 à 4, qui est de c à f ; & par conséquent aussi de c à f , ou de C à F , que les musiciens nomment une quarte, qui étant exprimée par de plus grands nombres, n'est pas si agréable à beaucoup près que la quin

D'ALLEMAGNE. 23 te, & moins encore que l'octave. Comme le nombre 3 nous a fourni ces nouveaux accords ou consonances de la quinte & de la quarte, prenons avant que d'en employer d'autres, le nombre 3 encore trois fois, pour avoir le nombre 9, qui donnera un son plus haut que le son 3 ou c d'une octave & d'une quinte, où © est l'octave de ç & % la quinte de 7; donc le nombre 9 donne le Toner F5 el- . forte que T . F. 7 . +, feront marqués par 6, 8, 9, 12, où prenant ces sons dans les octaves inférieures, les proportions demeurant les mêmes, on aura : | C R T C S T N D T R D U R a due cc. 6.8.9.12.16.18. D 32 . 36.48.64 .72 . 96 d'où nous parvenons à la connoissance de nouveaux intervalles. Le premier est celui de F à G contenu dans la proportion de 8 à 9, que les musiciens nomment une seconde, où ton entier. Le second est de G à f, contenu dans la proportion de 9 à 16, appelé septième, & qui est d'une seconde où d'un ton entier plus petit qu'une octave. Ces proportions étant déjà exprimées par des nombres considérablement grands, les intervalles ne sont plus comptés parmi les consonances, & les musiciens les nomment dissonances. Si nous prenons : encore trois fois le nombre 9, pour avoir 27, il marquera un son plus haut que c & précisément d'une quinte plus B 4 A

24 LETTRES À UNE PRINCESSE haut que g, ce fera donc le ton 4, & fon oc. tave 3 répondra au nombre 2 fois 27 ou 54, & la double octave “7 au nombre 2 fois \$4 ou 108. Reprcfentons ces tons, de quelques oc taves plus bas, de la manière fuivante : GC: DE, 6; c3 d; f; L3 05 d, 83 gs 24. Eat 32: 36. AS. \$4 GE? 2. 96. 108. 128. 144, 6 5 CE ; F3 PT EE 192.216.256.288. 384. Nous y voyons que lintervalle D à Feft contenu dans la proportion de 27 à 32, & celui de F à d dans la proportion de 32 à \$4, que nous pouvons prendre la moitié de 16 à 27, dont la première eft nommée fierce 111neure, & l’autre fexte majeure. On pourroit encore tripler le nombre 27, mais la mufique ne palle pas fi loin, & on fe borne au nombre 27 résultant de 3, en le multipliant pour la troifième fois par lui-même; les autres tons de mufique, qui nous manquent encore, {ont introduits par le nombre \$, que je developpe. rai dans la lettre fuivante. le 3 de ne 1760. LE DDR AR VIT. La matière far laquelle je prends la liberté d'entretenir V. A. eft fi fèche, que je crains gu’elle ne vous ennuyé; pour ne pas employer trop de tems, & ne point revenir à un fu jet fi défagréable , J'envoye aujourd'hui trois let

D'ALLEMAGNE 2\$ tres à la fois Mon intention étoit de mettre
 sous les yeux de V. À. la véritable origine , presque absolument inconnue aux
 musiciens , des sons employés dans la musique. Ce n'est point à la théorie
 qu'ils doivent la connoissance de ces sons; mais plutôt à une force occulte
 de la véritable harmonie, qui a opéré si efficacement sur les oreilles, qu'elles
 ont, pour ainsi dire, été contraintes à recevoir les sons qui sont actuellement
 en usage, quoiqu'ils ne soient pas encore bien décidés sur leur juste
 détermination. Les principes de l'harmonie se réduisent enfin à des nombres
 comme j'ai eu l'honneur de le faire voir à V. À. & j'ai remarqué, que le
 nombre 2 ne fournit que des octaves, en sorte qu'ayant, par exemple, fixé le
 son F, nous avons été conduits aux sons, f, f, 7, 14. Ensuite le nombre
 3 fournit les sons, 10; cc; 5 + 7 qui diffèrent de ceux-là d'une quinte; & la
 répétition de ce même nombre 3 fournit encore les quintes des premières,
 qui sont G, g, g ; 5 » & enfin la troisième répétition de ce nombre 3 y ajoute
 encore les sons D, d, d, 3. Les principes de l'harmonie , étant donc attachés
 à la simplicité , ne semblent pas permettre qu'on puisse plus loin la
 répétition du nombre 3, ainsi jusqu'à-présent nous n'avons que les sons
 suivans pour chaque octave DER CAN OACT T: ROOU Le 16. 18. 24. 27.
 32. qui n'admettent pas

26 LETTRES À UNE PRINCESSE certainement une musique bien variée. Mais introduisons encore le nombre $\$$, & voyons quel fera le ton qui rend $\$$ vibrations, pendant que le ton F n'en fait qu'une. Or le ton f fait en même tems 25 le ton f 4; & le ton +, 6 Le ton en question est donc entre f & 7, & c'est celui que les musiciens indiquent par la lettre a, dont l'accord avec le ton f est nommé tierce majeure, & l'on trouve faire une consonance fort agréable, étant contenu dans la proportion des assez petits nombres 4 à $\$$. De plus ce ton a avec le ton & fait un accord contenu dans la proportion de $\$$ à 6, qui est préférable aussi agréable que celui-là, & qu'on nomme aussi tierce mineure, comme celle dont nous avons déjà parlé, contenue entre les nombres 27 & 32, puisque la différence est presque insensible à l'oreille. Ce même nombre $\$$ étant appliqué aux autres tons G, c, d, ils nous donneront de la même manière leurs tierces majeures, prises dans la seconde octave au-dessus, c'est-à-dire, les sons 4 + & qui, étant transportés dans la première octave, donneront les tons suivants avec leurs nombres, Rs Ge SAGEM Pere nef 128.13\$.144.160.180.192:216-.240.256. Otez les tons F5, & vous aurez les touches principales du clavecin, qui, selon les anciens, constituent le genre nommé diatonique, & qui résulte du nombre 2, du nombre 3 répété trois fois, & du nombre $\$$. En n'admettant

D'ALLEMAGNE. 277 que ces tons; on est en état de composer des mélodies très - belles & très- variées, dont la beauté est uniquement fondée sur la simplicité des nombres qui ont fourni ces tons. Enfin, en appliquant pour la seconde fois le nombre 2 ; il fournira les tierces de quatre nouveaux tons, A, E, H, F#, que nous venons de trouver, nous aurons les sons Cs, Gs, Ds & B, de sorte qu'à présent l'octave est remplie des 12 tons, qui sont reçus dans la musique. Tous ces tons tirent leur origine de ces trois nombres 2, 3 & 2, en repiquant 2 autant de fois que les octaves le demandent; mais pour le 3, ' on ne le repique que trois fois, & le nombre se deux fois seulement. Voilà donc tous les tons de la première octave exprimés par les nombres suivants, où se voit la composition de chacun des nombres 2, 3 & 2 C1242 9 9. 229.92 5:3 a +. 41384\différence: CDD AD Si rie et ioss 400| 16 Di D NOTA RS ES TS 432| 32 DshR' ASIE Same 4ç\$0| 18 SO OR ET AP nc AR YO Ed 480! 30 FN OP m0 0 RONDE 200 |232 sil ONE SAIS IAS a ET \$40| 28 Gin 2 DENO 0 OST TS 61226 GS 220242 IR Sale Frel600|" 24; A 2202 22122 SUc01640! 40 Balise dei 67\$| 35 A 5 8 2 RP A 2 A LP LORS PE VTT OUT LS 1e 720| 4\$ cl2E 204000: 207029768048 pendant que le son C rend 384 vibrations, ce

28 LETTRES À UNE PRINCESSE lui C5 rend 400, & les autres autant que marquent les nombres adjoints: le fon c rendra donc en même tems 768, double du ombre 384. Et pour les octaves fuivantes, il ne faut que multiplier ces nombres par 2, par 4, ou par 8. Ainf le fon c rendra deux fois 768 ou 1535 vibrations, le fon, 2 fois 1536 ou 3072 vibrations, & le fon 7, 2 fois 3072 ou 6144 vibrations. Pour comprendre la formation des fons de ces trois nombres 2, 3 & S, il faut remarquer, que les points mis entre ces nombres fignifient la multiplication; ain ù pour le ton Fs Pexpreflion 2.2.3.3.3.S, fignifie 2 fois 2 fois 3 fois 3 fois 3 fois + Or 2 fois 2 eft 4, 4 fois 3 elt 12, 12 fois 3 eft 36, & 36 fois 3 elt 108, 108 fois \$ elt \$40. On voit par-là que les différences entre ces tons ne font pas égales entr'elles, mais qu'il en eft de plus grandes & de plus petites; c'eft ce qu'exige la véritable harmonie, Cependant l'inégalité n'étant pas confidérable, on regarde communément toutes ces différences comme égales, en nommant le faut d'un ton à l'autre femiton; &, de cette manière, l'octave eft divifée en 12 femitons. Bien des muficiens les font à-préfent égaux, quoique cela foit contraire aux principes de l'harmonie, parce qu'aucune quinte ni aucune tierce n'elt juſte, & que l'effet elt le même, que fi ces tons i'étoient pas bien accordées. Auili conviennent-ils qu'il faut renoncet à la juſtefle des accords, pour obtenir l'avantage de l'égalité des

D'ALLEMAGNE. | 29 femitons, enforte que la tranfpofition d'un ton à un autre, quelconque, ne change rien dans les mélodies. [ls avouent cependant que la même picce jouée du ton Cou du demi-ton plus haut'Cs, change confidérablement de nature ; il elt donc clair, que tous les demi-tons ne font effectivement pas égaux, quelque'effort que fañlent les muficiens pour les rendre teis, parceque la véritable harmonie s'oppoñe à Pexécution d'un deflein qui lui elt contraire. Telle eft donc la véritable origine des tons à-préfent en ufage, tirés 'des nombres 2, 3, & \$. Si Pon vouloit encore introduire le nombre 7, celui des tons d'une octave *deviendrait plus grand, & la mufique feroit portée à un degré fupérieur. Mais c'elt ici que la mathématique cède Pharmonie 4 la mufique. le 3 May :1760: A © LEE ST PERSE TANT PE AJNe queftion auffi importmnte que curiëufe, eit de favoir comment une belle mufique excite en nous le fentiment du plailir? Les favans font bien partagés là-deflus. Quelques-uns prétendent, que c'eftpure bizarrerie, & que le plaitir que caufe la mufique, n'elt fondé fur aucune raifon, parceque la même mufique qui flatte les uns déplaît aux autres. Bien loin que cela décide la quelction, elle en devient plus coïti em 4 Os + momie que trpéed a " = > e-. — — # 2 — sé d — — rene —;- “ = = er = or pts RTE eee = EST EURE em NE PPT EIE- T ĤA Fe Lu? }) % LN 1? (EM 10: 2 121 (A M il : 3 HAITI | } | F , | an! | i Ü { He À + ' | NA: | URI: ||| Ü ? \ | { . A: UNRIE tn { LU | { || UT ANR | URL [\ { ! HE * | { } ! ! : f 1 U L nm! 11e nl : i (8 1 } ‘ Ut NIUE | n } ñ p] # \ 1h | f 11 | L: Le . | / | h A 11 Î À Ü t ! 1 il | { 1 i | (! | UN L n | { d 77 a = | ne me 3 + ms ; = = = 2 . L O7 et. Tr mere ee ...— 12

30 LETTRES À UNE PRINCESSE pliquée; on veut favoir pourquoi la même pièce de musique peut produire des effets si différents, puisqu'il faut convenir qu'il n'arrive rien sans raison. D'autres soutiennent que le plaisir éprouvé par l'ouïe d'une belle musique : consiste dans la perception de l'ordre qui y règne. Ce sentiment paroît d'abord assez bien fondé, & mérite d'être examiné plus soigneusement. La musique renferme deux espèces d'objets, où l'ordre doit se rencontrer. L'un le rapporte à la différence des tons. hauts ou bas, aigus ou graves; & V. A. se fouviendra qu'elle est contenue dans le nombre de vibrations que chaque ton rend en même tems. Cette différence qui se trouve entre la vitesse des vibrations de tous les tons, est ce qui se nomme, proprement, harmonie. L'effet d'une musique, sur l'âme, se fait par les rapports ou les proportions que les vibrations de tous les tons tiennent entr'eux, est la production de l'harmonie. Ainsi, deux tons qui diffèrent d'une octave, excitent le sentiment de la proportion de 2 à 1; une quinte, de 3 à 2; une tierce majeure, de 4 à 3; &c. On comprend donc l'ordre qui se trouve dans quelque harmonie, quand on connoît toutes, les proportions qui règnent entre les tons, dont l'harmonie est composée, & c'est le sentiment des oreilles qui conduit à cette connoissance. Ce sentiment plus ou moins délicat, décide pourquoi la même harmonie est apperçue par l'un, & point du tout par l'autre, sur-tout ab ec

D'ALLEMAGNE. 31 quand les proportions entre les tons font exprimées par des nombres un peu grands. La musique renferme, outre l'harmonie, un autre objet aussi susceptible d'ordre, la mesure par laquelle on assigne à chaque ton une certaine durée: & la perception de la mesure consiste dans la connoissance de la durée de tous les tons, & des proportions qui en naissent, à favoir, si un ton dure deux fois, trois fois, ou quatre fois plus qu'un autre. Le tambour & la timbale nous fournissent une musique, où la seule mesure a lieu, puisque tous les tons ont égaux entr'eux, & là il n'y a point d'harmonie; il y a aussi une musique, toute en harmonie, sans la mesure. (Cette musique et le choral, où tous les tons {ont d'une même durée; mais une musique parfaite contient & harmonie & la mesure. Ainsi l'amateur qui entend une musique, & qui comprend, par le sentiment de ses oreilles, toutes les proportions sur lesquelles l'harmonie & la mesure {ont fondées, a certainement la plus parfaite connoissance possible de cette musique; tandis qu'un autre, qui n'apperçoit ces proportions qu'en partie, ou point du tout, n'y comprend rien, ou n'en a qu'une connoissance imparfaite. : Mais l'objet en question, le plaisir, est bien différent encore de cette connoissance, dont je viens de parler, quoiqu'on puisse {obtenir hardiment, qu'une musique ne fauroit en produire, à moins qu'on n'en ait une connoissance. Car la connoissance seule de toutes les || (ll } (4 | (| : ! qui ! | ((M h, : AB H241 L'EE H Alt | È | i } || 4 À | ({ : LI 4 M Ua 111% puit | ik be! PA !! RNA | ! « : | A LU! { 2 | (PAR "mil! Ah! Peiti l } il 115 : LA | ; | H | ir M PIE { 1 IE IE ? : 4 l rh ANT on te I b 1 11 4! | €! | Î ? [l [l L | LE 14 ! N : \ | H11 [os ; d'in LUE Ua: 11H01 F | + 1

32 LETTRES À UNE PRINCESSE propositions qui règnent dans une musique ; tant à l'égard de l'harmonie que de la mesure ; ne suffit pas pour exciter le sentiment du plaisir ; il faut quelque chose de plus, que personne n'a encore développé. Pour se convaincre, que la seule perception de toutes les proportions d'une musique n'est pas suffisante, il ne faut que considérer une musique fort simple, qui ne marche que par des octaves, où la DEL EuoR des proportions est certainement la plus aisée ; il s'en faut de beaucoup que, cette musique cause du plaisir, quoiqu'on en ait la plus parfaite connoissance. On dit alors, que le plaisir demande une connoissance qui ne soit pas trop facile, & qui exige quelque peine ; qu'il faut, pour ainsi dire, qu'elle nous coûte quelque chose. Mais à mon avis cela ne suffit pas encore. Une dissonance, dont la proportion consisté en de plus grands nombres ; est plus difficile à être comprise : : cependant une suite de dissonances mises sans choix & sans dessein ne fauroit plaire. Il faut donc que le compositeur ait suivi, dans sa composition, un certain-plan, exécuté par des proportions réelles & perceptibles ; alors, quand un connoisseur entend cette pièce, & qu'outre les proportions, il comprend le plan & le dessein même que le compositeur avoit en vue : il sentira cette satisfaction, qui constitue ce plaisir dont une belle musique frappe les oreilles inRE il provient donc de ce qu'on devine quelque manière les vues & les sentiments du

——— D'ALLEMAGNE: 33 du compofiteur , dont l'exécution, en
 tant qu'on. la juge heureufe; remplit Défaite d'une fen{ation agreable: C'eft
 une fatisie tioti à-peu-pres pareille à à celle qu'on reflent en voyant une
 belle pantomime, où l'on peut deviner par les geftes &c. les actions; les
 fentimens & les difcours qu'él l'on veut exprimer, en exécutant de plus un
 plan bien ordonné. L'éénigme du ramoneur qui a tant plu à V: A: me fournit
 aufh une belle comparaifon. Dès qu'on en devine le fens ; & qu'on
 reconnoît qu'il elt parfaitement exprimé dans la propofition de l'énigme, on
 reflent un plaifir vif de {a découverte, mais les énigmes plattes & mal
 dirigées n'en caufent aucun. Tels font, à mon avis, les vrais principes, fur
 lefquels font: fondés les jugemens {ur la beauté des pièces de mufque: le 6
 de May 1760. TTSSR SARL vu LB P PURE EX EXPLICATION du fon,
 que j'ai eu lhonneur de préfenter 4 V. À: me conduit à la confidération plus
 particulière de l'air; qui, fufceptible d'un mouvement de vibration; tel que
 celui dont les corps {onores; comme les cordes; les cloches &c. font agités,
 en tranimet l'ébranlement jufqu'à nos oreilles Or demande ce que c'eft que
 l'air, n'appercevant Tor. I.)

34 LETTRES À UNE PRINCESSE pas d'abord que ce soit une matière. Il fem: ble que, puisque nous ny voyons point: de corps sensibles, Mefpace qui nous environne ne contient aucune matière, Car nous ny sentons rien, & nous pouvons: marcher & mouvoir nos membres à travers, sans rencontrer le moindre obstacle; mais il n'y a qu'à frapper bien vite de la main, pour sentir quelque résistance, & s'appercevoir même d'un vent produit. par ce mouvement rapide. Auih le vent n'est autre que l'air mis en mouvement; & puisqu'il est capable de produire des effets si surprenans, comment douter, que l'air ne soit une matière & par conséquent un corps? Car corps & matiere sont synonymes. Les Sages le distinguent en deux espèces, en solides & fluides; & il est évident, que l'air doit être rapporté à la classe des fluides. Il a plusieurs propriétés communes avec l'eau, mais il est beaucoup plus subtil & plus délié On a conclu par des expériences, que. l'air est environ 800 fois plus subtil & plus raréfié que l'eau; & que, si l'air devenoit 800 fois plus épais qu'il n'est, il auroit la même consistance qu'elle. Une propriété principale de l'air, par laquelle il se distingue des autres fluides, est qu'il se laisse comprimer ou réduire dans un moindre espace; ce qu'on prouve par cette expérience. On prend Tab. I. fig. 2. un tuyau de métal où de verre ABCD bien fermé par le bout AB, & ouvert par l'autre, où l'on fait entrer un pils

> "4 . } D'ALLEMAGNE: à ton, qui remplit éxaétement la cavité du tu: yau. Il faut poufler ce pifton en-dedans, & quand il fera parvenu jufqu'au milieu £, lair qui occupoit au commencement la cavité À B CD, fera réduit à la moitié, & par coniequent deux fois plus denle. Si l'on pouille le pifton plus loin encore, juiqu'au milieu F,, entre B & E: l'air fera réduit dans ut efpace 4 fois plus petit; & fi lon continuoit de poul: fer lé pifton jufqu'à G, deforte que BG fût la moitié de BF, ou la huitième partie de la longueur entière BD , le même air qui étoit répandu hr Cora bienéement par toute la cavité du tuyau, feroit alors réduit daris un ef: pace huit fois plus petit. Efi continuant de cette manière 4 le reflerrer jufque dans un ef: pace 800, fois plus petit, ôn obtiendrait un air 800 fois plus derife ou plus épais qué Pair ordinaire. Îl feroit donc auffi denfe & aufti épais que l'eau, ce qu'on eft en état de prou: ver pour d'autres expériences. On reconnait ainfi, que l'air eft une maticre fluide, qui fe laife comprimer, ce qui fignifie la mêtÿe chofe que de le réduire dans un plus petit efpace; & c'élt à cet égard que l'air ef une matière tout-à-fait diférente de l'eau. Car; qu'on remplifile d'eau le tuyau ABCD ; &qu'ou y mette le DEIoR ; il he fera pas poflhble de le faire entrer plus avant. Quelque force même qu'on employat on n'avañceroitabfolument rien; & on:romproit le tuyau, avant que de rcduire l'eau dans un cfbacs tant foit peu plus Ce 2 À 44 PT ne = PR 2 += 7 ES Z ss ER ere otmpener mens s — éd + : : An ! } #1} (ITR {1 BR PET 4. NT WU! : 1 11! VIRE (NE RER | Î (a Î ' U DIDAT 11 11 10S | 4 (1) £ 11 ! : #1! It \ D'UN } % Î US (12 L'EN! 1# 1" ÿ | M [h | ENS À Ur EL 1 Et 241 '4e \ Il 4 ' PEUT (2: IE HE g 4 || 14 Lt "Ut 1H D | TR: | ' | k ' 1411 \tUMHGUE |: | NOTE ; le UK AUTE \$ 1 ? { | Qu | CA il {1 | Å). L, (LM : ani | AE 1H 118 OL k À (1 | HR | NET TN HAE EU (NE: EU 1 {1 2118 ! B nil AU HE 2 | 14) 1 ER: 'LES EU 1 À LIN hi 1 le HHT TRUE IA: ÿ \ D OP | 1 (NE UR : 1 re 14 Il 4: tt AH Le DE All Es 1 4 'h | h 1 | 'M t AIRIS LOU IQ IT pui! 11 N) RE 14 ! L } : ! | 1 Rs; { | | TE { | î 2 1 F An t |

36 LETTRES À UNE PRINCESSE petit Voilà donc une différence essentielle entre l'air & l'eau; l'eau n'est susceptible d'aucune compression, & l'air peut être comprimé tant qu'on veut. Plus on comprime l'air, plus il devient dense ou épais; ainsi l'air qui a occupé un certain espace, quand il est réduit ou comprimé dans un espace deux fois plus petit, devient deux fois plus dense; si l'est dans un espace 10 fois plus petit, il devient 10 fois plus dense; & ainsi de suite. J'ai déjà remarqué, que s'il devenoit 800 fois plus dense, il auroit la même densité que l'eau, & feroit aussi pesant, car la pesanteur croît en même raison que la densité. L'or, le plus pesant des corps que nous connoissons, est aussi le plus dense. On a trouvé qu'il est 19 fois plus pesant que l'eau; & qu'une malle d'or en forme de cube, dont la longueur, la largeur, & la hauteur feroient chacune d'un pied, pèseroit 19 fois plus qu'une malle d'eau {emblable. Or cette malle d'eau pèse 70 Livres: donc la dite malle d'or pèseroit 19 fois 70, c'est-à-dire 1330 livres. Si donc, on pouvoit comprimer l'air jusqu'à ce qu'il fût réduit dans un espace 19 fois plus petit, c'est-à-dire, 15200 fois plus petit, il deviendroit aussi dense & aussi pesant que l'or. Mais il s'en faut beaucoup qu'on puisse pousser si loin la compression de l'air, On peut bien d'abord faire avancer le piston sans peine, mais plus il avance, & plus on a de peine à le pousser plus loin; &, avant que de parvenir à té

D'ALLEMAGNE. 37 duire l'air à un espace 10 fois plus petit, #1 faut employer tant de forces pour pousser le piston plus loin, que le tuyau se romproit, à moins qu'il ne fut très-fort. Et non-seulement il faudroit tant de forces pour pousser le piston plus loin, is il en faudroit autant pour le maintenir , & des qu'on le relâcheroit, l'air comprimé le repousseroit en arrière. Plus l'air est comprimé, plus il fait d'efforts pour se répandre & se rétablir dans son état naturel. C'est ce qu'on nomme le ressort ou l'élasticité de l'air, dont je me propose d'entretenir V. À l'ordinaire prochain. le 30 de May 1760. LE; TT RES: X V7. A. vient de voir, que l'air est un fluide, environ 800 fois plus subtil que l'eau, de sorte que si l'eau pouvoit être répandue dans un espace autant de fois plus grand, & qu'elle devint, par conséquent, autant de fois plus subtile , elle feroit assez semblable à l'air que nous respirons. : Mais l'air a une propriété que l'eau n'a point, de se laisser comprimer dans un espace plus petit, où il devient plus condensé, comme j'ai eu l'honneur de le prouver l'ordinaire passé. : Et nous découvrons que l'air a une autre propriété, qui n'est pas moins C 3

38 LETTRES À UNE PRINCESSE remarquable : on peut le répandre dans un plus grand espace, & le rendre, par ce moyen, plus subtil encore. Cette opération par laquelle il devient plus rare, ou plus raréfié, s'appelle la raréfaction de l'air. On n'a qu'à prendre, Tab. I. fig. 3. comme auparavant, un tuyau ABCD, au fonds AC duquel il y a un petit trou O, afin qu'en faisant entrer le piston jusqu'à F, l'air puisse s'échapper par ce trou, & qu'il ne devienne point condensé. L'air qui occupe maintenant la cavité ACEF, fera donc dans son état naturel, & alors on bouchera bien le trou O. On retire ensuite le piston, & l'air se répandra successivement dans un plus grand espace, de sorte que, lorsque le piston aura été retiré jusqu'à G, l'espace CG étant le double de l'espace CF, le même air, qui étoit contenu dans l'espace ACEF, remplira un espace deux fois plus grand ; il fera donc deux fois moins dense, ou bien deux fois plus rare. Quand on retire le piston jusqu'en H, où l'espace CH est quatre fois plus grand que CF: l'air deviendra quatre fois plus rare qu'il n'étoit au commencement, étant à présent répandu dans un espace quatre fois plus grand. Et quand on retireroit le piston si loin, que l'espace devint 1000 fois plus grand, l'air se répandroit toujours également par cet espace, & deviendrait partout 1000 fois plus rare. C'est ici que l'air diffère encore essentiellement de l'eau; car si dans la cavité ACEF étoit remplie d'eau, on au

©" MD om D'ALLEMAGNE. 39 roit beau retirer le piston, l'eau occuperoit toujours le même espace qu'au commencement, & le reste feroit vuide. Nous voyons par-là que l'air est doué de la force intrinsèque de se répandre de plus en plus, qu'il l'exerce un - peulement quand il est condensé, mais aussi quand il est raréfié. En quelque état de condensation ou de raréfaction que l'air se trouve, il fait des efforts pour s'étendre dans un plus grand espace, & il le répand aussitôt qu'il ne rencontre point d'obstacle. Cette force de se répandre est ce qu'en nomme le tefort ou l'élasticité de l'air, & on a trouvé par les expériences, dont je viens de parler, que cette force est proportionnelle à la densité; c'est-à-dire, que plus l'air est condensé, plus il fait d'efforts pour s'étendre; & plus il est raréfié, moins il en fait. On me demandera, peut-être, pourquoi l'air qui se trouve maintenant dans ma chambre, ne s'échappe pas par la : } 1 i porte, puisqu'il est doué de la force de s'étendre par un plus grand espace? W. A. y répondra sans-doute, que cela arriveroit infailliblement, si l'air de-dehors ne faisoit pas aussi de grands efforts pour s'étendre; & que les efforts, avec lesquels l'air de la chambre vou. droit sortir, & celui de dehors entrer, étant égaux, ils arrêtent leur force mutuelle & restent l'un & l'autre en repos. Si l'air du dehors eut acquis, par quelques accidens, une plus grande densité, & plus d'élasticité, il entreroit une partie dans la chambre, où l'air C 4 : El : : l'air t l'air { { Re A ue = I le LE ee + re --- -- = = --- -- = --- -- = --- -- mes ss + EE --- + PET = . --- -- : * RS ET PL AT = c _ 72 . Ar nl ZE en LE 0 es a I Rp

40 LETTRES À UNE PRINCESSE étant comprimé, acqueroit auflî une plus grande élafticité; ce qui durera jufques à ce que l'élafticité de l'air du dedans devienne égale à celle du dehors. Et fi l'air de la chambre devenoit fubitement plus denfe, & fon élafticité fupérieure à celle de l'air du dehors, Pair de la chambre fortiroit, & perdant fa denfité, il perdrait de fon élafticité, jufques à ce qu'il parvienne au degré de l'air du dehors; le mouvement cefferoit alors, & l'air de la chambre feroit en équilibre avec celui du dehors: Ainfi, l'air 'bre n'eft tranquille, que quand il a le même degré d'élafticité que celui des contrées des environs, & fitôt que celui d'une RUE devient plus ou moins élaftique que celui du voifinage, l'équilibre ne peut plus fubfifter; mais fi l'élafticité eft plus grande, l'air s'étendra & fe gliflera dans les lieux où elle eft plus petite : & c'eft de ce mouvement de l'air, que réfulte le vent. e-là vient, que l'élafticité de Pair eft tantôt plus grande, tantôt plus petite dans le même endroit, & c'eft cette variation qui eft indiquée par le baromètre, dont la description mérite une explication particulière. Pour le préfent je me borne aux qualités de l'air, fa condenfation, & fa raréfaction, en réitérant, que plus il eft condenfé, plus il a de force pour s'étendre, & d'élafticité; & qu'au contraire, plus on le raréfie, plus il perd de fon élafticité. Les phificiens ont inventé une machine, par laquelle on peut condenfer l'air & le raré

D'ALLEMAGNE. | 41 fer, qu'on nomme la swachine
pneumatique. Elle fert à faire plufeurs expériences tout-àfait furprenantes,
dont la plûüpart feront déjà connues à W. A. Je me referve de parler de
quelques-unes, qui font néceflaires à éclaircir & expliquer la nature & les
propriétés de l'air, qui, contribuant principalement à notre confervation, & à
la production que fournit la terre de tous nos befoins, mérite bien qu'on s'en
forme une idée juſte, le 14 de May 1760. ae mR SERRE LEE ENTREE
EXT A van eu l'honneur de démonſtrer à Y. A. que l'air eſt un fluide, doué de
la propiété particulière de ſe laifler comprimer dans un plus petit eſpace, &
dilater dans un plus grand, quand ilne rencontre plus d'obſtacles , &
qu'aiuſi l'air elt ſuſceptible de condenſation & de raréfaction. Cette
propiété connue ſous les noms de reflort ou d'élaſticité, qu'on attribue à
l'air, parcequ'elle reflemble à celle d'un reſſort qui ſe laifle reflerrer, & qui
ſe débande quand les obſtacles ſont ôtés, elt accompagnée d'une autre qui
lui eſt commune avec tous les corps en général; c'elt la gravité ou la
peſanteur, par laquelle tous les corps ont le penchant de tomber, & qui les
fait deſcen

42 LETTRES À UNE PRINCESSE dre des que rien ne les
foutient. Les favans font fort partagés & tres-incertains fur la veritable
caufe de cette force, mais il eft bien sûr qu'elle exifte. Nous en fommes
convaincus par l'expérience journalière. Nous en connoiflons même la
quantité, & nous pouvons la melurer tres-exactement. Car le poids d'un
corps n'est autre chofe, que la force qui le tire en bas; & puifqu'on peut
connoître & mefurer exactement le poids de chaque corps, nous connoiflons
parfaitement l'effet de la gravité, quoique la caufe, .ou cette force invifible
qui agit fur tous les corps pour les faire defcendre , nous foit abfolument
inconnue. C'eit ce qui nous demontre que plus un corps contient de matière,
& plus il eift pefant. L'or & le plomb font plus pefans que le bois, ou qu'une
plume, puifqu'ils renferment plus de matière dans le même volume, ou dans
la même étendue. C'est donc parceque l'air elt une matière fi fubtile & fi
délice, que {a pefanteur & fon poids font fi petits, qu'ils échappent
communément à nos {ens; il.y a cependant des expériences qui nous en
donnent une pleine: conviction. W. À. a vu qu'on peut raréfier l'air dans un
vafe, ou dans un tube; &, par le moyen de la machine pieumatique , on peut
pouffner la chofe filoin, que l'air en eft tout-a-fait enleve, & que la cavité
du vafe refte tout-à-fait vuide. Ou bien on prend Tab. I. fig. 4. un tuyau
ABCD dans lequel on met d'abord le pifton, enforte

D'ALLEMAGNE. 43 qu'il touche parfaitement le fonds, & qu'il n'eft point d'air entre le fonds & le pifton. Pour réfléchir mieux, il eft bon qu'il y ait dans le fonds un petit trou G, par lequel Pair puifle {ortir pendant qu'on poufle le pifton jufqu'au fonds ; alors on bouche bien le trou, pour être plus sûr qu'il n'y a point d'air cache ou comprimé entre le fonds & le pifton, Après cette préparation on retire le pifton, & l'air du dehors ne pouvant pénétrer par le tuyau, on aura un vuide parfait dans le tuyau, entre le fonds & le pifton, qu'on peut rendre, en tirant le pifton de plus en plus, aufli grand qu'on voydra. Par un tel moyen on peut vuider d'air la cavité d'un vafe; & quand on pèle'ce vale vuide d'air fur une bonne balance , on trouve qu'il pefe moins que s'il étoit rempli d'air; d'ou l'on tire cette conclufion fort importante, que l'air contenu dans le vuide d'un vale en augmente le poids, & que Pair lui-même a du poids. Si la cavité du vafe eft aflez grande, pour contenir 809 livres d'eau, on trouve par ce moyen, que l'air qui remplit cette même cavite, pêle environ une livre; d'où l'ox conclud, que l'air eft environ 800 fois moins pefant que l'eau. Cela doit s'entendre de l'air ordinaire qui nous environne, & que nous refpirons; car W. À. fait que , par l'art, on peut comprimer l'air, en le reflerrant dans un moindre efpace, & qu'il acquiert par ce moyen plus de pefanteur, Si le vale de la conL } , M Î ! 011! 4! È HISIHA { CRE pee = RE JHYYYooyo,o-

44 LETTRES À UNE PRINCESSE tenance de 800 livres d'eau dont j'ai parle cideflus, étoit rempli d'un air déux fois plus comprimé que l'air ordinaire, il peferoit deux livres plus que s'il étoit vuide. S'il étoit rempli d'un air 800 fois plus comprime que lordinaire, il peferoit 800 livres plus que s'il étoit vuide, & autant que sil étoit rempli d'eau. Puis donc que lair elt un corps pefant, quoique dans fon état naturel fa pefanteur foit tres-petite , il eft douce de la force de defcendre , & prefle ou pele en :confequence fur les corps qui fe trouvent au-deffous, & qui empechent fa defcente., Cet par cette raïfon, que l'air fupérieur pefe {ur l'inférieur, & que celui-ci:fe trouve dans un état de compreflion, par le poids de toute la mañle d'air qui eft au-deflus. De-là vient que, dans notre région, l'air a un certain degré de compreflion, ou de denfité, auquel il 'elt réduit par le poids de lair fupérieur; & fi l'air fupérieur étoit plus ou moins pefant, notre air en deviendrait aufli plus ou moins comprimé. C'eft ainfi que l'air d'en bas {outient le poids de l'air fupérieur, & que plus nous montons, fur une tour ou fur une montagne, plus il perd de fa denfité & fe rarefie, tellement que si étoit poffible de monter toujours, l'air fe perdrait enfin tout-a-fait, ou deviendrait fi fubtil & rareñé qu'on n'en appercevrait plus. Quand au contraire, on delcend dans une cave fort profonde, la denfite de l'air augmente de plus en plus, à caufe

D'ALLEMAGNE: 4\$ de la plus grande mafle d'air du-deflus. Si l'on faifoit un trou jufqu'au centre de la terre, la denfité de l'air augmenteroit, jufqu'à acquérir celle de l'eau, & enfin celle de l'or. le 17 May 1760, FPRSRRRNCEZSORS LES TRES CESE {K prÈès avoir prouvé que l'air eft un fluide comprefhble & pelant, je remarque que la terre elt environnée de taute part de cet air, apellé l'atmofphèere. Il feroit même impoflible qu'il y eut une contrée de la terre dépourvue d'air, fans rien du tout au-deflus, & qu'il y eut un vuide parfait, car l'air des régions voilines, comprimé par le poids de l'air fupérieur , & faifant des efforts continuels pour fe dilater, fe répandroit fubitement {ur la dite contrée, & rempliroit lefpace vuide. Ainfi Patmofphère remplit tout l'efpace autour de la terre, & lair d'en bas , foutenant le poids de celui qui eft au-deflus, en eft comprimé par-tout Or en comprimant air, ion élafticité augmente, & chaque degré de compreffion renferme un certain désré d'élafticité, pat lequel l'air fait des efforts pout {e TÉP nr ei Donc air elt toujours compris me par le poids de celui qui éft au-deflus, jufqu'a ce degré précifément, que {on élafti> —.. _ Rs a i AS y . St Te TS | DR RE me mt mm SERRE CEE D Tr — == . mp te À ad T <= es — . —_— = es - [Te A FT. a ere 2 _ = = — = — re - ; — ne E ne = ; : . et SLR TS

46 LETTRES À UNE PRINCESSE cite devienne égale 2 la force qui le comprime. Alors, quoique èet air ne foit comprimé que d'eni haut, il fait, en vertu de font élafticité, des efforts pour fe répandre en tous fens, non-feulement en bas, mais aufli vers les côtés; c'eit pour cela que Pair, dans une chambre, eft autant comprime que celui de-dehors, ce qui a paru fort paradoxe à quelques philolophes. (Car, difent-ils, dans une chambre, l'air d'en bas n'eft comprimé que par celui de la chambre qui lui elt fupérieur , tandis que lait du-dehors l'eft par le poids de l'atmofphere entière, dont la hauteur eft preldue immenfe. Mais, ce doute eft vite refolu par la propriété qu'a l'air, étant comprimé, de chercher à fe relâcher en tout fens; or lair de la chambre eft d'abord réduit par l'air extérieur, au même degré de compreffion & d'élafticité; ainfi, foit que nous nous trouvions dans une chambre, ou dehors, nous éprouvons la même compreffion de l'air, bien entendu que ce foit à la même hauteur, ou à la même diftance du centre de la terre. Car fai déjà remarqué qu'en montant fur une haute tout, ou {ur une montagne, la compreffion de Pair eft plus petite, puilque le poids de lair qui eft au-deflus, eft alors plus petit. Plufieurs phénomènes confirment indubitablement cet état de compreffion de l'air. Quand on prend Tab. I. fig. \$. un tuyau AB fermé par le bout 4, & que l'ayant rempli d'eau, ou d'un autre fluide, on le renverle,

de D'ALLEMAGNE. 47 enforte que le bout ouvert B {vit en bas, il ne s'en écoule rien. L'élasticité, ou la compression de Pair, qui pousse le fluide en B, le soutient dans le tuyau. Mais dès qu'on perce le tuyau en 4, le fluide tombe ; Pair qui entre par le trou agit alors d'en haut, par la compression, sur l'eau, & la pousse en bas; ce qui prouve que, tant que le tuyau est fermé en haut, c'est la force de Pair externe qui y soutient l'eau. Et si l'on met ce tuyau dans un vase d'où l'on a tiré l'air par la machine pneumatique, aussitôt l'eau tombe. Les anciens, à qui cette propriété de l'air étoit inconnue, ont dit que la nature soutient le fluide dans le tuyau, par la peur & même l'horreur que la nature a pour le vuide. Car, disent-ils, si le fluide descendoit, il y auroit un vuide au haut du tuyau, puisque l'air ne trouveroit pas un passage pour y entrer. Aussi, selon eux, c'étoit la peur du vuide, qui empêchoit le fluide de couler: On est sûr à présent, que c'est la force de l'air qui soutient le poids du fluide dans le tuyau; & puisque cette force a une quantité déterminée, cet effet ne fauroit surpasser un certain terme. On a trouvé que, si le tuyau AB, plein d'eau, a plus de 33 pieds. de longueur, l'eau n'y reste plus suspendue, mais. qu'il s'en écoule, jusques à ce qu'il n'en reste dans le tuyau qu'à la hauteur de 33 pieds, & qu'il reste un véritable vuide au-dessus. La force de l'air ne fauroit donc soutenir l'eau dans le tuyau, qu'à la hauteur

48 LETTRES A UNE PRINCESSE de 33 pieds; & puisque la même force {ou: tient toute l'atmosphère, on en conclut, que l'atmosphère pèse autant qu'une colonne d'eau de 33 pieds de hauteur. Si, au lieu d'eau, on prend du mercure qui pèse 14 fois Plus, la force de Pair n'est capable de le soutenir dans le tuyau qu'à la hauteur d'environ 28 pouces: & si le tuyau est plus haut, le mercure descend, jusqu'à ce que sa hauteur convienne à la pression de l'atmosphère, en laissant un espace vuide au-dessus dans le tuyau. Ce tuyau bouché par le haut & ouvert en bas; étant rempli de mercure ; fournit l'instrument qu'on nomme baromètre, avec lequel on a connu, que l'atmosphère n'est pas toujours également pesante. Car on connoît sa véritable pesanteur dans le baromètre par la hauteur du mercure qui, haussant ou baissant, indique que l'air, ou l'atmosphère, est devenue plus ou moins pesante. C'est la véritable indication du baromètre, & toutes les fois qu'il monte ou qu'il descend, c'est une marque certaine que le poids ou la pression de l'atmosphère augmente ou diminue, & c'est ce que je n'étois proposé de présenter à V. À. le 20 May 1760.

Br Fils Re GE ZX yant expliqué à V. À. cette propriété fingulière
 de l'air, par laquelle il se laifle réduire dans un plus petit elpace, ce qu'on
 nomme la condensation de l'air, on elt en état de rendre raïifon de plufeuts
 productions de la nature & de l'art. Je commencerai par l'explication des
 fufils à vent, ne doutant point que cet in{trument ne foit bien connu à V!A.
 Leur conftruction reflamble à celle des fufils ordinaires, mais au lieu de
 poudre, on:.,se {ert d'air conder pour tirer la balle. Par lintelligence de cette
 manœuvre , il faut remarquer que pour condenier Pair, il faut employer une
 for. ce proportionnée à la condenfation que lon cherche ; lair condenfe fait
 des efforts pour se relâcher, & ces efforts font précifément égaux à la force
 requife pour le condenfer à ce point. Donc plus l'air eft condenfé, plus fon
 effort pour se relâcher eft confidérable; & fi l'air eft réduit à une dénfite
 deux fois plus grande qu'à l'ordinaire, ce qui arrive lorfqu'on pouflé l'air
 dans un efpace deux fois plus petit, la force avec laquelle il tâche dé se
 relacher elt égale à la preflion d'une colonne d'eau de la hauteur de pieds.
 Que V. À, se reprelente un grand tonneau de cette hauteur, plein d'eau, elle
 fera fans-doute de grands € Horts fur le nie) Si l'on y fait un trou, Peau,
 fortira avec beauTom. I. D

so ÉERLRES À UNE PRINCESSE coup de force, si l'on bouche
ce trou avec le doigt, on sent bien cette force de l'eau, & le fonds du
tonneau oppose par-tout une force {emblable. Or, un vase qui contient de
l'air deux fois plus dense qu'à l'ordinaire, devra éprouver précisément une
force pareille ; & , s'il n'est pas assez fort pour soutenir cette force, il rompra.
Il faut donc que les parois de ce, vase soient aussi forts, que le fonds du
tonneau. Si dans ce même vase l'air étoit trois fois plus dense qu'à
l'ordinaire sa force feroit encore une fois plus grande, & la même que le
fonds d'un tonneau de 66 pieds de hauteur, plein d'eau, soutiendrait. V. À.
comprendra facilement que. cette force fera très-grande ; & elle croit encore
selon la même règle si l'air est condensé 4 fois, 5 fois ou plus , qu'à
l'ordinaire. Cela posé , il y a au fonds du fusil à vent une cavité bien fermée
de toutes parts, dans laquelle on force de plus en plus l'air, pour l'y réduire à
un aussi haut degré de densité, que les forces qu'on emploie en sont
capables, & par ce moyen l'air renfermé dans cette cavité, acquerra une
force terrible pour échapper; & si on y fait un trou, il échappera avec la
même force. Ce trou y est effectivement ; & aboutit dans la cavité du tuyau
où l'on met la balle. Il est bien bouché, mais quand on veut tirer, on fait un
mouvement par lequel le trou s'ouvre pour un instant; & l'air s'échappant
pousse la balle avec cette grande force, avec laquelle nous la voyons partir

D'ALLEMAGNE si Chaque fois qu'on tire, ce trou fie demeure ouvert qu'un moment, il ne s'en échappe qu'une/quantité d'air, & il en relte encore allez, pour tirer plufieurs fois. Mais chaque fois la denfité & a force diminuent; c'efk pourquoi les coups fuivans font moins forts que les premiers, & qu'enfin leur force {e perd entière: ment. S1 le trou demeuroit plus long - tems ouvert, il s'en echapperoit plus de VENT 3 & toujours inutilement ; ss cette force n'agit {ur la balle, que tant qu'elle fe trouve dans le canon du fusil; dès qu'elle eft fortie, il eft inutile que le trou foit encore ouvert, . On voit par-là que, fi l'on pouvoit poufler la conden{ation de Pair beaucoup plus loin, on pourroit produire, par des fusils à vent, les mêmes effets que par les fusils ordinaires & les canons auffi , l'effet de l'artillerie eft-il fondé fur le même principe. La poudre à canon n'eit autre chose qu'une matière qui contient dans E pores un air extrêmement condensé. La nature y à fait les mêmes opérations que nous ions 2 comprimant l'air; mais elle y a porte la condensation à un bien plus haut degré, Il ho faut qu'ouvrir les petites cavités où cet air dense eft renfermé, pour lui procure la liberte d'échapper; ce qui fe fait par le moyen du feu, qui brife ces petites cavités; d'où Paie éf1= ferme échappe subitement avec la plus srañde force, & poule les balles & les boulets d'une manière tout-à-fait femblable à celle que nous avons-dit-dans les fusils à vent; mais avec beauD 3

2 LETTRES À UNE PRINCESSE coup plus de forcé. Voilà donc deux effets bien furprenans , qui tirent leur origine de la condenfation de l'air, avec la {eule diférenceé . que dans lun, la condenfation eft louvrage de Part, & dans l'autre celui de la nature. même. On voit donc ici, comme partout, que Îles opérations de la ñature font infiniment [uperieures à celles de l'adrelle humaine; & nous trouvons De -tout les fujets les plus éclatans admirer la puifance & la fagefle de l'auteur de | la nature. le 24- May 1760. BETETE RER KT VE Cdurre les qualités de Pair, dont j'ai eu l'honneur d'entretenir V. À., il ena encore une bien remarquable, qui lui eft commune avec tous les corps, fans en excepter les folides: c'eft le changement que le froid & le chaud produilent fur lui. On oblerve généralement, que tous les corps Ctant chauffés s'aggrandiffent. Une barre de fer fort chaude, eft un peu plus longue & plus épaifle, que lorfqu'elle eft froide. Il y a un iniffument nomme pyyometre, confffruit de facon qu'il indique fenfiblement les plus petits allongemens ou raccourcifiemens que fouffre une barre qu'on y applique. V. À: fait que, dans une montre, quelques roués-marchent fort lentement, pen

mg D'ATLEMAGNE, §3 dant que le mouvement des autres
 est fort rapide, quoique produit par le mouvement lent des premières. C'est
 ainsi que, par une espèce d'horlogerie, on peut faire que, d'un
 changement presque infensible, il en résulte un très-considérable, & c'est ce
 qui se pratique dans l'instrument nommé pyromètre, dont je viens de parler.
 En y plaçant une barre de fer ou de quelque autre matière que ce soit,
 lorsqu'elle devient tant soit peu plus longue ou plus courte, il y a un indice,
 comme dans une montre, qui en est capable à parcourir un espace très-
 considérable; quand on applique sur cet instrument une barre de fer ou
 d'une autre matière; & qu'on place au-dessous une Jambonnette pour la
 chauffer, l'indice est d'abord, mis en mouvement, & montre que la barre
 devient plus longue; & plus la chaleur augmente, plus aussi la barre
 croît en longueur, & mais lorsqu'on éteint la lampe & qu'on la laisse refroidir.
 la barre, l'indice se meut en sens contraire. & marque par-là que la
 barre redevient, plus courte..! Cependant ce changement ne fait pas
 qu'on auroit bien de la peine à s'en apercevoir: sans le secours de cet
 instrument.. On s'aperçoit pourtant aisément, de cette Variation dans les
 horloges à pendules, qu'on nomme simplement pendules. La pendule y est
 appliquée pour modérer le mouvement, de sorte que si l'on allonge le
 pendule, l'horloge marche plus lentement, & si on raccourcit
 le pendule, l'horloge avance trop. Or -on remarque; D 3

4 LETTRES À UNE PRINCESSE dans les grandes chaleurs, que toutes ces horloges marchent trop lentement, & dans les grands froids trop vite, ce qui est une marque certaine que le pendule devient plus long dans les chaleurs, & plus court dans les froids, {Une telle variabilité, -causée par la chaleur: & par le 'froid, a lieu dans tous les corps ; mais elle diffère d D selon la nature de la matière dont ils sont formés, & il y en a qui sont beaucoup plus sensibles que 'd'autres, Dans les corps fluides, sur-tout, cette variabilité est fort Abordable Pour s'en -affluer , on prend Tab. I. fig. 6. un tuyau de verre BC, Joint 'par le bout B à une boule creuse A, & on le remplit de quelque liqueur que ce soit, jufqu'en M. ! Quand: on chauffe la boule A , la liqueur monte de M'ivers C, & quand le Éoid' y Arrive "la liqueur descend vers B, d'où l'on voit très&clairement, que la même liqueur! 6cèpe un plus grand espace 'dans la chaleur, -& un plus petit "dans le froid, : On voit auf que cette variation doit être plus sensible, lorsque la boule: est: large & le tuyau étroit 3! car si toute la :masse de la liqueur augmenté où diminue 'de la millième partie; cette millième partie: occupera dans le tuyau un espace: d'autant 'plus',s étant que le tuyau sera plus 'étroit. Cet instrument est donc Gég- PÉOBES: afin d'indiquer les divers degrés de chaleur & de froid ;' car si la liqueur y monte ou descend, c'est une: marque bien sûre que la chaleur augmente ou diminue. 7C'est-à

D'ALLEMYGONE: | 5\$ Pinstrument qu'on nomme thermomètre, qui sert à nous indiquer les changemens de la chaleur & du froid, & qui est tout-à-fait différent du baromètre, qui nous indique la pesanteur de l'air, où plutôt la force dont l'air d'ici bas est comprimé. Cet avis est d'au: tant plus nécessaire, que les baromètres & les thermomètres se ressemblent beaucoup, étant tous les deux des tubes de verre remplis de mercure; mais leur construction, & les principes sur lesquels ils sont fondés, sont tout-à-fait différens. Cette qualité des corps de se dilater par la chaleur & "à se contracter: par le froid, appartient aussi à l'air, & dans un degré fort éminent. Je me propose d'en parler plus au long dans ma première lettre. : « le 27 May 1760. ER TRES XV: La chaleur & le froid produisent sur l'air le même effet que sur tous les autres corps. L'air est raréfié par la chaleur & condensé par le froid. Par l'explication que j'ai eu l'honneur de donner à V: A: une certaine quantité d'air n'est pas déterminée à occuper un certain 'espace, comme tous les autres' corps; mais, par sa nature, il tend à se dilater, & il s'étend en effet, dès qu'il ne rend 24

§6 LETTRES "AWÈNE PRINCESSE contre points d'obstacle qui s'y oppose. C'est cette propriété qu'on nomme l'élasticité de l'air. Si donc l'air est renfermé dans un vase, il fait des efforts pour le rompre; & cet effort est d'autant plus grand, que l'air y est plus condensé : d'où l'on a tiré cette règle, que l'élasticité de l'air est proportionnelle à sa densité; delors que, si l'air est deux fois plus dense, son élasticité est aussi deux fois plus grande; & qu'en général un certain degré de densité répond à chaque degré de densité. Il faut cependant remarquer, que cette règle n'est vraie; qu'autant que l'air conserve le même degré de chaleur. Dès qu'il devient plus chaud, il acquiert plus de force pour s'étendre, que celle qui conviendrait à sa densité, & le froid y produit un effet contraire en diminuant sa force expansive. Pour connaître donc la vraie élasticité d'une masse d'air, il ne suffit pas d'en savoir la densité, il faut aussi connaître le degré de chaleur qui lui convient. Imaginons; pour mettre cela mieux dans son jour, deux chambres bien fermées de toutes parts, mais qui communiquent par une porte, & qu'il règne le même degré de chaleur dans les deux chambres. Il faut pour cela que dans l'une & l'autre, l'air se trouve au même degré de densité, car si l'air étoit plus dense & par conséquent plus élastique dans l'une que dans l'autre, il en résulteroit une partie de l'une, pour entrer dans l'autre, jusqu'à ce que la densité soit la même

D'APLEMAGNE: §7 Le me dans les deux chambres. Mais supposons qu'une chambre devienne plus chaude que l'autre, l'air en y acquérant une plus grande élasticité, se répandra effectivement, en entrant dans l'autre chambre, & entrera dans un moindre espace, jusqu'à ce que l'élasticité soit portée, dans l'une & l'autre chambre, au même degré. Pendant ce temps: gement un vent soufflera, par la porte, de la chambre chaude dans la froide; & quand l'équilibre sera rétabli, l'air sera plus raréfié dans la chaude, & plus condensé dans la froide; cependant l'élasticité de l'un & de l'autre air sera la même. On voit clairement par-là, que deux masses d'air d'une densité différente, peuvent avoir la même élasticité, lorsque, l'une est plus chaude que l'autre; & avec cette circonstance, il peut arriver que deux masses d'air du même degré de densité soient douées de divers degrés d'élasticité. Ce que je viens de dire de deux chambres peut être appliqué: à deux contrées; d'où l'on comprend que, lorsqu'une contrée: devient plus chaude que l'autre, l'air doit nécessairement couler de l'une vers l'autre; d'où résulte le vent. Voilà donc une source: bien féconde des vents, quoiqu'il y en ait peut-être d'autres, qui consistent dans les divers degrés de chaleur qui règnent en différentes régions de la terre. & l'on peut démontrer, que tout l'air qui est autour de la terre, ne sauroit être en repos, 4 moins que par-tout, à la

58 LETTRES ASUNE “PRINCESSE teurs Égaleé à il ne fe
trouve le même désré, sonuletientis de denfité, mais auflí de chaleur, Et s'il
arrivoit qu'il n'y eut point de vent sur toute la surface de la terre, on en
pourroit, sûrement conclure, que Pair uí sur par-tout également dense &
chaud, Cpales hauteurs. Or comme cela n'arrive KP il faut absolument qu'il
y ait toujours des vents, au moins en quelques régions. Mais ces vents ne íe
trouvent pour la plüupart que sur la surface de la terre; & plus on s'élève sur
des hauteurs, moins les vents íont violens. : On ne remarque presque plus
de vents íur les plus hautes montagnes, il:y règne un calme perpétuel; d'oú
Pon ne fauroit douter, que l'air ne demeure toujours 'en repos íur des
hauteurs HAE Il s'enfuit de - la, qu'à des régions íi élevées, il règne*par-
tout, sur toute la terre, le même degré de denfité & de chaleur; car s'il fait
plus chaud dans un lieu/que dans un autre, l'air ne fauroit être en repos,
mais il y auroit du-vent. 'Et; puilqu'il n'y a point de vent dans. ces régions
élevées , il faut nécessairement , que le degré de chaleur y íoit par-tout &
toujours le même; ce qui est un paradoxe fort surprenant ; rvú les grandes
variations de chaleur &. de: froid que nous éprouvons ici-bas pendant
le:cours d'une année, & même d'un jour à l autre, sans parler des-diférens
cmeats, c.: à. d. des chaleurs insupportables sous l'équateur , :& des: glaces
cHroyables:vers-les pôles de la terre.: Cenen

D'ALLEMAGNE. | b dant l'expérience même confirme la vérité de ce grand paradoxe. La neige & la glace.durent également l'été & l'hiver {ur les montagnes de la Suifle, & font inaltérables {ur les cordelières, « hautes montagnes du Pérou en Amérique, fitues fous l'équateur même, ou il rèene un froid auflî exceilîf que dans les régions polaires. L'hauteur de ces montagnes n'est pas d'un mille d'Allemagne foit 24000 pieds; 'on peut hardiment 'em coriclure , que fi nous pouvions -voler à la hauteur dé 24000 pieds 'au-deffus de la terre, nous y rencontrerions toujours & par-tout le même degré de froid, &'même un froid très -exceff. Nous n'y remarquerions aucuane diférence, ni pendant l'été ou l'hiver, ni près de l'équateur ou des poles. À cette hauteur & plus faut encore l'état de l'atmosphère est par-tout & toujours le même, & les variations entré le chaud & le froid ont lieu qu'icibas, près de la-furface de la terre. Ce n'est qu'ici-bas, que l'effet des rayons du foleil des vient fenfible. °W. %4:, fans -doute, est* curieufe d'en apprendre la railon, & ce fera le fujet de ma première lettre. le 31 May 1760:

TIPRSES XV CL Le phénomène d'éprouver le même degré de froid partout, dans l'air, quand on monte à une très-grande hauteur, telle que 24000 pieds (si cela étoit possible) est bien étrange; puis que les variations de la chaleur fut la terre, non-seulement pour les différents climats, mais pour la même contrée, suivant, les différentes saisons. de l'année, sont si considérables. Cette variété en-bas est sans-doute causée par le soleil; il semble que son influence devroit être la même en-haut & en-bas, sur-tout quand nous pensons, qu'une hauteur de 24000 pieds, où d'un mille, n'est absolument rien par rapport-à la distance du soleil, qui est d'environ trente millions de milles, quoique cette hauteur soit fort grande à notre égard, & surpasse même les nuages les plus hauts. C'est donc un doute fort important, qu'il faut tâcher de résoudre. Pour cet effet, je remarque d'abord, que les rayons du soleil n'échauffent les corps, qu'autant qu'ils ne leur accordent pas un libre passage à travers. V. À. fait qu'on nomme transparents, pellucides & diaphanes, les corps à travers desquels nous pouvons voir les objets. "Ces corps sont le verre, le cristal, le diamant, l'eau & plusieurs autres liqueurs, quoique) les uns soient plus ou moins transparents.] parentes que les autres. Un de ces corps transp.

| D'ALLEMAGNE. 61 parens étoient expofés au foleil, ne s'échauffent pas autant qu'un corps non tranfparent, comme le bois, le fer, &c. On appelle opaques les corps qui ne font pas tranfparents : un verre épais, par exemple, en tranfmittant les rayons du foleil, brûle les corps opaques, fans que le verre lui-même en foit échauffé: l'eau expofée au foleil ne devient un peu chaude; que parcequ'elle n'eft pas parfaitement tranfparente; & quand nous la voyons affez échauffée par le foleil aux bords des rivières, c'eft que le fond, comme corps opaque, eft échauffé par les rayons tranfmis par l'eau. Or un corps chaud communique toujours fa chaleur à ceux qui en font voifins, ce qui fait que cette eau reçoit fa chaleur du fond. Si l'eau eft très-profonde, & que les rayons ne puiffent pas pénétrer jufqu'au fond, on n'y fait prefque point de chaleur, quoique le foleil y donne bien fort. Et comme l'air eft un corps très-tranfparent, à un bien plus haut degré que le verre ou l'eau, il en réfulte qu'il ne fauroit être échauffé par le foleil, puifque les rayons paflent librement à travers. Cette chaleur, que nous faisons fouvent dans l'air, lui eft communiquée par les corps opaques qui ont été échauffés par les rayons du foleil, & il étoit poffible d'anneantir tous ces corps, l'air n'éprouveroit prelqu'aucun changement dans fa température par les rayons du foleil; qu'il fût ou non expofé au foleil, il feroit également froid. Mais Pat

x 62 LETTRES À UNE PRINCESSE quelquefois même elle. est tellement chargée de vapeurs, qu'elle perd presque entièrement sa transparence, en nous présentant un brouillard épais, & quand l'air se trouve dans cet état, les rayons du soleil y ont plus de peine, & peuvent l'échauffer immédiatement. Mais ces vapeurs ne montent pas beaucoup, & à la hauteur de 24000 pieds & au-delà, l'air est si subtil & si pur, qu'il est parfaitement transparent; c'est pourquoi les rayons du soleil ne fauroient y produire aucun effet immédiatement. C'est l'air est aussi trop éloigné des corps terrestres, pour qu'ils puissent lui communiquer leur chaleur; cette communication ne peut pas s'étendre fort loin. V. À. comprendra aisément par-là, que les rayons du soleil ne fauroient produire aucun effet dans les régions de l'air très élevées au-dessus de la surface de la terre, & qu'il y a donc régner toujours & par-tout le même degré de froid, puisque le soleil n'y a aucune influence, & que la chaleur des corps terrestres ne fauroit se communiquer jusques-là. Il en est à-peu-près de même sur les hautes montagnes, où il fait toujours plus froid que sur les plaines & dans les vallées. La ville de Quito" au Pérou, se trouve presque sous l'équateur; & à juger de sa situation, la Chaleur devrait y être insupportable; cependant l'air y est assez tempéré, & ne diffère pas beaucoup de celui de Paris. Quito est située sur une si grande hauteur au-dessus de la véritable surface de la terre. "Pour y venir des bords de la mer 2

D'ALLEMAGNE. 63 mer , il faut monter pendant plusieurs jours, de sorte qu'elle ait été un terrain aussi élevé que les plus hautes montagnes chez nous, quoiqu'il soit environné de montagnes très-hautes, qu'on nomme les Cordelières. Cette dernière circonstance donneroit lieu de croire que l'air devroit y être aussi chaud que sur la surface de la terre, puisqu'il touche par-tout à des corps opaques, sur lesquels tombent les rayons du soleil. L'objection est bien forte, & il ne faudroit y avoir d'autre raison que celle que l'air étant fort élevé à Quito, doit être beaucoup plus subtil & moins pesant que chez nous; le baromètre, qui s'y tient quelques pouces plus bas, le prouvant incontestablement. Un air pareil n'est pas susceptible de tant de chaleur qu'un autre plus grossier) puisqu'il ne peut pas contenir tant de vapeurs & d'autres particules qui voltigent ordinairement dans l'atmosphère ; ; & nous savons par l'expérience, qu'un air fort chargé est beaucoup plus propre à s'échauffer. Je puis encore ajouter un autre phénomène qui n'est pas moins surprenant, c'est que dans les caves très-profondes, & plus bas encore, s'il étoit possible d'y parvenir, il règne par-tout & toujours le même degré de chaleur, à-peu-près par la même raison. Comme les rayons du soleil ne produisent le même effet que sur la surface de la terre , d'où ils se communiquent en-haut comme en bas, cette communication ne pouvant pénétrer fort loin, les très-grandes profondeurs! y (20 r— ||| lji il ||| en ne ue : | : \$ || 1 } || RL PR Se Tee Æ Tinid EE, # — L ee Re 2 x EXT Œ

64 LETTRES À UNE PRINCESSE 1 ont abfolument infenfibles, ainfi que les hauteurs, trop élevées. J'efpère que ce développe. ment latisfera la curiofité de V. A. Juin 1760. PETTRE XVII A rrès avoir parlé des rayons du foleil, qui {ont le foyer de toute la chaleur & de la lumicre dont nous jouiflons, V. À. demandera fans-doute, ce que c'eft que les rayons du {oleil? . Ce fans contredit une des plus importantes queftions de la phyfique, & de laquelle dérivent une infinité de phénomènes. Tout ce qui regarde la lumière, & ce qui nous rend les objets"vifibles , et lié étroitement avec cette queftion. Les anciens philofophes {emblent s'être{fort peu fouciés de la développer. La plupart {e font contentés de dire, que le {oleil eft doué de la qualité d'échauffer, d'éclairer & de luire. Mais on a bien raifon de demander, en quoi confifte cette qualité ? Eftce quelque chofe du foleil même ou de fa fubftance, qui parvient jufqu'à nous ? ou bien, {e pañeroit-il quelque chofe de femblable à une clo'che, dont nous entendons le fon fans qu'aucune pattie de la cloche foit tranfportée à nos oreilles? comme j'ai eu l'honneur de l'expofer à V. À. en expliquant la propagation & la perception

D'ALLEMAGNE. 6\$ ception du fon. Defcartes, le premier des philolophes modernes , {outenoit ce dernier fentiment, & ayant rempli tout l'univers d'une matière fubtile compoice de petits globules, qu'il nomme le fecond élément, il met le oleil dans une agitation perpétuelle qui frappe fans-cefle ces globules, & prétend que ceux-ci communiquent leurs mouvemens én un inftant dans tout lunivers. Mais depuis la découverte que les rayons du foleil ne parviennent pas en un inftant jufqu'à nous, & qu'il leur faut environ 8 minutes pour parcourir cette grande diftance, le fentiment de Defcartes, qui avoit d'ailleurs d'autres grandsinconvéniens, à été abandonné. Enfuite le grand Newion à embraflé le premier fyftème, & foutenu que les rayons du {oleil {ortent réellement du corps du foleil, d'où les particules extrêmement {ubtiles en font lancées & dardées avec cette vitefle inconcevable, qui les porte jufqu'à nous à-peu-près en 8 minutes. Ce fentiment, qui eft celui de la plupart des philofophes modernes & fur-tout des Anglois, eft nommé le /yf tème de lPémanation ; puïlqu'on croit que les rayons émanent du {oleil, & des autres corps lumineux, comme l'eau émane ou jaillit d'une fontaine. Ce fentiment paroïit d'abord fort hardi & choque la railon; car fi le {oleil jettoit continuellement, &'en tout fens, des fleuves de matière lumineufe, avec une fi prodigieufe vitefle, il femble que la matière du {oleil en devroit être bientôt épuifée; ou du Tom. LI. E

66 LETTRES À UNE -PRINCESSE moins, il faudroit qu'on y remarquât, depuis tant de fiécles, quelque diminution, ce quielt cependant contraire aux oblervations. Il n'est pas douteux qu'une fontaine, qui, jetteroit en tout fens des traits d'eau, {eroit d'autant plutôt. épuilée, que fa vitefle. feroit grande ; & qu'ainfi la prodigieufe vitefle des rayons devroit bientôt épuiler le corps du foleil. On a eau fuppofer les particules. dont les rayons font formés, auf fubtiles qu'on voudra; on ne gagnera rien; le fyftème demeure toujours également revoltant. * On ne peut pas dire, que cette émanation ne {e fafle pas tout autour & en tout {ens; car en quelqu'endroit qu'on foit placé, on voit le foleil tout entier, ce qui prouve incôteftablement, que des rayons de tous les points du folcil font lancés vers cet endroit. Le cas eft donc bien différent de celui d'une fontaine, qui jetteroit des traits d'eau en tout fens.. Ici ce n'est que d'un feul endroit d'ou le trait fort vers une certaine con-trée, & chaque point ne lanceroit qu'un {eul traits mais chaque point de la furface du f{0Jeil lance une infinité de traits, qui {e répandent en tout fens. Cette circonftance {eule augmente infiniment la 'dépente de matière lumineufe, que.le foleil auroit à faire. Un autre inconvéniement, qui ne paroît pas plus petit, eftque , non-feulement le foleil jette des rayons, mais toutes les étoiles en jettent auili: & puifqu'il y auroiât par-tout des rayons du foleil & des etoiles qui fe rencontreroient, avec quelle

se D'ALLEMAGNE. 67 ' impétuosité devroient - ils {e choquer les uns les autres ? combien leur direction devroit-elle en être changée ? Une telle croisée devroit avoir lieu en tous les corps lumineux qu'on voit à la fois, cependant chacun paroît distinctement, sans souffrir le moindre dérangement des autres; preuve bien certaine, que plusieurs rayons peuvent passer par le même point, sans se troubler les uns les autres , ce qui semble inconciliable avec le système de l'émission. En effet, qu'on fasse rencontrer deux jets d'eau, & d'abord on verra qu'ils se troublent terriblement dans leur jeu; on voit donc que le mouvement des rayons de lumière est très-essentiellement différent de celui des jets d'eau ; & en général de toutes les matières lancées. Considérant ensuite les corps transparents, par lesquels les rayons passent librement & en tout sens, les partisans de ce système sont obligés de dire, que ces corps renferment des pores disposés en lignes droites, qui passent de chaque point de la surface en tout sens, puisqu'on ne fauroit concevoir aucune ligne, par laquelle ne puisse passer un rayon du soleil , avec cette inconcevable vitesse ; & même sans heurter. Voilà des corps bien criblés, qui cependant nous paroissent bien solides. Enfin, pour voir, il faut que les rayons entrent dans nos yeux; -& qu'ils en traversent la substance avec la même vitesse. Je crois que tous ces inconvénients convaincront suffisamment V. À. que le système de l'émission ne fauroit, en aucune manière

68 LETTRES À UNE PRINCESSE nière, avoir lieu dans la nature, & V. A. fera {ûrement bien étonnée , qu'il ait été imaginé par un fi grand homme, & embrasle par tant de philofophes éclairés. Mais Ciceron a déjà remarqué, qu'on ne fauroit rien imaginer de fi abfurde, que les philofophes ne foient capables de foutenir. Quant à moi, je fuis trop peu philofophe pour embrasler ce fentiment. le 7 de Juin 1760. CET RE eV TE (Durr QU'ÉTRANGE que puifle paroître à V. Ale fentiment du célèbre Newton, que les rayons proviennent du foleil par une émanation actuelle, il a pourtant trouvé une approbation fi générale, que préfque perfonne n'o{oit en douter. Ce qui y a le plus contribué, c'eft {ans-doute la grande autorité de ce philofophe anglois, qui le premier a découvert les véritables loix des mouvemens des corps céleftes. Or cette même découverte la porté au fyitème de l'émanation. Delcartes, pour uen fon explication, fut obligé de remplir tout l'efpace du ciel d'une matiere {ubtile, à travers laquelle tous les corps céleftes fe meuvent tout-à-fait librement. Mais on fait que , fi un corps fe meut par l'air, il rencontre une certaine réfifance, d'où Newton a conclu que,

antes D'ALLEMAGNE. 69 quelque futile qu'on suppose la matière du ciel, les planètes devroient y éprouver quelque résistance dans leur mouvement. Mais, dit-il, ce mouvement n'est assujéti à aucune résistance, donc l'espace immense des cieux: ne contient aucune matière. Il y règne donc partout un vuide parfait & cet un des principaux dogmes de la philosophie Newtonienne, que l'immensité de l'univers ne renferme point de matière, dans les espaces qui se trouvent entre les corps célestes. Cela posé, il y'aura depuis le soleil jusqu'à nous, ou du moins jusqu'à l'atmosphère de la terre, un vuide parfait: en effet, plus nous montons, plus nous trouvons l'air subtil, d'où il semble qu'il doit enfin se perdre tout-à-fait. Si l'espace entre le soleil & la terre-est absolument vuide, il est impossible-que les rayons viennent jusqu'à nous par voye de communication ; comme le {on d'une cloche nous est communiqué par le moyen . de l'air , en forte, que si l'air, depuis:la. cloche jusqu'à nous, étoit anéanti, nous n'entendrions absolument rien...,avec quelque force. qu'on frappe la cloche.. Ayant donc établi un, vuide parfait entre les corps célestes, :Il ne reste plus d'autre sentiment à embrasser, que celui de l'émanation : c'est.ce qui a obligé Newton à {outenir que le soleil, & tous les autres corps lumineux, lancent les rayons, qui font toujours une partie réelle.du corps lumineux chargée avec une-force terrible. Il faudroit bien qu'elle.le fût, pour imprimer aux rayons cette vitesse inE 3

#0 LETTRES A UNE PRINCESSE concevable, avec laquelle ils viennent: du 16^{le}il jufqu'à nous en 8 minutes de tems. Mais voyous fi cette explication peut fubfifter avec la principale vue de Newton, qui exige un efpace abfolument vuide dans les cieux, pour que les planètes ne rencontrent aucune réfiftance. V. À. jugera aifément, que les efpaces du ciel, au lieu de refter vuides, feront remplis des rayons, non-feulément du foleil, mais encore de toutes les autres étoiles qui lés traversent de-toute part & en tout ens , continuellement, &:aveë la plus grande rapidité. Les corps céleftes ; qui traversent cés -efpaces ; au lieu d'y-rencontrer unvuide ; y trouveront donc la matiere des fayons lumineux avec une agitation terrible, qui doit bien plus troubler ces corps dans leur mouvement, que fi cette même matière étoit en repos. Ainfi Newton craignant qu'une matière {ubtile, telle que Defcartes la fuppoloit, 'ne' troublât le mouvement des planètes, fut conduit a un expédient 'bien étrange, -& tout-a-fait contraire à fa propre in: tention; puilque, par ce moyen, les planètes devroient efluyer un dérangement infiniment plus confidérable. Cettun éxetaple bien trifte de la fagefle humaiñe, qui, voulant éviter un inconvénient , tombe jouvent dans de plus crandes abfurdités. ÿ ai déjà eu l'honneur d'exPOLE à V. À. bien d'autres difficultés infurmontables, dans le fyfteme de l'émation ;& nous voyons à-prefent, que la principale & même la {eule raïon, qui ait engage Newton

D'ALLEMAGNE. I à ce systématique, est si contradictoire en elle-même ; qu'elle le renverse tout-à-fait. : Toutes ces raisons réunies ne fauroient nous laisser hésiter sur la 'rejection de cet étrange système d'émanation de la Lumière ; quelle que soit l'autorité du philosophe qui l'établit. Newton fut sans contredit un des plus grands génies qui aient jamais existé, ' & sa science profonde- & sa pénétration dans les mystères les plus cachés de la nature, feront toujours l'objet de notre plus grande admiration & de celle de notre patrie ; mais les égarements de ce grand homme doivent servir à nous faire reconnaître la faiblesse de l'esprit humain qui , après s'être élevé au plus haut degré dont les hommes soient capables, court souvent le risque de se précipiter dans les erreurs les plus palpables. Si nous sommes afflués à des chutes si tristes dans nos recherches sur les phénomènes du monde visible, qui frappé nos sens, nous ferions bien malheureux si Dieu nous eut abandonnés à nous-mêmes à l'égard des choses invisibles, qui résistent à notre "filut éternel" ? La révélation nous étoit absolument nécessaire sur cet important article 3 ; nous devons en profiter avec la plus ' & grande' vénération , & lorsqu'elle nous présente des choses qui nous paraissent inconcevables ; fouvrerons-nous de la faiblesse de notre esprit, qui s'égare si aisément sur les choses dont la vue est à notre portée. Toutes les fois que j'entends ces esprits forts, qui critiquent les vérités de notre religion, & qui s'en moquent

#72 LETTRES-A UNE PRINCESSE quent même avec la plus-impertinente fuffance, je me dis; chétifs mortels ,: combien & combien de chofes fur, lefquelles vous raifonnez fi légèrement, font bien plus fublimes-& plus élevées que celles fur lefquelles le grand Newton s'egara étrangement. -Je foubaiterois que V. À. n'oubliât jamais cette réflexion; les occafions où l'ufage en eft:nécefaire n'arrivent que trop {ouvent ici bas. le 10 de Juin:4760. LETTRES XEX: Nr ? | . | V.A a vu que le fyftème. de l'emanation:des, rayons eft aflujetti à des difficultés infurmonta. bles, & que celui qu'un vuide pourroit occuper tout l'efpace entre.les corps célestes, ne fauroit avoir lieu davantage, puifque les-rayons de Jumiére le rempliroient tout-a-fait. , Il faut, donc convenir de deux chofes: l'une, que.les efpaces entre les corps célestes.font remplis d'une matière fubtile; l'autre, que.les rayons ne font pas une émanation actuelle du foleil & des autres. corps lumineux, par laquelle. une partie de leur fubftance foit élancée , comme la prétendu Newton. Cette matiere fubtile, qui remplit tous les efpaces des cieux entre les corps céleites, fe nomme l'Efher, {on extrême fubtilité ne fauroit. être revoquée:en doute.

D'ALLEMAGNE: 73 Pour nous en former une idée, nous n'avons qu'à considérer l'air, qui étant une matière fort subtile ici-bas, le devient de plus en plus en montant; -& se perd pour ainsi dire entièrement, ou va se confondre avec l'éther. L'éther est donc aussi un fluide comme l'air, mais incomparablement plus subtil & plus délié; , puisque nous savons que les corps célestes. le traversent librement, sans y rencontrer de résistance {enfin. . Il a sans-doute aussi de l'élasticité, par laquelle il tend à se répandre en tout {sens , & à pénétrer dans les espaces: qui pourroient être vides, de sorte que si, par quelque accident, l'éther étoit chassé de quelque endroit, l'éther voisin. s'y précipiteroit dans-un instant, @& cet endroit en feroit de nouveau rempli... En vertu de cette élasticité, l'éther ne se trouve* pas {seulement au-dessus-de notre atmosphère, mais il la pénètre, par:tout, s'infinue dans les pores de-tous les corps ici: bas, & traverse ces pores-assez librement. Si par le moyen -de la machine pneumatique on pompe l'air d'un vase, il ne-faut pas -croire qu'il y ait alors du vide, car. l'éther:5-paissant par les pores du vase, le remplit;:dans un. inst tant; & quand on remplit de vif argent un tuyau de verre assez long, -&-qu'on le tourne pour faire un baromètre, on..croit.voir au-dessus du'vifargent un vide où il n'y a point d'air, puisque l'air ne fauroit pañler..à. travers le verre,;;. mais.ce vide, qui n'est qu'apparent, est- fûrement.rempli- d'éther qui y entre sans + 1 Î Î F ' l: # B.! .: L ein! | La f k ll#1il { all } Hr1 : | Î ni! tn [4 | (Il tn! Te TOR Très ————— u * = - me F |||| ie

A) LETTRES À UNE PRINCESSE ‘ difficulté: C’est par cette subtilité & cette élasticité de l’éther, que j’aurai l’honneur d’expliquer à V. À. les phénomènes surprenans de l’électricité. : Il est même très-vraisemblable, que l’éther ait une élasticité beaucoup plus grande que l’air, & que quantité d’effets dans la nature sont produits par cette force. Je ne doute même pas que la compression de l’air dans la poudre à canon ne soit l’ouvrage de la force élastique de l’éther; & puisque nous savons par l’expérience, que l’air y est presque mille fois plus condensé qu’à l’ordinaire, & que, dans cet état, son élasticité est autant de fois plus grande, il faut que l’élasticité de l’éther soit de la même force, & par conséquent mille fois plus grande que celle de l’air ordinaire. Nous aurons donc une idée assez juste de l’éther; ‘en le ‘regardant comme un fluide assez semblable à l’air, avec cette différence, que l’éther est incomparablement plus subtil & ‘beaucoup plus élastique. Ayant donc vu, que l’air, par ces mêmes qualités, devient propre à recevoir les agitations soit d’ébranlemens des corps sonores, & de les répandre en tous sens, ce qui fait la propagation du son, il est très-naturel, que l’éther puisse dans les mêmes circonstances, recevoir aussi des ébranlemens, & les continuer en tous sens à de plus grandes distances. Puisque les ébranlemens dans l’air nous fournissent le son, que pourroient nous fournir les ébranlemens de l’éther? V. A le devinera sans doute aisément.

D'ALLEMAGNE. PAS ment; c'est la lumière ou les rayons. Il paroît très-certain, en effet, que la lumière est à l'égard de l'éther ce qu'est le son relativement à l'air; & que les rayons de lumière ne sont autre chose que des ébranlemens ou vibrations transmises par l'éther, comme le son consiste en des ébranlemens ou vibrations transmises par l'air. Il ne vient donc rien de plus du soleil jusqu'à nous, que d'une cloche, dont le bruit vient à nos oreilles, Ce système ne présente point le danger que le soleil, en éclairant, perde la moindre chose de sa substance, non plus qu'une cloche en sonnant:: Quelque J'ai dit du soleil, doit aussi s'entendre de tous les corps lumineux, comme du feu d'une 'bougie, d'une chandelle, &c. V. À: m'objectera sans-doute, que ces lumières terrestres ne se consomment que trop 'évidemment ; :&! qu'à moins qu'elles ne soient entretenues . &: nour: ries sans-cesser, leur lumière est bientôt éteinte, qu'ainsi le soleil devrait se consumer, & que le parallèle d'une cloche n'est pas juste. Mais il faut considérer que ces feux , outre leur lueur, jettent de la fumée & quantité d'exhalaisons, qu'il faut bien distinguer des rayons de lumière. Or la fumée & les exhalaisons y' causent nécessairement une diminution considérable; qu'il ne faut point attribuer aux rayons de la lumière; si'on-pouvoit les délivrer de la fumée & des autres exhalaisons, la qualité de lueire ne causeroit, seule, aucune perte. On peut rendre par artifice le mercure lumineux, com:

#76 LETTRES A UNE PRINCESSE me V. À. fe fouviendra bien de l'avoir vu, fans que le mercure perde abfolument rien de fa fubftance ;:ce qui prouve que la lumière ne caule aucune perte dans les corps lumineux. Ainfi, quoique le foleil éclaire le monde entier par fes rayons, il ne perd rien de fa propre fubftance, {a lumière n'étant caufée que par une certaine agitation, où par:un ébranlement extrêmement vif dans fes moindres particules , qui {e communique à l'éther voifin, & qui, de là, eft tranfmis en tout fens par l'éther jufques aux plus grandes diftances, comme une cloche ébranlée communique à l'air fon-agitation. - Plus on confidere ce parallèle entre les corps -{onores & 'les corps lumineux, & plus on le trouve conforme & d'accord avec l'expérience ; au-lieu que plus on veut faire l'application du. {vftème de l'Émanation+aux. phénomènes, & plus il revolte. le 14 Juin 1760. LE SET RS XEX Chu à Ja propagation de la Jumiére par léther., «elle {e fait d'une manière femblable à celle du fon par l'air; &, ainfi que l'Ébranlement caufé dans les particules de Pair confitue le:fon, de même l'ébranlement des, particules de l'éther confitue la lumière ou les rayons de

D'ALLEMAGNE. #7 la lumière, enforte que /a Aumière n'eff
autre chofe, qw'une agitation [oit ébranlement , caufe dans les particules de
léther, qui fe trouve partout, à caufe de l'extrême fubtilité avec laquelle il
pénètre tous les corps. Cependant ces corps modifient en différentes
manières les rayons, en tranfmittant ou arrétant la propagation des
ébranlemens ; c'eft ce dont je parle' rai plus amplement dans la fuite. Je me
borne à préfent à la propagation des rayons dans VPéther même, qui remplit
les efpaces immenfes entre le foleil & nous, & en général entre tous les
corps celeites. C'eft là, où la propagation fe fait tout-à-fait librement. La
première chofe qui {e préfente ici à notre efprit, c'eft la prodisieufe vitefle
des rayons de la lumière, qui eft environ 900,000 fois plus rapide que la
vitefle du fon, qui parcourt pourtant chaque feconde un chemin de 1000
pieds. Cette vitefle prodigieufe {uMiroit déjà pour renverfer Île fyftème de
l'émanation; mais, dans celui -ci, elle eft une fuite naturelle de nos
principes, comme V. À le verra, j'efpère, avec pleine fatisfaction. Ce {ont
les mêmes principes, {ur lefquels la propagation du fon par Pair elt fondée,
laquelle d'un côté dépend de la denfité de l'air, & de l'autre de fon élafticité.
Or cette dépendance nous donne à connoiître que, fi la denfité de l'air
diminuoît, le fon {eroit accéléré, & fi l'élafticité de l'ait augmentoit, il en
feroit de même. Si donc la denfité de l'air devenoit à la fois plus petite &
fon

78 LETTRES À UNE PRINCESSE élafticité plus grande, il y auroit une double railon pour l'augmentation de la vitefle du fon. Concevons donc que la denfité de Pair foit diminuée au point qu'elle devienne égale à la denfité de léther, & que l'élafticite de Pair foit augmentée au point qu'elle devienne aufli égale à l'élafticité de léther, & nous ne ferons plus furpris, que la vitefle du fon devienne plufeurs milliers de fois majeure qu'elle n'est effectivement; car V. A. fe fouviendra que; felon les premières idées que nous nous fommes formées de l'éther, cette matière doit abfolument être incomparablement moins denfe ou plus rare que Pair, & incomparablement plus élaftique; or, ces deux qualités contribuent évalement l'une & l'autre à accélérer la vitefle des ébranlemens. D'après ces explications, il s'en faut bien que la prodigieufe vitefle de la lumière ait quelque chofe de choquant, elle eft plutôt parfaitement d'accord avec nos principes & le parallèle entre la lumière & le fon elt, à cet égard, fi bien établi, que nous pouvons foutenir hardiment, que fi l'air devenoit aufli fubtil & autant élaftique que léther, la vitefle du fon deviendroit aufli rapide que celle de la lumière. La fubtilité de l'éther & fon élafticité furprenante fera donc la raifon que nous donnerons de ce que la lumière fe meut avec une vitefle fi prodigieufe : & que, tant que léther conferve ce même degré de fubtilité & d'élafticité, il faut que la même lumière pañfe avec le même degré de vitefle. Or on ne faut

D'ALLEMAGNE. 79 roit douter que l'éther n'ait dans tout l'éfpace de l'univers la même fubtilité & la même élafticité; car fi l'éther étoit plus ue dans un endroit que dans un autre, il sy porteroit,. en {e répandant davantage , Que à ce que lequil bre fut entierement rétabli. Les rayons des étoiles fe meuvent donc auili vite que ceux du foleil; & comme les étoiles font beaucoup plus éloignées de nous que le {oleil, il leur faut plus de tems avant'que les rayons en vien: nent jufqu'à nous. Quelque prodisieufe que nous paroiffe la diftance Le {oleil, dont les rayous nous parviennent cépendant en \$ minutes, l'étoile fixe, la plus près de nous, en eft pourtant plus de 400,000 fois plus éloignée que le foleil: un rayon de lumière, qui part de cette étoile, employera donc un tems de 400,000 fois 8 minutes. avant que de parvenir jufqu'à nous, ce qui fait \$3333 heures, ou 2222 jours, foit fix ans à-peu-près. Il y a donc fix ans que les rayons de Petoile fixe, même la plus brillante, qui elt probablement la plus proche, qui entrent dans les yeux de V. À. pour y repréfenter cette étoile, en font partis, & ont employé un tems fi long pour parvenir jufs qu' à nous. Et s'il plaifoit à Dieu de: créer à préfent, à la même diftance, une nouveile étoile Gxe, nous ne la verrions qu''après fix ans pañlés, puifque fes rayons ne fauroient arriver plutôt jufqu'à nous. Et fi au commencement ci nonde les étoiles ont été créées en même tems qu'Adam, il n'aura pu

80 LETTRES À UNE PRINCESSE voir les plus proches qu'au bout de 6 ans, & les plus éloignées, au bout d'un tems proportionné avant que de les découvrir. Donc fi Dieu avoit créé en même tems des étoiles encore mille fois plus éloignées, nous ne les verrions pas encore, quelque brillantes qu'elles puissent être, puisqu'il ne s'est pas encore écoulé 6000 ans depuis la création. Le premier prédicateur de la cour de Brunswig, Mr. Jerufalem, a parfaitement bien employé cette pensée dans un de ses sermons, où se trouve le passage suivant: Elevez vos pensées de cette terre que vous habitez, à tous les corps du monde, qui sont au-dessus de vous; parcourrez l'espace qu'il y a depuis les plus éloignés que vos yeux puissent découvrir, jusqu'à ceux dont la lumière, depuis le commencement de leur création jusqu'à présent, n'est peut-être pas parvenue encore jusqu'à nous. L'immensité du royaume de Dieu permet cette peinture. 'Sermon sur le ciel & la béatitude éternelle. Je suis bien sûr que V. A. sera plus édifiée de ce passage, que tout l'auditoire de Mr. Jerufalem, pour qui cette pensée sublime aura été inconcevable, & j'espère que cette réflexion fera naître à V. A. la curiosité de continuer à s'instruire sur le reste de ce qui regarde le véritable système de la lumière, d'où dérive la théorie des couleurs & de toute la vision, le 17 Juin 1760. LETTRE

D'ALLEMAGNE: e1 | PUS SPA OA BEN ! OST RER D EN Ce
que -j'ai eu l'honneur de dire à W. À fur le tems que les: rayons des étoiles
mettent a parvenir Jusqu'à nous, -est :très-propre à donner une idée de
l'étendue & de la grandeur du monde. - La viteile du fon qui parcourt
chaque feconde uu efpac:de 1000 pieds; nous:.fournit prefque la première
meure : elle est environ 200 fois plus rapide que celle. d'un homme qui
marche bien, Or la viteñle des rayons de la lumière elt encore 900,000 fois
plus grande que celle. du fon; {es rayons parcourent chaque feconde.
l'efpace de: 900 millions de pieds ou de37\$00 ue d'Allemagne; quelle proc
Henez vitefle! cependant Pétoile fixe la: plus: proche de nous ; est fi
éloignée ; que fs rayons, malgré cette vitefle prodigieufe, employent 6. ais
avant que d'artiver jufqu'à nous; & sil étoit pol: fible qu'un grand bruit, tel
que celui d'un coup de canon, produit dans cette étoile; put être tranfmis
jufqu'à nous, il s'écouleroit \$:400;000 années, avant que nous
l'appetçuihions.. Cela-ne regarde que les étoiles les plus brillantes, qui nous
font probablement les plus proches ; & il elt très vraifemblable que les plus
petites font encore dix fois plus éloignées de nous & davantage. Il faudra
donc bien un fiétle entier, avant que les Tom. I. E

82 LETTRES À!UNE PRINCESSE rayons de ces ctoiles
parviennent jufqu'a nous: quelle diftance prodigieule qui-ne fauroit être
parcourue qu'en 100*añs,' par une vitelle qui achève chaque feconde un
chemin de 37500 milles ra Le Si donc à préfent, une de ces étoiles étoit
anéantie, 'ou 'feulement écliplée, nous ne laifferions pas de la voir encore
pendant roo ans deluite, puifque les derniers rryons qui en'ferotenitdortis,
n'arriveroient juiQu'à nous qu'au-bout de ce tems. On fe forme
ordinairement des idees trop petites & trop bornées de (ce: monde, &'ces
efprits qui {e croient fl:forts, le regardent comme un' ouvrage - de' fort
peu d'importance, qu'un pur hâlard auvoit pù- produire, . er mérite à peine
leur attention; mais V. 4. conviendra, que ces mêmes efprits, quelque sa
qu'ils feioroyent, font bien bornés, & Îera, par contre, vivement pénétrée du
plus profond refpeét envers. ce grand "ou: verain, dont la puiffance s'etend.
dans un ef: pace fiimmenfe , où touticei qui s'y trouve eft foumis à {on
pouvoir abfolu. Quelle doit être notre -admiration !: 'quand nous:
confidérons que tous ces corps immenfes , qui fe trouvent dans-le monde,
{ont arrangés {elon la plus grande fageile ; deforte 'que plus nous avancons
en connoiffance àicet Cogard, quoiqu elle foit toujours infiniment
iraparfaitesl plus nous-y découvrons de ujets d'en admi: rer l'ordre & les
perfettions. Et qu'eft-ce que le globe terreitre.que nous habitons, en com

ee ——— amet D'ALLEMAGNE. | 83 parailon dé tous ces ouvrages, où même notré admiration fe perd entièrement? Un véri: table rien; &- pourtant nous éprouvons tous les jours les marques les plus éclatantes d'une providence toute patticuhere du Grand-Maitre * de Punivers. Mais léloquence me manque pour repréfenter ces 'chofes dans toute Leur grandeur , & V. A. y fupléera par les réflexions qu'elle voudra bien faire elle-même fur ces importans objets: Je retourne aux grands corps lumineux, & particulièrement au foleil, qui eft-la principale fource de la lumière & de la chaleur dont nous jouïflons fur la terre. On demande d'abord en quoi confifte la lumière que le foleil répand continuellement par tout l'univers, fans fouffrir jamais la moindre diminution ? La réponfe ne peut plus être difficile fuivant le fyftème de la lumière que je viens d'établir, mais celui de l'émanation ne fautoit y fatisfaire en aucune manière. Tout l'univers étant rempli de ce fluide extrêmement fubtil & élaftique, qu'on nomme léther, il faut fuppoler dans toutes les parties du foleil une agitation continuelle, par laquellé chaque particule fe trouve dans un ébranlement & dans un mouvement de vibration perpétuelle qui, fe communiquant à l'éther voifin, excite une agitation femblable, qui eft tranfmile toujours plus loin, en tout | {ens, avec la rapidité dont je viens de parler |! fi amplement. Donc, pour foutenir le parallèle entre le fon & la lumière, le foicil feroit F2

84 LETTRES À UNE PRINCESSE RTE à une cloche qui
fonneroit fanscefle: il faut par conféquent que les particules du par {oient
entretenues perpétuellement dans cette agitation, qui produit dans léther ce
que nous nommons rayons de lumière. Or c'elt encore uné difficulté, que
d'expliquer par quelle force cette agitation perpétuelle dans les particules du
foleil eft entretenue, puifque nous {avons shipne: chandelle allumée ne
brûle pas long-tems, & qu'elle s'éteint bientôt, à moins qu'elle ne foit
nourrie par des matières combuitibles. Mais il faut remarquer, que le {oleil
étant une mafñle plufieurs milliers de fois plus grande que toute la terre, s'il
elt une fois bien enflammé, la flamme pourroit bien durer pendant, plu: ieurs
ficcles, avant que de jouffrir quelque diminution; de plus, le {oleil neft pas
dans le cas de nos feux & de nos chandelles, dont “une bonne partie de la
fubftance le diflipe.en fumée & par l'exhalaifon, d'où réfuite une perte
réelle; au lieu que, quoique peut-être quelque particule foit chafiée du (oleil
en forme de fumée, elle ne s'en éloigne pas beaucoup, & retourne bientôt
dans fa mafle, deforte qu'il ne fauroit y avoir une perte réelle, qui puifle
cauler une diminution dans fa {ubÂtance. La feule chofe que nous ignorons
encore {ur cet article, eft la force qui entretient conftamment toutes les
particules du 10leil dans,cette agitation: or cela n'a rien du tout qui choque
le bon fens; & comme nous *

D'ALLEMAGNE. A fomme forcés de reconnoître notre ignorance à Pégard de plufieurs autres chofes, bien: plus proches de nous que le foleil, nous devons être contents, quand nos idées ne ‘renferment rien de revoltant. le 21 Juin 1760. EE ERERAER XX TE JE foleil étant un corps lumineux, dont les rayons font répandus tout-au-tour & en tout fens ; Y. A. ne fera plus indécile {ur la caufe de ce merveilleux phénomène, qui confifte dans Pébranlement ou la vibration, dont toutes les particules du foleil font agitées. Le parallèle d’une cloche eft fort propre à nous éclaircir fur cet article. Mais il eft très-naturel, que les vibrations, qui caufent la lumière, {oient beaucoup plus vives & plus rapides que celles qui caufent le fon, puifque l’Éther elt incomparablement plus fubtil que l’air. Une agitation foible n’étant pas capable d’ébranler l’air pour y produire un fon, celle d’une cloche & de tous les autres corps, qui en rendent, {ont trop foibles rélatÿvement à l’éther, pour y produire l’ébranlement qui conititue la lumière. VW. À. 1e fouviendra que, pour exciter un fon fenfible, il faut qu’il fe fafle dans une feconde plus de 30 & moins de 3000 viFE Die! ani
HIDE | 11! | : NINEN. ! ui fl l | 1 (INA : [IA 1! AN 1114 ||| Hi | ll 12 QUE
114

86 LETTRES À UNE PRINCESSE vibrations ; Pair étant trop subtil pour que moins de 30 vibrations puissent y produire un effet sensible ; mais qu'il est trop grossier pour en recevoir plus de 3000. Un son si haut se perdrait enfin tout-à-fait. Il en est de même de nos trois mille vibrations rendues dans une seconde font un objet trop grossier pour lui : il faut des vibrations beaucoup plus fréquentes, & plusieurs milliers rendus par seconde, avant quelles soient capables d'agir sur l'Éther, & d'y exciter un ébranlement. Une agitation si rapide ne sauroit avoir lieu que dans les plus petites particules des corps qui, par leur imperceptibilité, échappent à nos sens. La lumière du soleil est donc produite par une agitation extrêmement vive & rapide qu'on trouve dans toutes les moindres particules du soleil, dont chacune doit s'ébranler plusieurs milliers de fois pendant chaque seconde. Une telle agitation produit aussi la lumière des étoiles fixes, & de tous les feux, tels que les chandelles, les bougies, les flambeaux &c. qui nous tiennent lieu du soleil pendant la nuit, en nous éclairant. En regardant la flamme d'une bougie W. A. reconnoît-on aisément qu'il y règne, dans les plus petites particules, une agitation surprenante ; & je ne crois pas, que mon système trouve de ce côté aucune contradiction, pendant que le système de Newton expose une agitation infiniment prodigieuse, capable de lancer les plus petites particules avec une vitesse qui parcourt 37500 .

D'ALLEMAGNE. : 8 7 milles d'Allemagne dans une seconde.
Voilà donc l'explication de la nature des corps lunaires par eux-mêmes : car il y a des corps lumineux, qui ne le font pas d'eux-mêmes, tels que la lune & les planètes, qui ont des corps semblables à notre terre. Nous ne voyons la lune, que quand & autant qu'elle est éclairée ou enluminée par le soleil, & c'est le cas de tous les corps terrestres, {1 l'on excepte les feux & les flammes qui luisent par eux-mêmes. Mais les autres Corps quoi nomme opaques, se nous deviennent visibles, qu'autant qu'ils sont éclairés par quelque autre lumière. Dans une nuit fort obscure, ou dans une chambre bien fermée par-tout, qu'il ne faueroit y entrer aucune lumière, on a beau fixer les yeux vers les objets qui se trouvent dans les ténèbres, on ne verra rien; mais dès qu'on y apporte une bougie allumée, on verra d'abord non-seulement la bougie, mais les autres corps qui étoient invisibles auparavant. - Voilà donc une différence très-essentielle entre les corps lumineux, & les corps opaques. J'ai déjà employé ce même nom d'opaque pour désigner les corps qui ne font pas transparents; mais la chose revient à peu-près au même, & il faut s'accommoder à l'usage de parler, quoiqu'il -y ait quelque différence. Les corps lumineux nous sont visibles par leur propre lumière, & n'ont pas besoin d'une lumière étrangère pour être vus; on ne les voit jamais mieux que dans les plus épaisses ténèbres, mais ceux que je nomme REÇUS — a . =" un _] _ — os D nn h { t : - S 2" _ F \ RS =

ces LÉTTRES À UNE PRINCESSE ici opaques, ne nous font
visibles que par le secours d'une lumière "qui leur est étrange, série. Nous ne
les voyons point tant qu'ils sont dans les ténèbres; mais aussitôt qu'ils sont
exposés à un corps lumineux, dont les rayons peuvent les éclairer, nous les
voyons, & ils disparaissent dès qu'on ôte cette lumière étrangère. Il n'est pas
sans besoin, que les rayons d'un corps lumineux les frappent immédiatement;
un autre corps opaque, lors qu'il est bien éclairé, produit à-peu-près le
même effet, mais d'une manière plus faible. La lune nous en fournit un bel
exemple. : Nous savons que la lune est un corps opaque, mais quand elle est
éclairée du soleil, & que nous la voyons de nuit, elle éclaire faiblement
tous les corps opaques sur terre, & nous rend visibles ceux qui nous
seraient invisibles sans elle. Quand je me trouve de jour dans une chambre à
l'exposition du nord, où les rayons du soleil ne peuvent pas entrer, il y fait
pourtant clair, & j'y puis tout distinguer; & quelle serait la cause de cette
clarté? si ce n'étoit que le ciel tout entier est éclairé du soleil, ce que nous
nommons le bleu du ciel, de plus les murailles vis-à-vis ma chambre, & les
autres objets sont aussi éclairés, ou immédiatement par le soleil, ou
immédiatement par d'autres corps opaques éclairés; & la lumière de tous ces
corps opaques mais éclairés, entrant dans ma chambre, la rend claire, &
d'autant plus; que les fenêtres sont hautes, larges, & bien arrangées; les

Te ed | D'ALLEMAGNE. 89 vitres des fenêtres n'y nuifent
préfque point ; puifque le verre ,; comme j'ai déjà remarqué , eft un corps
tranfparent, qui accorde un libre paflage à Ja-lumière. Quand je ferme bien
les volets de mes fenêtres, deforte que la Jumiére de dehors ne fauroit plus
entrer dans ma chambre, je fuis dans les ténèbres; & je ny vois rien fi je ne
fais pas apporter une chandelle. Voilà donc une diférence bien ef ientielle
entre les corps lumineux & les corps opaques, & une reflemblance bien
remarquable, favoir, que les corps opaques éclairés, éclairent les autres
corps opaques, & produifent à cet égard à-peu-près le même effet, que les
corps lumineux par eux-mêmes. L'explication de ce phénomène a bien
tourmenté les philofophes jufqu'à préfent, mais je me fatte de l'avoir rendue
à Y. À. d'une manmière claire & fatisfaisante. le 24 Juin 1760. EE TE
TARGE TX XIE ER vaNT que d'entreprendre l'explication du phénomène,
par lequel les corps opaques nous deviennent vifbles lorfqu'ils font éclairés,
il faut remarquer en général, que nous ne voyons rien que par les rayons qui
entrent dans nos yeux, Quand nous voyons un objet quel

90 LETTRES A UNE PRINCESSE conque; : des rayons partans de chaque point de cet objet, & entrant dans l'œil y peignent, pour ainfi dire, l'image de cet objet. Ceci n'elt pas une fimple conjecture, on peut le prouver par l'expérience. On prend un œil de bœuf, ou de quelqu'autre bête fraîchement tuce, & apres avoir découvert le fonds, on y voit dépeints tous les objets qui fe trouvent devant. Toutes les fois donc que nous voyons un objet, l'image en eft peinte fur ie fonds des yeux; & cette image eft l'ouvrage des rayons qui proviennent de l'objet, & qui entrent dans les yeux. aurai l'honneur de prefenter à V. 4. dans la fuite, une explication plus détaillée de 'la vifion.. & de la manière dont les images des objets font formées fur le fonds de Pæœil; cette remarque générale fuffit pour le préfent. Puis donc que nous ne voyons les corps opaques, que quand ils font éclairés, c'eft que des rayons proviennent de tous les points de ces corps; qui ne fubfiftent que tant que les corps font éclairés; des qu'ils le trouvent dans les ténèbres , ces rayons s'évanouident; ces rayons ne font donc pas propres aux corps opaques, & leur origine doit {e chercher dans Pillumination. Et c'eft la grande queflion , comment lillumination feuie eft capable de produire des rayons {ur les corps opaques, ou de les mettre a-peupres dans le même état ou: fe trouvent les corps lumineux qui, par une agitation dans leurs moindres particules, produilent des ra

— D'ALLEMAGNE. 9L yons. Legrand Newton, & les autres philo{ophes qui ont examiné cette matière, en admettent la réflexion pour caule; il est donc de la dernière importance que V. A. {e forme une juste idée de ce qu'on :omme réflexion. On donne ce nom à la répulsion d'un corps choque par un autre, comme on le voit dans le jeu du billard. Quand on joue la bille contre le rebord ou la bande du billard ; elle en réjaillit, elle en est réfléchie, & ce changement se nomme réflexion. [l est bon de distinguer ici Txb. 1. fig. 7. deux cas. Supposé que 4B soit la bande du billard, le premier cas est, lorsqu'on joue la bille D perpendiculairement contre la bande, suivant la direction DC, de sorte que cette ligne DC soit perpendiculaire à la bande AB, & partant les angles ensuite ACD & BCD, droits; dans ce cas, la bille fera repoullée ou réfléchie sur la même ligne DC. L'autre cas est, lorsque la bille est jouée obliquement vers la bande 5 comme si l'on pouvoit la bille E selon la ligne EC, qui fait avec la bande AC un angle aigu ACE, qu'on nomme angle d'incidence ; alors la bille fera repoullée par la bande selon la ligne CF, en sorte que cette ligne fasse de l'autre côté avec la bande BC un angle BCF, précisément égal à l'angle d'incidence ACE. On nomme cet angle: BCF, sous lequel la bille est réfléchie, angle de réflexion ; & on tire de-là cette règle. générale, que; dans toutes les réflexions; l'angle d'incidence

n2 LETTRES À UNE PRINCESSE est toujours égal à l'angle de réflexion. Cette Loi s'observe toujours, lorsqu'un corps, dans son mouvement, rencontre des obstacles; & un boulet de canon tiré contre une muraille assez forte, qu'il ne fauroit percer, en est réfléchi conformément à cette règle, que l'angle de réflexion est toujours égal à l'angle d'incidence. Cette règle s'étend de même aux sons, qui sont souvent réfléchis de certains corps; & V. À. n'ignore pas, que cette réflexion des sons s'appelle écho. Aussi n'y a-t-il point de doute, qu'elle n'ait lieu souvent dans les rayons de lumière. Les Doyens que nous voyons dans les miroirs, nous sont représentés par la réflexion des rayons, & toutes les fois qu'une surface est bien polie, elle réfléchit les rayons de lumière qui y tombent. Il est donc très-certain, qu'il y a une infinité de cas, où les rayons, qui tombent sur certains corps, en sont réfléchis; & les philosophes ont pris de-là occasion de soutenir, que nous voyons les Corps opaques par des rayons réfléchis. Je vois à présent les maisons vis-à-vis mes fenêtres, qui sont éclairées par le soleil: donc, selon le sentiment de ces philosophes, les rayons du soleil qui tombent sur la surface de ces maisons, en sont réfléchis: ils entrent dans ma chambre, & me rendent ces maisons visibles. C'est de la même manière, suivant ces philosophes, que nous voyons la lune & les planètes qui sont, sans-ue des corps opaques. Les rayons du soleil qui tombent

RE emed | D'ALLEMAGNE. 93 fur ces corps & qui en éclairent la partie qui lui elt expofée , en font réflèchis, & parviennent de-là jufqu'a nous, tout comme fi ces corps étoient lumineux d'eux-mêmes. Donc, luivant ce {entiment, nous ne voyons la lune & les planètes que par les rayons du foleil qui en font réflèchis, & Y. 4. aura déjà bien entendu dire fouvent, que la lumière de la lune elt une réflèxion de la lumicre du foleil. C'elt ainfi, diton, que les: corps opaques éclairées du oleil, quand ils jettent leurs rayons réflèchis {ur d'autres corps opaques, en font de nouveau réflèchis, &@& ceux-ci, en tombant encore-{ur d'autres, {ouffrent une troifième réflèxion,. & ainfi de fuite. Mais quelque probable que puiile paroître ce fentiment au premier coup-d'œil, il renferme tant d'abfurdités, dès qu'on l'examine de plus près, qu'il eft abfolument infoytenable, comme j'aurai honneur de le prouver invinciblement à Y. A. pour lui préfenter enfuite la véritable explication de ce phénomène, le 28-de- Juin 1760: LETTRE AN XTV: déra: JE dis donc que lorfque nous voyons un corps opaque éclairé par le foleil, il eft infoutenable de dire, que les rayons en {oient ré= ER mm me D om ti LS RSS SR RE =

nt - Vas 94 LETTRES A UNE PRINCESSE fléchis, & que ce soit
 par ces rayons réfléchis, que nous voyons le corps L'exemple d'un miroir
 qui réfléchit, fans - contredit, les rayons, & dont on se sert pour prouver ce
 phénomène: timent, prouve plutôt le contraire Le miroir renvoie, fans-doute, les
 rayons qui y tombent, mais lorsque ces rayons réfléchis entrent dans nos
 yeux; que représentent-ils ? V. A. me dira d'abord, que ce n'est pas le
 miroir mais les objets d'où ils sont partis originellement, & la réflexion ne
 fait autre chose que de nous faire voir ces objets dans un autre lieu. ÂAulli
 ne voyons-nous pas ces objets dans la surface du miroir, mais plutôt au-
 dedans; & on peut bien dire, que le miroir même nous reste invisible: Mais
 en regardant un corps opaque éclairé par le soleil, nous n'y voyons pas
 le soleil; nous ne voyons que la surface de ce corps, avec toutes les
 variations qui s'y trouvent; on doit donc reconnaître une différence très-
 essentielle entre les rayons qui sont réfléchis d'un miroir, & ceux par
 lesquels nous voyons les corps opaques* Mais il est encore une autre
 différence au palpatable dans le miroir; car en changeant les objets devant-le-
 miroir, leur place, ou notre propre situation, l'apparition changera toujours, &
 les rayons réfléchis: du miroir, représenteront continuellement à nos yeux
 d'autres images, qui répondent à la nature & à la position des objets, & au
 lieu où nous sommes posés; mais comme j'ai déjà dit,

D'ALLEMAGNE. DS tes rayons réflèchis ne nous présentent jamais le miroir même. Or, qu'un corps soit éclairé par le {oleil ou par d'autres corps lumineux ou-opaques, déjà éclairées, de quelque manière que ce corps change de place, ou que nous en changions nous-mêmes par rapport 'à lui, apparition en est toujours la même; nous voyons toujours le même objet, : & nous n'y remarquons aucun chansement: qui {e rapporter aux diverses circonstances susdites ce qui fournit une nouvelle preuve, que nous ne voyons point. les corps opaques par des rayons réflèchis de leur surface. ... Je prévois bien ici une objection tirée du col des pigeons & de certaines espèces d'étoffes, qui nous offrent des {pectacles différents, de sorte que notre point-de vue change; mais cela n'affaiblit en aucune manière ma conclusion à l'égard des corps opaques ordinaires, qui ne {ont pas affectés à ce changement; cette objection ne prouve autre chose, sinon, que ces objets singuliers {ont doués de certaines qualités, comme, 'par exemple, que leurs moindres particules sont: bien polies, &, qu'il y arrive une véritable réflexion, outre la manière ordinaire & commune, dont: les corps nous {ont visibles, Or on comprend aisément, que cette réflexion doit être bien distinguée de la manière dont les corps opaques ordinaires sont éclairés. Enfin les rayons réfléchis d'un miroir nous représentent aussi toujours les: couleurs des corps d'où ils proviennent—

96 LETTRES À UNE PRINCESSE nent originairement, & le miroirs; où l'ê fait la reflexion, n'y change rien. Un corps opa: que illuminé par quelqu'autre corps; de quels que manière qu'il loit éclairé, nous présente toujours les mêmes couleurs; & on peut dire que chaque corps a sa propre couleur. Cette circonstance renverse absolument le sentiment de tous ceux, qui prétendent que nous voyons les corps opaques par le moyen des rayons qui sont réfléchis de leur surface. En joignant ensemble toutes les raisons que je viens d'expliquer à Y. A. elle ne balancera pas de prononcer, que ce sentiment ne fauroit être ou tenu-en aucune façon, en philosophie, ou plutôt en physique: Cependant je ne faurois me flatter que les philosophes, trop attachés à leurs sentimens une fois reçus, se rendent à ces raisons; mais-les physiciens, qui sont plus étroitement liés avec les mathématiciens, ont moins de difficultés à changer de sentiment: sur des raisons: aussi fortes. Y. A. se rappellera encore ici, ce qu'a dit Cicéron sur ce sujet: que rien ne fauroit être imaginé de si absurde, qui ne soit soutenu par quelque philosophe. : En effet, quelque étrange que puisse paroître à V4. le système que je viens de réfuter, il a été soutenu: & défendu ju: qu'ici avec beaucoup: de chaleur. 'On ne fauroit dire que les inconvéniens & les contradictions, que je viens de mettre sous les yeux de YF. A. fussent inconnues aux partisans de ce système. Le grand Newton lui-même-. en a

D'ALLEMAGNE. 97 a bien senti la force; mais comme il s'est arrêté à l'idée la plus étrange sur la propagation des rayons: il ne faut pas être surpris ; qu'il ait pu pañer sur ces grandes incongruités; &, en général, la profondeur de Pelpit hé gas rantit jamais d'absurdité pour des sentimens qu'on a une fois embrassés. Mais fñ ce {ly{- tème, que les corps opaques sont vus par des rayons réfléchis, est faux, disent ses partisans, quelle en est donc la véritable explication ? 1 leur semble même, qu'il est impossible d'imaginer une autre explication de ce phénomène, & d'ailleurs il est trop difficile & trop humiliant pour un philosophe d'avouer son ignorance {ur quelque article que ce soit, Il préfère toujours de {outenir les plus grandes absurdités, sur-tout quand il possède le secret de les envelopper dans des termes obscurs, que personne ne peut comprendre; car alors le vulgaire admire davantage les savans, en s'imaginant que ces obscurités {ont fort lumineuses pour eux. Du moins il faut toujours être en défiance, quand les savans {e vantent de connoissances si sublimes, qu'ils ne sauroient rendre intelligibles. J'espère expliquer le phénomène en question de manière que V. A. n'y trouvera rien de difficile à comprendre. le 1 Juillet 1760. 6) Tom. I,

Li 98 LETTRES. À UNE PRINCESSE LETTRE 3 XX À ous les phénomènes sur les corps opaques, que J'ai développés dans ma précédente lettre, prouvent invinciblement. que , lorsque nous voyons un corps opaque éclairé, ce n'est pas par des rayons réfléchis de sa surface que nous le voyons; mais que les moindres. particules dans sa surface se trouvent dans une agitation semblable à celle, dont les moindres particules des corps lumineux sont ébranlées ;avec cette différence cependant, que l'agitation dans les corps opaques n'est pas à beaucoup près si forte que dans les corps lumineux d'eux - mêmes, attendu qu'un corps opaque, quelque éclairé qu'il soit, ne fait jamais dans l'œil une impression si vive que les corps lumineux. Puisque nous voyons les corps opaques mêmes, & point du tout les images des corps lumineux qui les éclairent, comme cela devoit arriver, si nous les voyons réfléchis de leur surface: il faut que les rayons par lesquels nous les voyons, leur soient propres, & leur appartiennent aussi étroitement, que les rayons des corps lumineux à ceux-ci. : Tant qu'un corps opaque est éclairé, les moindres particules dans sa surface se trouvent donc dans une agitation propre à produire dans l'Éther un mouvement de vibration tel qu'il faut pour former des rayons, & peindre dans nos yeux l'image de

ee ————— D'ALLEMAGNE. 9ÿ leur otiginal. Pour cet effet il faut que, de chaque point de la furface, il {oit répandu des rayons en tout {ens; ce que l'expérience confirme évidemment; puifque, de quelque côté que nous regardions. un Corps opaque, nous le voyons également dans tous ces points ; d'où il fuit, que chaque point envoie des rayons en tout fens.:. Cette circonftance diftingue eflentiellement ces rayons des rayons réflèchis, dont la direction eft toujours déterminée par celle des rayons incidens, delorte que fi les rayons incidens viennent d'une feule région, comme du foleil, les rayons réflèchis ne fuivroient qu'une feule direction, Nous reconnoiflons donc que, dès qu'un corps opaque elt éclairé, toutes les plus petites particules qui fe trouvent dans fa furface, font mi{es dans une" certaine agitation, qui produit des rayons, comme j'ai fait voir que cela arrive dans les corps lumineux par eux-mêmes. Cette agitation eft auflì d'autant plus forte que la lumière qui éclaire eft efficace : ainfi le mèmé corps, expoïé au foleil, eft: beaucoup plus vivement agité, que sil n'eft qu'éclaire par le Jour dans une chambre, ou, de nuit, par une bougie ou par le clair de la lune. Dans le premiér cas fon image eft peinte beaucoup plus vivement fur le fonds de l'œil que dans les autres, & fur-tout dans celui du clair de lune, dont l'illumination fufhit à peire à difftinguer ou à lire une écriture fort grofle; & lorfqu'on tranfporte le corps opaque dans. #) he

100 LETTRES À UNE PRINCESSE une chambre obscure, ou dans les ténèbres, on n'en voit plus rien, ce qui est une marque certaine que l'agitation, dans ses parties, a tout-à-fait cessé, & qu'elles se trouvent en repos. Voilà donc en quoi consiste la nature des corps opaques ; c'est que leurs particules sont d'elles-mêmes en repos, ou du moins dépourvues de l'agitation qu'il faut pour produire de la lumière ou des rayons; mais ces mêmes particules ont une telle disposition que, lorsqu'elles sont éclairées, ou que des rayons de lumière y tombent, elles sont d'abord mises dans un certain ébranlement ou mouvement de vibration propre à produire des rayons; & plus la lumière qui éclaire ces corps est vive, plus aussi l'agitation sera forte. Tant donc, qu'un corps opaque est éclairé, il le trouve dans le même état que les corps lumineux ; les moindres particules étant agitées de la même manière, & capables d'exciter des rayons dans l'éther, avec la différence que, dans les corps lumineux, cette agitation subsiste d'elle-même, entretenue par une force intrinsèque; au lieu que, dans les corps opaques, cette agitation est accrue, n'étant produite que par la lumière qui les éclaire, & qu'elle est entretenue par une force étrangère, qui ne réside pas dans le corps même, mais dans l'illumination. Cette explication satisfait à tous les phénomènes, & n'est sujette à aucun des inconvénients qui nous ont fait abandonner l'autre, fondée sur la réflexion

D'ALLEMAGNE. TOI Kion. Quiconque voudra bien pefer toutes ces circonffances, n'en difconviendra pas; mais il refte encore une difhculté très-crande ; cet d'expliquer comment la fimple illumination, qui-éclaire un corps opaque, eft capable de mettre en agitation les plus petites particules, & précifément dans une agitation qui produife des rayons; & que cette agitation demeure à-peu-près toujours la: même, quelque diférence qui le trouve dans lillumination. J'avoue, que fi lon ne pouvoit pas rpondre à cette queftion, ce feroit un grand défaut - dans ma théorie, quoiqu'elle n'en feroit point renverlée; car il n'y a rien là de revoltant. La feule chofe que j'ignorerois, favoir, comment l'illumination produit une agitation dans Îles moindres particules des corps opaques , ïle marqueroit qu'une imperfection dans cette théorie, & fi l'on ne peut pas démontrer une impoflibilité abfolue que lillumination produife cet effet, mon fyftème pourra toujours {ubfilter, : Mais je fuppléerai encore à ce défaut, & ferai voir à JV: 4 trèsclairement, comment: l'illumination 'agite les plus petites particules des corps. le \$ Juillet 1760. es

102 LETTRES À UNE PRINCESSE LETTRE Xe XV Je me suis
engagé à faire comprendre à y. A. comment la Mûmuration d'un corps
opaque doit produire dans les moindres particules une agitation propre à
exciter des: rayons de lumière, qui nous rendent ce même corps opaque
visible. Le parallèle entre le son & la: lumière, qui ne diffèrent que du plus
au moins, la lumière étant la même chose à l'égard de l'Éther que le son à
l'égard de l'air, ce parallèle, dis-je, me mettra en état de m'acquiescer de mon
engagement. Les corps lumineux doivent être comparés à des instrumens
de musique, mis en action, ou qui sonnent actuellement. Il est indifférent que
ce soit par une force intrinsèque, ou parcequ'ils sont touchés par des forces
étrangères; il me suffit, qu'ils sonnent & fassent du bruit. Les:corps
opaques, tant qu'ils ne sont pas éclairés, doivent être comparés à des
instrumens de musique hors d'action, ou bien à des 'cordes tendues qui, sans
être touchées, ne rendent aucun son, Notre question étant donc tran{portée
de la lumière au son, se réduit à ceci: si une corde tendue En repos, se
trouvant dans le bruit des instrumens de musique, en reçoit quelque agitation,
& commence à sonner, sans être touchée? C'est ce que l'expérience nous
apprend qui arrive effectivement. Si F.

= y D'ALLEMAGNE. 103 A. veut bien prendre la peine de considérer une corde tendue, pendant un concert, ou pendant le bruit de toutes fortes d'instrumens de musique, elle remarquera que cette corde tremblera sans qu'on y ait touché, & donnera le même son que si elle eut été touchée. Cette expérience réuslit mieux encore, {1 les instrumens rendent le même son que la corde. Que 7. A. considère attentivement les cordes d'un clavecin où l'on ne joue pas, pendant qu'un violon donne le son a, par exemple, bien fort, & elle remarquera que, sur ce clavecin, la corde de ce même son commencera à trembler assez sensiblement, même à sonner, sans avoir été touchée; quelques autres cordes feront aussi agitées, particulièrement celles qui tiennent au son qu'on joue, une octave, ou une quinte, & souvent aussi une tierce, pourvu que l'instrument soit parfaitement accordé. Ce phénomène est très-connu des musiciens, & Mr. Rameau, grand compositeur François, établit là-dessus ses principes de l'harmonie, Il prétend que les octaves, quintes & tierces, doivent être connues pour des consonances, par la raison qu'une corde est agitée par le seul son d'une autre corde, qui est le même que celui que la première corde rend, ou qui y tient l'intervalle d'une octave, d'une quinte ou d'une tierce. Mais il faut convenir que les principes de l'harmonie sont si bien établis par la simplicité des rapports que les sons tiennent entr'eux, qu'ils n'ont pas besoin d'un

Vs. 104 LETTRES À UNE PRINCESSE It nouvel appui. Le phénomène dont je parle est plutôt une conséquence fort naturelle des principes de l'harmonie. Pour rendre cela plus sensible, considérons deux cordes accordées pour le même son; en frappant l'une, l'autre commencera d'elle-même à trembler & à sonner: La raison en est assez claire; car comme une 'corde communique à l'air en tremblant, un mouvement de vibration {embranchable; l'air, réciproquement; agité de ce mouvement de vibration, doit faire trembler la corde, pourvu que, par la tension, elle soit {susceptible de ce mouvement. L'air étant agité d'un mouvement de vibration frappe tant {oit peu la corde 'à chaque coup, & la réimpression des coups, par chaque vibration, imprimera bientôt à la corde un mouvement {enfin sensible; puisque les vibrations auxquelles elle est disposée par la tension, conviennent avec celles qui se trouvent dans l'air. Si le nombre des vibrations dans l'air est la moitié ou le tiers, ou tel que le rapport soit assez simple la corde ne reçoit pas une nouvelle impulsion à chaque vibration, comme dans le cas précédent, mais seulement, à la seconde, ou troisième ou quatrième. &c. ce qui continuera d'augmenter son tremblement; mais pas: si fort que dans le premier cas. Mais si le son ne tient dans l'air, aucun rapport simple avec celui qui convient, à la corde; l'agitation de l'air ne produit aucun effet sur elle, les vibrations de la corde, si en a, ne se rencontrent

D'ALLEMAGNE. | IOS\$ trant pas avec celles de l'air; les
impulfions fuivantes de l'air détruifent, pour la plupart, l'effet que les
premières peuvent avoir produit ; c'elt ce que l'expérience confirme
admirablement. Ainfi pour qu'une corde loit ébranlée par le feul bruit d'un
fon, l'effet fera plus fenfible quand le fon, dans Pair, eft précifément le
même que celui de la corde. D'autres {ons, qui ont uñe confonance avec
celui de la corde, produiront bien un effet femblable, mais moins fenfible, &
les diffonances i'en produifent aucun. . Cette circonftance a lieu, non
feulement dans les cordes , mais dans tous les corps fonores. : Une-cloche
fonnera par le {eul bruit d'une autre cloche, qui y tient une belle harmonie;
c'eft-à-dire , ou le même fon, ou l'oétave, ou la quinte, ou la tierce.
L'hiftoire nous fournit un exemple dans Îles verres à boire. Il y avoit un
homme qui cafloit les verres par fon cri. Quand on lui préfentoit un verre, il
en examinoit d'abord le fon, en le frappant; il crioit enfuite du même ton fur
le verre, quiscommençoit à s'ébranler; il augmentoit alors fa voix de toutes
fes forces, toujours fur le même ton, & l'ébranlement du verre devenoit
enfin fi fort, qu'il {e briloit en petits morceaux.. Îl eft donc tres certain &
bien. confirme par l'expérience, qu'une corde & tout autre. corps fonore elt
mis en agitation par le feul bruit d'un fon confonant; le même phénomène
doit donc avoir lieu dans les corps RE TE== = . nier 1114 |} | : ; : 1

TO6 LETTRES À UNE PRINCESSE opaques, qui pourront être mis en agitation par la seule illumination ; c'est la question que je m'étois proposé de résoudre ; j'en donnerai explication plus détaillée dans ma première lettre. le 8 Juillet 1760. ns 17) ga DEEE SR ER XEGMEE Près ce que je viens d'exposer, VW. À. ne sera plus surpris qu'un corps puisse recevoir ; par la seule illumination , une agitation dans ses plus petites Parties semblable à celle dont les particules des corps lumineux sont agitées, & qui leur donne la propriété de produire des rayons qui les rendent visibles ; ainsi ce grand obstacle, qui paroïssoit s'opposer à mon explication de la visibilité des corps opaques, est heureusement levé, pendant, que l'autre explication, fondée sur la réflexion des rayons , rencontre d'autant plus de difficultés qu'on veut en faire l'application aux phénomènes connus. C'est donc une vérité bien constatée, que de tous les corps que nous voyons, les moindres particules, dans leur surface, se trouvent dans une 'certaine agitation, où mouvement de vibration , semblable à celui d'une corde pincée, mais incomparablement plus vif & plus rapide; soit que

D'ALLEMAGNE. 107 cette agitation foit l'effet d'une force intrinfèque, comme dans les corps lumineux par eux-mêmes, foit qu'elle foit produite par des rayons de lumière qui tombent fur les corps, c. à. d. par l'illumination, comme il arrive dans les corps opaques. Il eft donc faux que la lune, étant un corps opaque, réflèchiffe les rayons du foleil, & que ce {oit par cette lumière réflèchie que nous la voyons, comme on le croit communément; mais les rayons du {oleil; qui tombent fur la furface de la lune, excitent fes particules à un ébranlement femblable, d'où réfultent les rayons de la lune, qui entrant dans nos yeux y peignent {on image ; @& c'eft le cas des planètes & de tous les corps opaques. Cette agitation des moindres particules des corps opaques, lorfqu'ils font éclairés, ne dure pas plus long-tems que lillumination qui en eft la caule; & fitôt qu'un corps opaque n'eft plus éclairé nous ne le voyons plus. Mäis ne pourroit-il pas arriver que cette agitation, une fois mu aux moindres particules d'un corps opaque fe conferve encore pendant quelque ne comme nous voyons qu'une corde une fois pincée, continue fouvent à trembler pendant long-tems? Je ne faurois nier que ce cas ne foit poffible , & je crois même qu'il éxifte dans ces matières, que Mr. Margraff à présentées à V.:4., qui une fois éclairées, confervent encore quelque '#tems leur lumière quand on les tranfporte dans une chambre

108 LETTRES À UNE :PRINCESSE obscure. Cependant c'est un cas très-extraordinaire, le branlement des moindres particules s'évanouît dans tous les autres corps avec la lumination qui la cause. Mais cette explication, qui jusqu'ici s'est foutie parfaitement ; me conduit à des recherches plus importantes encore. Il n'est pas douteux qu'il s'en trouve une différence infinie entre les plus petites particules des corps opaques, selon la variété des corps mêmes: quelques-uns feront plus susceptibles du mouvement de vibration, & d'autres moins, qui même n'en fauroient recevoir aucun. (Cette différence ne se rencontre que trop évidemment dans les corps. Tel dont les particules reçoivent facilement l'impression des rayons qui y tombent, nous paroît brillant, tel autre par contre, où les rayons ne causent presque point d'agitation, doit nous paroître obscur & ténébreux. Parmi plusieurs Corps également éclairés, W. 4. en verra toujours une grande différence, les uns étant plus clairs & plus brillants que les autres. se il. doit y avoir une autre différence encore, bien remarquable parmi les moindres particules des corps opaques, à l'égard du nombre des vibrations que chacune, étant agitée, rendra dans un certain tems. J'ai déjà remarqué que ce nombre. doit. toujours être fort grand, & que la subtilité; de l'éther en demande plusieurs milliers dans une seconde. Mais il peut y avoir une différence infinie, si quelques particules employent, par

D'ALLEMAGNE. 109 exemple, 10000 vibrations dans une seconde, & d'autres 11000, 12000, 13000, &c. Selon la petitesse, la tension & l'élasticité de chacune, comme il arrive dans les cordes de musique, où le nombre de vibrations rendues dans une seconde peut varier à l'infini; & c'est de là que j'ai déduit la différence des sons graves & aigus, ou des sons bas & hauts. Comme cette différence est essentielle dans les sons, & que l'ouïe en est affectée d'une manière si particulière, que c'est sur cette différence qu'est fondée toute l'harmonie de la musique, on ne fauroit douter, qu'une différence pareille dans la fréquence des vibrations des rayons de lumière, ne produise un effet tout particulier & une différence très-essentielle dans la vision. Si, par exemple, une particule fait 10000 vibrations dans une seconde, & produit des rayons de la même espèce, les rayons qui entrent dans l'œil, y frapperont le fond ou les nerfs qui s'y trouvent, 10000 fois dans une seconde; & cet effet, ainsi que la sensation, doivent être tout-à-fait différents de ceux que produiroit une autre particule, qui feroit plus ou moins de vibrations dans une seconde. Il y aura dans la vision une différence semblable à celle que sent l'ouïe en écoutant des sons graves ou aigus. W. À. sera bien curieuse d'apprendre, à quoi se réduit cette différence dans la vision, & si nous distinguons en effet les objets dont les particules sont mises en mouvement de vibration

Te _ TT 3 ns we: =: s + ——— 7

HIO LETTRES À UNE PRINCESSE plus ou moins de fois dans
 une feconde? J'ai l'honneur de dire à W. À. fur ce fujet, que c'elt la diverfité
 des couleurs qui. eft caufée par cette diférence; & que, par rapport à la vue,
 les couleurs font le même effet que les {ons hauts ou bas , par rapport à
 l'ouïe. Voilà donc une grande queftion, dont la réfolution feit eft d'elle-
 même, fans l'avoir cherchée.. C'eft celle fur la nature des couleurs, qui a
 tourmenté de tout tems les philolophes. Quelques-uns ont dit que c'eift une
 certaine modification de la lumière qui nous eft ablolument inconnue.
 Defcartes prétend que les couleurs ne {ont qu'un certain melance de Ja
 lumière & de Pombre; & Newton en cherche la raïlon dans les rayons du
 foleil, qui {elon lui {ont des émanations réelles, & il croit que leur matière
 pourroit être plus ou moins fubtiles d'ou il établit des rayons de toutes
 couleuts, rouge, jaune, verd, bleu & violet. Mais ce {yftème, tombant de
 luinième, tout ce qu'on a dit juiqu'a prélent {ur les couleurs revient à ceci,
 que nous en fayvons rien du tout. Mais Y. A. doit comprendre très-
 clairement, que 'la nature de chaque couleur confifte dans le nombre de
 vibrations, dont les particules, qui nous préfentent cette couleur, {ont
 agitées dans un certaiiii tems. le 12 Juillet 1760. v— " =

D'ALLEMAGNE. 111 LE T CRUE 2 X RNEERE

IL'IGNORANCE de la véritable nature des couleurs a élevé de tout tems de grandes disputes parmi les philosophes; chacun s'est efforcé de briller par quelque sentiment particulier sur ce sujet. Le système, que les couleurs résident dans les corps mêmes, leur parut trop commun, & peu digne d'un philosophe, qui doit toujours s'élever au-dessus du vulgaire. Puisque le paysan s'imagine que tel corps est rouge, l'autre bleu, & un autre verd, le philosophe ne fauroit se distinguer mieux qu'en soutenant le contraire; Il dit donc, que les couleurs n'ont rien de réel; -qu'il n'y a rien dans les corps qui s'y rapporte. Les Newtoniens mettent les couleurs uniquement dans les rayons qu'ils distinguent selon les couleurs, en rouges, jaunes, verds, bleus & violets ; & ils disent, qu'un corps nous paroît de telle ou telle couleur, lorsqu'il réfléchit des rayons de cette espèce. D'autres, auxquels ce sentiment paroît trop grossier, prétendent que les couleurs n'existent que dans l'imagination. C'est le meilleur moyen pour couvrir son ignorance, sans lequel le peuple pourroit croire, que le philosophe ne connoîtroit pas mieux la nature des couleurs que lui. Mais à entendre parler les savans sur cet objet, on s'imagine qu'ils possèdent les plus profonds mystères , quoiqu'ils

II2 LETTRES À UNE PRINCESSE n'en fâchent pas plus que le
 payfan, & peut-être moins encore. V. À. reconnoitra aïfement, que ces
 fubtilités apparentes ne font que des chicanes. Chaque couleur fimple, (pour
 la diftinguer des couleurs compolées) eft attachée à un certain nombre de
 vibrations, qui s'achevent dans un certain tems; de forte que ce nombre de
 vibrations rendues dans une {econde, détermine la couleur rouge, un autre
 la couleur jaune, un autre la verte, un autre la bleue, &:un autre la violette,
 qui font les couleurs fimples, que l'arc-en-ciel nous repréfente. Si donc les
 particules de la furface de quelques corps font difpolées de manière,
 qu'étant agitées elles rendent, dans une feconde , autant de vibrations qu'en
 exige, par exemple, là couleur rouge, 'je nomme ce corps rouge, comme les
 payfans, @& je ne vois aucune raifon de nr'écarter de la manière reçue de
 parler. Et les rayons qui renferment autant de vibrations dans une {econde,
 pourrout être nommés rouges avec le même droit; &enfin quand Îles nerts
 du fonds de l'œil font affectés par ces mêmes rayons, & qu'ils en font
 prefque. frappés autant de fois dans une feconde, ils excitent la fenfation de
 la couleur rouge. Ici tout eft clair, & je ne vois aucune néceffité d'introduire
 des phrafes obfcures & myftérieufes, qui au fonds maboutiflent à rien. Le
 parallèle entre le fon & la lumière eft fi parfait, qu'il fe foutient même dans
 les moindres circonftances. Quand j'alléguai le phénomène d'une

D'ALLEMAGNE. 113 | d'une corde tendue, qui peut être agitée par IR le seul bruit de quelques sons, V. A. fe fou- DU viendra, que le même {on que la corde ren- | 110 droit étant touchée, est le plus efficace à ébran- : IT ler cette corde, & que d'autres sons n'y pro- MI! duisent d'effet, qu'autant qu'ils font avec elle jUL une belle consonance. Il en est exactement de (1 même de la lumière & des couleurs; puisque 11 les différentes couleurs répondent aux différents sons de la musique. Pour faire voir ce bel & merveilleux phénomène, qui confirme le plus fortement mon {ystème, on prépare une chambre obscure; on y fait un petit trou dans un | volet, devant lequel on place à quelque distance =: C1 ce, un corps d'une certaine couleur, tel qu'un 4 morceau de drap rouge, en sorte que, lorsqu'il est bien éclairé, les rayons entrent par le trou s dans la chambre obscure. Ce feront donc des rayons rouges, qui entrent dans la chambre, l'entrée de toute autre lumière étant défendue ; & lorsqu'on tient dans la chambre, vis-à-vis du trou, un morceau de drap de la même couleur, il fera parfaitement éclairé, & la couleur rouge paroîtra fort brillante 3: mais si on y substitue un morceau de drap verd, il demeurera obscur, & on ne verra presque rien de la couleur. Si l'on met hors de la chambre, devant le trou, un morceau de drap verd & bien éclairé, celui de la chambre en fera parfaitement éclairé, & {a couleur verte paroîtra fort vive!" 'Til en est de même de toutes les autres & je crois qu'on ne fauroit prétendre Tom. I. H nano eee SC sn Dé sr er 5 = gr gl L 2 : L tee 7e LEZ PR ESS _ | = hs n: — - - | :

> É Thé 114 LETTRES À UNE PRINCESSE dre une preuve plus éclatante .de mon fyftème. Nous apprenons de-là, que pour éclairer un corps d'une certaine couleur, il faut que les rayons qui y tombent, ayent la même couleur, ceux d'une couleur différente m'etant pas capables d'agiter les particules de ce corps. Cela fe prouve encore par une expérience fort connue. Loriqu'on allume de lefprit de vin dans une chambre, V, À. fait que la flamme de lefprit de vin eft bleue, qu'elle ne produit que des rayons bleus, & que toutes les Rerlonnes qui le trouvent | dans cette chambre paroïflent fort pâles, & leurs vilages comme ceux des mourans, quelque fardés ou teints de rouge qu'ils puiïent | être. La raïifon en elt évidente, les rayons LE bleus n'étant pas capables d'exciter ou d'ébran| È ler la couleur rouge dans le vifage, ce neft : LUI qu'une couleur bleuitre & tort foible qu'on. y voit; mais que quelqu'un ait un habit bleu, lPhabit paroïtra-tout-a-fait brillant, Or: les rayons du {oleil, ceux d'une. bougie ou d'une chandelle ordinaire, éclairent tous les corps à| peu-près également; d'ou lon conclut que les rayons du foleil renferment toutes les couleurs à la fois, quoiqu'il paroifle jaunâtre. En.eftet, lorlqu'on laife entrer dans qe chambre obfcure des rayons de toutes couleurs fimples, des rouges, jaunes , verds, bleus & violets, en égale quantité àa-peu-près, & qu'on.les.raf fembl le, ils reprélentent une: couleur blanchâtre. On fait la même expérience avec plu

D'ALLEMAGNE. IIS fleurs poudres des couleurs mentionnées, & -en les mêlant bien enfemble, il en réfulte une couleur blanchâtre. On en conclud, que la couleur blanche n'est rien moins que fimple, mais plutôt un mêmélange de toutes les couJeurs fimples; aufli voyons-nous que le blanc elt propre à recevoir toutes les couleurs. Quant au noir, ce 11 elt pas proprement une couleur. Tout corps elt noir quand {es particules font fi lourdes qu'elles ne fauroient recevoir aucun mouvement de vibration, ou qu'il ne produit pas des rayons. Ainfi le défaut de rayons produit cette couleur ; & plus il fe trouve de ces particules qui ne {ont {ufceptibles d'aucun mouvement de vibration fur la {urface d'un corps, plus il paroît obfcure & noirâtre. le 1\$ de Juillet 1760. EEE" PRE IX XTIC Jar déjà remarqué, qu'il y a des corps, qui tranfmettent les rayons de la lumière, qu'on homme tran{parens, pellucides & diaphanes , comme le verre, l'eau & fur-tout l'air. C'est cependant l'éther , qui elt le milieu le plus nature}, dans lequel fe forment les rayons de lumière ; & les autres matières tran{parentes ont cette qualité qu'à caufe de l'éther qu'elJes contiennent, & avec lequel elles {ont telleje 11 2 RE L } | 3 1 4 À 4 4! MIIN UM : ; Ain IH MI AH AIM IN! Hall || 1:17 211 | Qi |A { h Lit 41! FRIUIE: NU 1112 NH |! | 1. : + : | , EU 1 El (! LI | 1 Î L EM VMIPA : . : Il . PO [I | LU TOI IN 1 M1! te : 14 | L: | À |

Vis. 116 LETTRES À UNE PRINCESSE ment entremêlées, que les agitations, qui y sont excitées par la lumière, peuvent se communiquer plus loin sans être arrêtées.: Mais cette transmission ne se fait jamais si librement que dans l'éther pur, & il s'en perd toujours quelque chose; & d'autant plus que le corps transparent est plus épais. L'épaisseur peut même devenir si considérable, que toute la lumière s'y perd, alors le corps n'est plus transparent. Ainsi, quoique le verre soit un corps transparent, un grand morceau de verre de quelques pieds d'épaisseur ne l'est plus, & Ton ne sauroit voir à travers. De même, quelque pure que soit l'eau d'une rivière, on ne sauroit voir le fond dans l'endroit où elle est très-profonde, quoiqu'on le verra très-bien où elle ne l'est pas trop, La transparence n'est donc qu'une propriété des corps, relative à leur épaisseur, & quand on attribue cette propriété au verre, à l'eau, &c. il faut toujours l'entendre avec restriction, que ces corps ne sont pas trop épais; & pour chaque espèce il est une certaine mesure d'épaisseur, hors de laquelle le corps n'est plus transparent. Il n'y a, par contre, point de corps opaque, opposé au transparent, qui ne le devienne lui-même lorsqu'il est réduit à une lame extrêmement mince. Ainsi quoique l'or ne soit pas transparent, les feuilles d'or sont pourtant transparentes; & en regardant les plus petites particules de tous les corps par un microscope, on les trouve transparentes. On pourroit donc dire, que tous les

D'ALLEMAGNE. 117 corps font tranfparens , lorfqu'on les fait affez minces, & qu'aucun corps n'eft tran{parent, lorfqu'il eft trop épais. Or felon la manière de parler, on nomme tranfparens, les corps qui confervent cette qualité jufqu'à un certain déoré d'épaiffleur, quoiqu'ils la perdent lorfqu'ils l'excèdent. Mais pour ce qui regarde l'éther, il eft de fa nature abfolument & parfaitement tranfparent, & fon étendue ne diminue rien du tout à fa tranfparence. La diftance prodicieu, fe des étoiles fixes, dont V. A. fe rappelle bien, n'empêche pas que leurs rayons ne foient tranfmis Jufqu'à nous; mais quoique notre air paroiffe d'une tran{parence parfaite, s'il s'étendoit jufqu'à la lune, il la perdrait entièrement, fans qu'aucun rayon du foleil & des autres corps céleftes put pénétrer jufqu'à nous. Nous ferions alors dans le cas des ténèbres égyptiennes. La raïlon en eft évidente, & nous remarquons la même chofe dans le fon, dont la reflemblance à la lumière fe confirme à tous égards. L'air eft le milieu naturel ; au travers duquel le fon eft tranfmis, mais les agitations excitées dans l'air font capables d'ébranier auf les particules de tous les corps, & celles-ci mettant en mouvement les intérieures, tranfmettent enfin les agitations à travers tous les corps, à moins qu'ils ne foient trop épais. Il y a donc des corps qui font, relativement au fon, ce que font les corps tranfparens relativement à la lumière; &@ tous les corps ont cette propriété par rapport au fon, pourvu qu'ils ne H 3

ITS LETTRES À ÜNE PRINCESSE foient pas trop épais.' V.'A. étant dans {a chamibre, entend preéfque tout ce qui {e pañle dans lantichambre, quoique les portes foient bien fermées, parceque lagitation de l'air dans l'antichambre fe communiqué aux murailles, & penêtre par elles dans la chambre même , quoiqu'avec quelque perte. Si Pon abattoit les murailles V. À. entendroit fans - doute plus diftinctement. Or plus les murailles font épaïfles, plus le fon perd de fa force en les traversant, & les murailles peuvent être ft épaïfles, qu'on n'entendrait rien de ce qui fe pañfle dehors, a moins que ce ne fut un bruit terrible, comme un coup de canon. Cela me conduit 4 une nouvelle remarque; que des fons très - forts peuvent bien pafler par des murailles qui font impénétrables à des {ons plus foibles; & par conféquent, pour juger fi une muraille eft capable de tranfmètre les fons, il ne fuffit pas d'avoir égard à l'épaïfleur de là muraille, il faut aufli tenir compte de la force du fon. Si le fon eft très-foible, une muraille fort mince eft capable de larrêter, quoiqu'elle put tranfmètre un {on plus fort. Il en eft de même des corps tranfparens, qui peuvent accorder le paflage à la lumière très-forte, fans qu'on puifle voir au travers des objets peu brillans. Quand on noircit un verre avec de la fumée, on ne voit plus à travers des objets peu brillans ; mais bien le foleil, fort diftinétement. C'eft le moyen, dont fe fervent les aftronomes pour l'observer; il éblouiroit fans cela les yeux. Et

D'ALLEMAGNE. 119 quand on se trouve dans une chambre obscure, dont le volet est troué du côté du soleil, on a beau couvrir ce trou de la main, la lumière du soleil la traverse. Cependant on aperçoit que la lumière du soleil perd beaucoup de son éclat, en passant par un tel corps qui, relativement à d'autres-objets, n'est pas même transparent. Mais une lumière trèsforte peut perdre beaucoup de son éclat avant qu'elle soit entièrement éteinte, pendant qu'une lumière plus faible se perd d'abord, un morceau de verre fort épais ne sera donc point transparent à l'égard des objets peu brillans, mais on pourra voir le soleil à travers. Ces remarques sur les corps transparens me conduisent à la théorie de la réfraction, dont V. A. aura déjà entendu parler bien souvent, & que je tâcherai de mettre dans tout son jour. le 28 Juillet 1760. BE PRE XX Taxr que la lumière avance par le même milieu, qui soit l'éther, l'air, ou quelque'autre corps transparent, la propagation se fait par des lignes droites, qu'on nommerayons, puisqu'ils partent du point lumineux en tout sens, comme les rayons d'un cercle ou d'un globe partent du centre. Dans le système de PémanaH 4 nt | ho domments — — — — — - LE AE ei

120 LETTRES À UNE PRINCESSE tion, les particules lancées du corps lumineux se meuvent en lignes droites; il en est de même dans le véritable système que j'ai eu l'honneur de proposer à V. A., où les agitations se communiquent par des lignes droites, comme le son d'une cloche nous est transmis par une ligne droite, par laquelle nous jugeons aussi de quel côté vient le son; les rayons dans l'un & l'autre système, nous sont donc représentés par des lignes droites, tant qu'ils passent par le même centre transparent; mais ils peuvent souffrir quelque inflexion, quand ils passent d'un milieu transparent dans un autre, & cette inflexion est ce qu'on nomme la réfraction des rayons de la lumière, dont la connoissance est de la dernière importance dans une infinité de phénomènes. Je vais donc expliquer à V. A. Tab, I. fig. 8, les loix conformément auxquelles la réfraction se fait. C'est une loi constante que, lorsqu'un rayon comme ÆEC , tombe perpendiculairement sur la surface AB d'un autre milieu, il continue sa route suivant la même ligne droite prolongée comme CF . Il ne souffrira pour lors aucune inflexion ou réfraction. Si donc EC est un rayon du soleil qui tombe perpendiculairement sur la surface AB de l'eau ou du verre: il y entrera selon la même direction & continuera sa route selon la ligne CF , aussi perpendiculaire à la surface AB , de sorte que EF soit une même ligne droite. C'est le seul cas où il n'y a point de réfraction; mais toutes les

D'ALLEMAGNE. 121 fois que le rayon ne tombe pas perpendiculairement sur la surface d'un autre corps transparent, il n'y continue pas sa route suivant la même ligne droite; il s'en écartera plus ou moins Tab. I. fig. 9. & souffrira une réfraction. Soit PC un rayon qui tombe obliquement sur la surface AB d'un autre milieu transparent: en entrant dans ce milieu, il ne continuera pas sa route suivant la ligne droite CQ, qui est la continuation de la ligne droite PC; mais il s'en écartera, selon la ligne droite CR, ou CS. Il souffrira donc en C une inflexion qu'on nomme réfraction, qui dépend en partie de la diversité des deux milieux, & en partie de l'obliquité, sous laquelle le rayon PC entre. Pour expliquer les loix de cette inflexion, il faut connoître quelques termes dont se servent les auteurs. 19. La surface AB, qui distingue les deux milieux, celui d'où le rayon vient, & sur lequel il entre, et nommée surface réfringente. . Le rayon PC, qui y tombe, s'appelle le rayon incident & 39. le rayon CR ou CS, qui tient dans l'autre milieu une route différente de CQ, se nomme rayon rompu. Et, ayant tiré sur la surface AB la ligne perpendiculaire ECF, on nomme 40. angle d'incidence, celui PCE, que fait le rayon incident PC avec la ligne perpendiculaire EC; -& «0. angle de réfraction celui RCF ou SCF que fait le rayon rompu CR ou CS avec la perpendiculaire CF. Donc, à cause de la réfraction, l'angle de réfraction n'est pas égal à l'angle d'incidence ——— D se = ., se - —y—""tu"S = Pa . | à

.— “ - . Vie 122 LETTRES À UNE PRINCESSE cidence PCE: car prolongeant la ligné P C en Q, les anglés PCE & FCQ font oppofés par la pointe, & par confequent égaux entr'eux, comme V: À. s'en fouviendra encore parfaitement. C'eit donc l'angle QCF qui eft égal à l'angle d'incidence PCE, ainfi l'angle de réfraction RCF ou SCF eft plus petit ou plus grand. Il n'y a donc que deux cas qui peuvent avoir lieu, Pun, où le rayon rompu étant CR, l'angle de réfraction REF eft plus petit que l'angle d'incidence PCE; & l'autre, où le rayon rompu étant CS, l'angle de réfraction SCF eft plus grand que l'angle d'incidence PCE. Dans le premier cas, on dit que le rayon CR s'approche de la perpendiculaire CF; & dans l'autre, que le rayon rompu CS s'écarte ou s'éloigne de la perpendiculaire. Il faut donc voir, lorsque l'un ou l'autre cas a lieu, ce qui dépend de la différence des deux milieux, felon que l'un ou l'autre est plus dense ou plus rare, ou, felon que les rayons pañsent plus ou moins difficilement au travers de chacun d'eux. Pour cet effet, il faut remarquer que l'éther eft le milieu le plus rare par lequel les rayons pañsent fans aucune difficulté. Ensuite les autres milieux tranfparens les plus communs tiennent cet ordre: l'air, l'eau & le verre; enforte que le verre eft un milieu plus dense que l'eau, l'eau que l'air, & l'air que l'éther. Cela pole, on n'a qu'à observer ces deux règles générales : 10. Quand les rayons pañsent d'un milieu moins dense dans un autre plus dense, le rayon rom

D'ALLEMAGNE. 123 pu s'approche plus de la perpendiculaire ; c'est le cas où le rayon incident étant PC , le rayon rompu est CR . 29. Lorsque les rayons passent d'un milieu plus dense dans un autre moins dense, le rayon rompu s'éloigne de la perpendiculaire ; c'est le cas où le rayon incident étant PC , le rayon rompu est CS . Or cette inflexion est d'autant plus grande, que les deux milieux sont différents par rapport à leur densité. Ainsi les rayons, en passant de l'air dans le verre, souffrent une plus grande réfraction, que lorsqu'ils passent de l'air dans l'eau; cependant dans l'un & l'autre cas, les rayons rompus s'approchent de la perpendiculaire. Pareillement, les rayons passant du verre dans l'air, souffrent une plus grande réfraction, que lorsqu'ils passent de l'eau dans l'air; mais dans ces cas le rayon rompu s'écarte de la perpendiculaire. Enfin il faut aussi remarquer, que la différence entre l'angle d'incidence & l'angle de réfraction est d'autant plus grande, que l'angle d'incidence est grand, ou que, plus le rayon incident s'écarte de la perpendiculaire, plus l'inflexion du rayon, ou la réfraction, sera grande: Il y règne un certain rapport qu'on détermine par la géométrie; mais il n'est pas nécessaire d'entrer dans ce détail Ce que Je viens de dire suffit pour l'intelligence de ce que J'aurai l'honneur de proposer à V. A. le 22 de Juillet 1760. EE — me ms

.u— s - - VS. PL TERSET/ AT") ÉLIRE dos . À. a vu, que quand un rayon de lumière pañle obl iquement d'uu milieu tranfparent d ans un autre, il fouffre une inflexion qu'on nomme réfi ee. & que la réfraction dépend tant de l'obliquité d'incidence, que de la diverité | des milieux , comme j'ai eu l'honneur de l'ex| pliquer aflez amplement. A-préfent je dois faire | remarquer à V. À. que la diverfité des cou| leurs caufe aufli une petite variété dans la refraction; ce qui! provient fans-doute de ce LE . les rayons des de erfes couleurs renferment des (F nombres diferens de vibrations rendues en même tems, & qu'ils difèrent entr'eux de la même manière que les fons plus ou moins hauts. Ainfi on obferve que les rayons rouges fouffrent la moindre infèxion ou rétraction; apres eux fuivent dans l'ordre, les rayons oranges, les jaunes, les verds, les bleus#& les violets 3 deforte que les rayons violets fouffrent la plus grande réfraction, bien: entendu lorfque l'obliquité d'incidence eft la même, & les milieux aufli. De-là, on dit que les rayons des diverles couleurs font afujettis à une diverfe#réfrangibilité , que les rouges font les moins réfrangibles » & les violets le plus. Donc fi Tab. I. fig. 10. P C eft un rayon qui pañle, par exemple, de l'air dans le verre, l'angle d'incidence étant PCE, le rayon rompu

D'ALLEMAGNE. 12\$ S'approchera de la perpendiculaire CF; & si le rayon étoit rouge, le rompu feroit C-rouge; s'il étoit orange, le rompu feroit C-orange, & ainsi des autres, comme on voit dans la figure. 'Tous ces rayons s'écartent de la ligne CQ, qui est la continuation de PC, vers la perpendiculaire CF; mais le rayon rouge s'écarte le moins de CQ, ou foute: la moindre inflexion; & le violet s'écarte le plus de COQ, & souffre la plus grande inflexion. Or si PC est un rayon du soleil, il produit à la fois tous les rayons colorés, indiqués dans la figure; & si l'on y tient un papier blanc, on y voit en effet toutes ces couleurs, d'où l'on dit que chaque rayon du soleil renferme à la fois toutes les couleurs simples.. La même chose, arrive si PC est un rayon blanc, ou qu'il vienne d'un corps blanc. On en voit naître, par la réfraction, toutes les couleurs: d'où l'on conclut que la couleur blanche est un mélange de toutes les couleurs simples, comme j'ai déjà eu l'honneur de dire à V. A. En effet on n'a qu'à réunir tous ces rayons colorés dans un seul point, & on verra renaître la couleur blanche C'est de - là que nous apprenons, quelles sont les couleurs véritablement simples. La réfraction nous les découvre incontestablement. Selon l'ordre de la réfraction, ce sont 10. la couleur rouge, 20! l'orange, 30: la jaune, 40. la verte, 50. la- bleue, 60. la violette. Mais il ne faut pas penser, qu'il n'y en ait que six; car puisque la nature de chacune conSr 2e Il Hi | 1088 DE | { Fi il { M !l l { —mpne nds. d; # = -hà

uw : ” - VS. 126 LETTRES À UNE PRINCESSE fite dans un certain nombre qui exprime celui des vibrations rendues dans un certain tems; il eit clair que les nombres moyens donnent également des couleurs fimples. Mais il nous manque des noms propres pour deéfigner ces couleurs, car entre le jaune & le verd, on voit effectivement des couleurs moyennes, que nous ne {aurions nommer à part. C’eit {ur ce même grincipe que font fondées les . couleurs que hous voyons dans Parc-en-ciel. La raïon en eft, que les rayons du foleil, en palant par des coutes d’eau qui traversent Pair, y {ont réfléchis & réfractés, & la réfraction les décompole dans les couleurs fimples. V. À. aura fans-doute déjà remarqué que ces 18 couleurs le {uivens dans le même ordre dans arc-en-ciel, le rouge, l’orange, le jaune, le verd, le bleu & le violet; mais nous y décou| vrons auffi toutes les couleurs intermédiaires , | comme des nuances d’une couleur à Pautre, & fi nous avons plus de noms pour diltinguer ces degrés, nous pourrions nommer plus | de couleurs diveries, d’une extrèmité à l’autre. | Une autre nation plüs riche en mots y compte | peut-être actuellement plus de couleurs diverles que nous; peut-être auf qu’une autre en compte moins, fi, par exemple, elle n’a point de terme pour, exprimer l’orange. Quelquesuns y ajoutent le pourpre, qu’on découvre à lextremité du rouge , & que d’autres comprennent fous le même nom de rouge.

ee rrÉ ep, > mat eu es al > = o 7, Les D) to Gros als ss ee Mer D:
 ae ri © se << © < r— nt CNE TEET EM ER FEES LEE p- + : 2 + ex | er —
 "22095 0 MPG MER ETS EE — . [eq ; = à On peut comparer ces couleurs
 avec le {on d'une octave, comme je viens de représenter ici, puisque les
 couleurs, aussi bien que les {ons, peuvent s'exprimer en nombres. Il {emble
 même que haussant davantage le violet, on revient à un nouveau pourpre,
 tout comme en montant dans les sons on parvient au-delà de B. au son c,
 qui est une octave au-dessus de B. Et comme dans la musique on donne à
 ce son le même nom, à cause de leur ressemblance, il en est de même dans
 les couleurs, qui, après avoir monté par l'intervalle d'une octave, recouvrent
 les mêmes noms: ou bien deux couleurs, comme deux sons, dont le nombre
 de vibrations de lumière est précisément le double de l'autre, paraissent pour la
 même couleur, & ont le même nom. C'est sur ce principe que le père Caillet,
 en France, a voulu imaginer une espèce de musique de couleurs. Il a fait un
 clavecin dont chaque touche, étant touchée, ..représente; un morceau teint
 d'une certaine couleur, -& il prétend que ce clavecin, étant bien joué,
 pourroit:représenter un {pectacle très-agréable, aux yeux. i H le nomme
 clavecin oculaire, & V. À. en aura bien: entendu parler... Moi je pense que.
 c'est plutôt la peinture: qui est, par rapport aux yeux, ce qu'est > CD

VS. — — EU : 128 LETTRES À UNE PRINCESSÉ la musique
par rapport aux oreilles; & je doute fort que la représentation de plusieurs
morceaux-de draps teints de diverses couleurs, puisse être bien agréable. le
2/7 de Juillet 1760. E ESP RER XOCX ET V7. A. vient de voir, que la
cause de la vivacité des objets et un mouvement de vibration extrêmement
rapide ; dont les moindres particules sont agitées dans leurs surfaces, &
que la fréquence de ces vibrations en: détermine la: couleur. Il en est de
même, soit que ces particules soient agitées par une force intrinsèque,
comme dans les corps lumineux, ou qu'elles reçoivent leur agitation d'une
illumination, ou d'autres rayons, dont elles sont éclairées , comme dans les
Corps opaques. Or si ce où la rapidité des -vibrations dépend de l'
accroissement de ces particules & de leur nombre: comme la rapidité des vibrations
d'une 'corde dépend de son accroissement & de sa tension; ainsi, tant que les
particules d'un corps 'conferment le même ressort, 'elles représenteront la
même couleur, comme les feuilles d'une plante confèrent une couleur
verte, tant- qu'elles' sont fraîches, 'mais dès,qu'elles commencent à se
fermer, le changement du ressort, qui: en est la cause ,

D'ALLEMAGNE. 129 caule, produit auili une couleur diférente. J'ai déjà eu l'honneur d'entretenir V. A, là-dellus, & je vais lui expliquer le phénomèné univerel, pourquoi le ciel nous paroît bleu de jour ? En confidérant ce phénomène groflièrement , il nous paroît qu'il y ait là-haut une voure prodigieufe teinte de couleur bleue , comme les peintres réprésentent le ciel {ur un plat-fond. Je n'ai pas beloin de défabufer V. A. fur ce préjugé, un peu de réflèxion fufht, pour comprendre que le ciel n'eft point une voute bleue, à laquelle les étoiles foieut affichées comme des clous lumineux. V. À. eft plutôt convaincue, que les étoiles font des corps immendes, qui font à des diftances très-éloignées de nous, & qui fe meuvent librement dans un efpace prefque vuide, ou qui n'eft remplique de cette matière fubtile, qu'on nomme lether. Et je démontrerai à V. À. que la caufe de ce bieu du ciel doit être cherchée dans notre atmolf: phere, en tant qu'elle n'eft pas parfaitement tranfparente. S'il étoit poffible de s'élever toujours plus haut, au-deflus de la furface de la terre, l'ait deviendrait d'abord de plus en plus rare, enfuite il ne {eroit plus propre à entretenir notre refpiration, & {e perdrait enfin tout-a-fait, alors on fe trouveroit dans l'é: ther pur. Auili le:mercure, dans le barome: tre, en montant {ur de hautes moutagnes, defcend-il de plus en plus, l'atmofphère deve. nant plus légère; on remarque alors auili, que cette .couleur. bleue brillante du ciel devient

Tom. L | Î

130 LETTRES A UNE PRINCESSE plus foible; & fi l'on pouvoit monter jufques dans Péther pur, elle s'évanouiroit tout-à-fait ; en regardant en haut on n'y verroit rien du tout, & le ciel paroîtroit noir , comme de nuit. Car, ou nul rayon de lumière ne parvient juf, qu'à nous, tout nous paroît noir. On a donc Mr railon de demander pourquoi le ciel nous - paroît bleu? Ce phénomène ne pourroit pas avoir lieu, fi Pair étoit du milieu parfaitement tranfparent comme léther, nous ne recevriions alors d'en-haut. d'autres rayons que ceux des étoiles, mais la clarté du jour eft fi grande, que la petite lumière des étoiles nous devient infenfible ; comme V. A. ne verroit pas la flamme d'une bougie pendant le jour, lorfqu'elle WE eit affez éloignée, pendant que la même flamme paroît de nuit fort brillante à des diftances || beaucoup plus grandes encore. Ce qui prouve clairement, qu'il faut chercher la caufe du bleu du ciel dans le défaut de la tranfparence de Pair. L'air eft chargé de quantité de petites particules, qui ne {ont pas tout-à-fait tranfparentes, mais qui, éclairées par les rayons du {oleil, en recoivent un mouvement de vibration, qui produit de nouveaux rayons propres à ces particules; ou bien ces particules font opaques, & étant éclairées nous deviennent vifibles elles -mêmes. Or la couleur de ces particules eft bleue, & voilà l'explication du phénomène ; c'eft que l'air contient quantité de petites particules bleues; ou l'on peut dire, que les plus petites particules font bieuâtres,

D'ALLEMAGNE: 131 mais d'un bleu extrêmement délié, qui ne devient fenfible que dans une mañle.d'air énorme. Ainfi nous n'appercevons rien de ce bleu dans une chambre; mais quand tous les rayons bleuâtres de toute l'atmofphère pénètrent à la fois dans nos yeux, quelque déliée que foit la : couleur de chacun, leur totalité peut produire : une couleur très-foncée. Cela fe confirme par un autre phénomène , qui ne fera pas inconnu à V. À. En regardant de près une forêt elle paroît bien verte, mais quand on s'en éloigne, ellé paroitra toujours plus bleuâtre. Les forêts des montagnes du Härtz, qu'on voit à Magdebourg, paroiffent aflez ne - quoiqu'en les regardant de Halberftadt, elles foient vertes: la grande étendue de lair entre Magdebourg & ces montagnes en eft la railon: Quelque déliées ourares que foient les particules bleuatres dé l'air, ily ena une très-grande quantité dans cet intervalle; dont les rayons entrent conjointèement dans les yeux; & y repréfentent parconléquent une couleur bleue, afez foncée. Nous remarquons un phénomène femblable dans un brouillard; 'où Pair elt chargé de quantité de particules paques ; :qui font blanchatres. En neoregardant qu'à une petite diftance, à peine s'apperceoit-on du brouillard; mais-lorfque la diftance eft grande, la couleur blanchâtre devient très- fenfible, & même au point qu'on ne voit plus rien à travers. L'eau de la mer paroît verte à une certaine profondeur, mais elle eftaflez: claire quand on remI 2

LI 132 LETTRES À UNE PRINCESSE plit un verre. La raifon eft vifiblement la même. Cette eau elt chargée de quantité de particules verdâtres, dont une petite quantité ne produit aucun effet fenfible ;: rhais dans une grande étendue, quand ou regarde dans la profondeur, tant dè rayons verdâtres joints enfemble produilent une couleur foncée. 4e 27 de Juillet 1760. EEE TREXXXITE E'anT que les rayons, caufés par la vibration rapide des moindres particules d'un corps, {e meuvent dans le même milieu tranfparent, ils con{erveitt la même direction, ou fe repandent en tout {ens felon des lignes droites. On fe repréfente ces rayons comme ceux d'un cercle, ou plutôt d'une fphère, qui, partant d'un centre, s'étendent vers la circounférences &:ic'eit à caule de cette reflemblance, qu'on fe fert du même nom de rayon, quoiqu'à proprement parler, la lumière ne confifte pas en des lignes, mais en des vibrations très-rapides, qui fe continuent felon des lignes droites: &; par cette raifon, on peut envifager la lumière comme des lignes droites: {ortant du point lumineux en tout {ens. Soit C Tab. I. fig. 11. un point lumineux, qui répand la lumière en tout fens. Que V. A. .*

eo an D D'ALLEMAGNE. 133 se représente deux sphères
 décrites autour, du centre C, & la lumière, qui se répand par la surface de
 la petite sphère abde, sera aussi répandue par la surface de la grande
 sphère ABDE. Il faut donc que la lumière, sur la grande sphère ABDE, soit
 plus faible & plus faible que sur la petite abde, d'où l'on comprend que l'effet
 de la lumière doit être d'autant plus petit qu'on est plus éloigné du point
 lumineux. = Si nous supposons que le rayon de la grande sphère est le
 double de celui de la petite, la surface de la grande sphère sera deux fois deux,
 ou quatre fois plus grande. Donc, puisque c'est la même quantité de lumière
 qui est répandue par la surface de la grande sphère & par celle de la petite,
 il s'en suit que la lumière, à une distance double, est quatre fois plus faible; à
 une distance triple, 9 fois; à une distance quadruple, 16 fois & ainsi de
 suite; or 9 est 3 fois 3, & 16 est 4 fois 4: donc à une distance 10 fois plus
 grande, la lumière est 10 fois 10. c'est-à-dire, 100 fois plus faible. Si nous
 appliquons cela à la lumière du soleil, nous apprenons, que si la terre étoit
 deux fois plus éloignée du soleil, la lumière ou la clarté du soleil devien-
 droit quatre fois plus faibles & si le soleil étoit 100 fois plus éloigné de
 nous, la clarté feroit 100 fois 100, c'est-à-dire, 10000 fois plus petite. Si
 nous supposons donc, qu'une étoile fixe soit aussi grande & aussi lumineuse
 que le soleil, mais qu'elle soit 400,000 fois plus éloignée

> : Vite 134 LETTRES À UNE PRINCESSE / : ., À gnce de nous que le foleil, fa lumiere fera 400,000 fois 400,000 ou bien 160,000,000,000 fois plus foible que celle du foleil: d'où l'on voit que la lumière d'une feule étoile fixe n'est rien par rapport à celle du foleil; & c'est pourquoi nous ne voyofs point les étoiles pendant le jour, une petite lumière s'évanoufflant tou: JU s auprès d'une autre incomparablement plus brillante. Il en est de même des chandelles & de tous les corps lumineux, qui nous fournif fent d'autant moins de clarté, qu'ils font plus éloignés de nous ; & V. À. aura déjà remarqué | que, quelque forte que soit une lumière, fa clarté ne {uffit plus pour lire dans un livre fi lon s'en éloigne beaucoup; & il est encore une autre circonstance liée étroitement avec | celle que je viens de rapporter, favoir, que HULL à même objet nous paroît plus petit, quand | 1 est plus éloigné de nous. Un géant, à une ne diffance , se paroît pas plus grand qu'un nain de près. Pouren mieux juger on a égard | a des angles. | Ainfi fuppofons, Tab. I. fig. 12. que AB soit un objet, par exemple un homme, & qu'un œil le regarde du point €. On tire de ce point des lignes droites 4 C' & BC, qui repréfentent les rayons extrêmes qui parviennent de l'objet dans l'œil, @& lon nomme l'angle formé en C, l'angle viluel de l'objet vu en €. Si lon fegardoi t le même objet plus près en D, l'angle viluel D feroit {ans - doute plus gra ands, d'où l'on voit, que plus le même objet est éloigné,

D'ALLEMAGNE. | 135 plus fon angle vifuel eft petit; & plus il nous approche , Plus angle vifuel devient grand. Les aironomes melurent tres -{oig neufeinènt les angles vifuels, fous lefquels nous voyons les corps celestes, & ils trouvent que l'angle viluel | du foleil furpañle tant foit peu la moitié d'un degré. Si le foleil étoit deux fois plus éloigné de nous, {on angle vifuel fe réduiroit à la moitié; d'où il ne {eroit pas furprenant qu'il nous fournit quatre fois moins de clarté. Et fi le foleil étoit 400,000 fois plus éloigné de nous, fon angle vifuel deviendrait autant de fois plus petit, & ne paroïtroit pas plus grand qu'une étoile. Il faut donc bien diftinguer la grandeur vue d'un objet, de fa véritable grandeur + la grandeur vue ou apparente elt toujours un angle plus ou moins grand, {elon qu'il eft plus où moins proche de nous. Ainfi la me du foleil apparente en vue eft un angle d'environ un demi degré, pendant que fa véritable grandeur furpañle plufieurs fois la terre tout entière; car le foleil étant un globe, on eftime fon diamètre de 172000 milles d'Allemagne, pendant que le diamètre de la terre n'eft que de 1720 milles. le 29 Juillet. 1760.

(136 LETTRES À UNE PRINCESSE BEF: ER XXI V. | C'e que j'ai eu l'honneur de propofer à V. A. fur le phénomène de la vilion, appartient à optique , qui elt une partie des mathématiques & qui tient auffi un rang fort confidérable dans Ja phyfique. Outre les couleurs, dont j'ai tâché d 'expliquer la nature, on y:traite la doctrine de l'angle vifuel; &. V. À: aura déjà remarqué, que le même objet peut être vu, tantôt {ous un grand angle viluel, tantôt fous un petit, {cion qu'il eft proche, ou éloigne de nous. Je dis de plus, qu'un petit objet peut être vu fous le même angle qu'un grand, lorfque ce| lui-là eft fort pres & celui-ci fort 'éloigné : on {A peut tenir une afliette de manière qu'elle nous couvre le foleil tout entier; vu qu'une aflette d'un demi-pied, à une diftance de \$4 pieds, nous couvre exactement le foleil & eft vue fous le même angle vifuel que le foleil; or quelle pro: digieufe Se entre Ja mandedr d'une affiette & celle du foleil? La pleine lune nous paroît à-peu-pres fous le même angle vifuel que le faleil, & par conféquent à-peu-près | auf grande, quoique le foleil fait beaucoup | plus grand que la lüne; mais il faut confidé| rer, que le foleil eft près de 400 fois plus éloi| ont de nous que la lune. % angle vifuel eft un article d'autant plus im jdaht en optique, que les images, don les

D'ALLEMAGNE. 137 objets se peignent sur le fond de l'œil, en dépendent. Plus l'angle visuel est grand ou petit, plus l'image peinte au fond de l'œil est grande ou petite. Et comme nous ne voyons les objets hors de nous, qu'autant que leurs images sont peintes sur le fond de l'œil, elles constituent l'objet immédiat de la vision ou de la sensation. Donc une image représentée sur le fond de l'œil ne nous donne à connaître que trois choses : Premièrement la figure & les couleurs nous portent à juger, qu'il y a hors de nous un objet semblable; d'une telle figure & de telle couleur; en second lieu, la grandeur nous fait connaître l'angle visuel sous lequel objet nous paraît; & enfin la place sur le fond de l'œil nous fait sentir en quelle direction l'objet se trouve hors de nous, à gauche ou à droite, en haut ou en bas, ou bien nous en connaissons la direction d'où les rayons viennent dans nos yeux: C'est dans ces trois choses que toute la vision est contenue, & nous ne sentons que 1°. la figure avec les couleurs, 2°. l'angle visuel ou la grandeur apparente, & 3°. la direction ou le lieu vers lequel nous jugeons que l'objet existe. Or la vision ne nous découvre rien ni sur la véritable grandeur des objets, ni sur leurs distances! Quoiqu'on s'imagine souvent de voir la grandeur & la distance de quelque objet, ce n'est pas un acte de la vision, mais du jugement; les autres sens, & une longue habitude nous mettent en état de juger à quelle distance un objet se trouve.

13\$ LETTRES À UNE PRINCESSE trouve de nous. Mais cette faculté ne s'étend qu'aux objets qui nous font assez proches. Des qu'ils font fort éloignés, notre jugement n'a plus lieu, & finous voulons en hasarder un nous | faisons pour l'ordinaire un grand écart. Ainsi personne ne peut dire qu'il voye la grandeur ou la distance de la lune, & quand le peuple s' imagine que la lune est égale à un fromage de Suifle, ce n'est pas la vision qui en est cause, mais un jugement fort trompeur; & par | une suite de cette erreur il juge la distance de | la lune moindre peut-être que d'ici à Charlot| tenbourg. Il est donc certain, que les yeux, | ou la seule vision, ne décident rien sur la distance & la grandeur des objets. On allègue [LR là dessus l'exemple très-remarquable d'un homme né aveugle, auquel on a procuré la vue AUS par une opération, lorsqu'il étoit dans un âge assez déjà avancé. Cet homme fut d'abord ébahi ; il ne distingua rien {ur la grandeur & la distance des objets, tous lui parurent si proches qu'il les vouloit toucher; il lui fallut bien du tems & un long exercice, avant qu'il parvint {ll au véritable usage de la vue; il lui fallut un | long apprentissage, celui que nous faisons pendant la plus tendre enfance, & dont nous ne nous souvenons plus. Nous avons appris par cet exercice qu'un objet nous paroît distinct & plus clair lorsqu'il est plus près de nous, & nous jugeons de-la réciproquement, qu'un objet, qui nous paroît fort clair & fort distinct, est près de nous; & quand il nous paroît obscur

D'ALLEMAGNE, | 139 eur & peu diftint, nous le jugeons éloigné. C'est ainfi que les peintres favent nous faite apercevoir fort clairement & diftinétement, fur les tableaux, les objets que nous devons juger proches, & obfcurement, ceux que nous devons juger éloignés, quoique les uns & les autres loient à la même diftance de nous. Auf réuilifient-ils fi parfaitement que nous jugeons prèsque, que des objets que nous voyons fur un beau tableau, les uns font beaucoup plus éloignés que les autres. (Cette illufion ne pourroit pas avoir lieu, fi c'étoit la vifion qui nous découvrit la véritable diftance & la grandeur des objets. le 1 d'Aot 1760. PER CEAESSES LE TT KR Er XX XV 7. À, vient de voir, que la vue feule ne nous découvre rien ni fur la véritable grandeur des objets, ni fur leur diftance; & que tout ce que nous nous imaginons voir, tant de la grandeur, que de la diftance de quelque objets et l'effet de notre jugement, & non du fens de la vifion. Il faut bien diffinguer ce que les fens nous repréfentent, de ce que nous y ajoutons par notre jugement, en quoi nous nous trompôns très-fouvent. Piufiet ITS philofophes, qui ont harangué contre la ; af Lili Lens 4 — : { 1 : tm { € = = \

Les. 140 LETTRES À UNE PRINCESSE tefle de nos fens, & voulu prouver par-là l'incertitude de toutes nos connoiffances, (cette fete eft nommée le Scepticifme ou le Pyrrhonifme) confondent les propres repréfenta| tions de nos fens avec notre jugement. Ils | difent : nous ne voyons pas le foleil plus grand qu'un baflin, quoiqu'il foit infiniment plus grand; donc le fens de la vue nous trompe; donc tous les fens nous trompent; au moins ne fauroit-on s'y fier; donc toutes les connoïffances que nous acquérons par le | moyen des fens font incertaines & probable| ment _faufles; donc nous ne favons rien de certain. Voilà le raifonnement de ces grands philofophes fceptiques, qui fe vantent tant de leur efprit, quoiqu'il n'y ait rien de fi aile que de dire que tout eft incertain, & que le : plus grand ignorant puifle reuflir très-heureu{ement dans cette fublime philofophie. Mais il eft faux que la vue ne nous repréfente pas le foleil plus grand qu'un baflin; elle n'y décide abfolument rien ; ce n'eft que notre jugement qui nous trompe. Cependant quand les objets ne font pas fort éloignés de nous, nous ne nous y trompons guères, & les autres fens, joints au degré de clarté dont nous voyons un objet, rendent notre jugement aflez certain fur {a grandeur & fa diffance. Or des | que nous établiflons par notre jugement la | diffance d'un objet, nous formons auffi celui de fa véritable grandeur, fachant que la gran| deur apparente eft d'autant plus grande, que

D'ALLEMAGNE. I41 Vobjet est plus proche de nous. De-à, plus nous jugeons un objet éloigné, plus nous le estimons grand, & réciproquement, plus nous le jugeons proche, plus nous l'estimons petit. Lorsqu'il arrive qu'une mouche passe tout près de nos yeux, & que par quelque distraction nous la jugeons fort loin, nous la prenons pour une aigle; mais dès que nous revenons pour ainsi dire à nous mêmes, & que nous nous avifons que l'objet étoit proche de nous, nous reconnoissons la mouche. La raison en est, que l'angle* visuel d'une mouche proche peut être aussi grand que celui d'une aigle éloignée; & que l'image au fond de l'œil est la même. Il y a encore un autre phénomène très-bien connu de tout le monde, & qui a occasionné bien des disputes parmi les savans, dont il est à présent aisé de donner l'explication. Tout le monde juge la pleine lune, pendant qu'elle se lève, plus grande que lorsqu'elle est déjà montée assez haut au ciel, quoique l'angle visuel & la grandeur apparente soient les mêmes. y Aussi le soleil en se levant ou se couchant, paroît-il à tout le monde plus grand qu'à midi; quelle est donc la raison de ce jugement si général & si trompeur? C'est sans doute, qu'on juge le soleil & la lune à l'horizon plus loin de nous, que lorsqu'ils sont déjà élevés: mais pourquoi juge-t-on de cette sorte? On répond ordinairement que, lorsqu'ils sont à l'horizon, nous apercevons beaucoup d'objets entre eux & nous,

142 LETTRES À UNE PRINCESSE qui nous femblent
augmenter l'éloignement ; au lieu que quand le foleil ou la lune font fort
élevés nous ne voyons rien entr'eux & nous, & partant nous les jugeons plus
près de nous. Je ne fais pas fi ce dénouement fatisfiera V: À. On peut objeer,
qu'une chambre vuide paroît plus grande qu'une autre fort garnie de
meubles, quoiqu'elle foit de la même grandeur : donc plufieurs chofes vues
entre: un objet & nous, ne produifent pas toujours l'effet, de nous faire juger
cet objet plus éloigné. J'efpere que V: À. trouvera celle-ci meilleure. Que le
cercle Tab. I. fig: 13: À repréfente toute la terre, & le cercle ponétuéé
l'atmosphère ou l'air dont la terre eft entourée, & que nous nous trouvions
au lieu 4. Cela pofé, fi la lune eft à l'horifon, les rayons parviennent à nous
par la ligne BA, fi elle elt au-deflus de nous, les rayons viennent {elon la
ligne C4. : Dans le premier cas, les rayons traverlent dans notre atmosphère
:le grand efpace BA, & dans l'autre cas, le petic elpace CA Or V. À. fe
louviendra que les rayons de lumière qui pañlent par un milieu: tranfparent
perdent d'autant plus de leur force , que le trajet eft long. Donc l'atmosphère
ou Pair étant un milieu tranfparent, le rayou BA perd dans {on pañlage
beaucoup plus de fa force, que le rayon C4. * D'où il s'enfuit en général,
que tous les corps céleſtes paroillent beaucoup moins brillans dans lPho

D'ALLEMAGNE. 143 rion, qu'au-deflus de nous. Nous pouvons même regarder directement dans le fojeil, lorfqu'il elt à l'horilan; mais dès qu'il monte à une certaine hauteur, nos yeux ne fauraient plus foutenir {on éclat. Je conclus de-là que la lune paroît plus foible à l'horifon qu'étent élevée. Or V. A. fe fouviendra de la raïon des peintures, que le même objet nous paroît plus éloigné lorfque fa lumière eft affoiblie; donc la lune étant à l'horifon doit nous paroître plus éloignée qu'à quelque hauteur. La conféquence elt donc manifefte, que puifque nous jJugeons la diftance de la lune plus grande à l'horion, nous devons aufli juger la lune même plus grande; &, en général, toutes les étoiles étant près de Paorifon nous paroiffent plus grandes, puifque nous les eftimons plus éloignées. LP DLE TR ES EX ENT. Ja eu l'honneur d'expofer à:V. À. prèsque tout ce qu'on elt accoutumé de traiter en optique. Il ne refte plus qu'un feul article fur l'ombre. V. À. connoît déjà trop: bien ce qu'on nomme l'ombre, pour que j'aie befoin de m'y arrêter beaucoup: : L'ombre fuppole toujours deux chofes:: un corps lumi

> — = ? he. — 144. LETTRES À UNE PRINCESSE neux, & un corps opaque qui ne tranismet point les rayons de lumière. Le corps opaque empêche donc, que les rayons d'un corps lumineux ne parviennent en certains lieux, derrière lui; & ces lieux où les rayons ne parviennent point, constituent ce qu'on appelle l'ombre du corps opaque, ou, ce qui revient au même, l'ombre comprend tous les lieux d'où l'on ne fauroit voir le corps lumineux, puisqu'il intercepte les rayons. ?*° : Soit Tab. I. fig. 14. À une lumière Y & BCDE un corps opaque. Qu'on tire les rayons extrêmes ÂABM, ADN, qui touchent le corps opaque ; il est évident, qu'aucun rayon de la lumière À ne fauroit pénétrer dans l'espace MBEDN ; & en quelque lieu, comme O0, de cet 'espace que {e trouve un œil, il ne verra pas la lumière. C'est cet espace, qui est l'ombre du corps opaque, & l'on voit que cet espace s'élargit de plus en plus, & que cette ombre s'étend à l'infini. Mais si la lumière, elle-même est d'une grande étendue, la détermination de l'ombre est un peu différente. On a trois cas à considérer ; le premier, quand la lumière est plus petite que le corps opaque; le {econd, quand elle lui est égale, & le troisiéme, quand elle est plus grande. Le premier cas est le même que nous venons d'envisager, où la lumière étoit plus petite que le corps opaque. Le {econd est représenté Tab. I. fig. 15, où le

D'ALLEMAGNE. | 14\$ le corps lumineux, Z est de même grandeur que le corps opaque BCED. Qu'on tire les derniers rayons. ABM, AEN, qui touchent le corps: & tout l'espace MBEN fera l'ombre; & partout, dans cet espace, il fera impossible de voir le corps lumineux. On voit de plus, que les lignes BM & EN sont parallèles, & que l'ombre s'étend à l'infini, conservant par tout la même largeur. Pour le troisième cas Tab. I. fig. 16., où le corps lumineux 44 est plus grand que le corps opaque BCED, les derniers rayons qui touchent ABO & AEO, concourent ensemble en O, & l'espace de l'ombre BOE devient borné, étant pointu en O. Cette figure est nommée conique, & on dit, que l'ombre, dans ce cas, est conique. Ce n'est que dans cet espace, où la lumière ne fauroit pénétrer, & où il est impossible de voir le corps lumineux. À ce troisième cas appartiennent les ombres des corps célestes, qui sont beaucoup plus petits que le corps lumineux, savoir le soleil, qui les éclaire. Nous trouvons encore ici un sujet digne de faire admirer la sagesse du créateur.* Car si le soleil étoit plus petit que les planètes, leurs ombres ne seroient pas terminées, mais elles s'étendroient à l'infini, ce qui priveroit des espaces immenses de l'avantage d'être éclairés du soleil. Mais le soleil surpassant tant de fois les planètes, leurs ombres sont renfermées dans de si petits espaces, d'où la lumière du soleil est exclue. C'est Tom. I. K

146 LETTRES À UNE PRINCESSE ainfi que la terre & la lune jettent leurs ombres coniques; & il peut arriver. que k lune fe plonge dans l'ombre de la terre, ou touta-fait, ou en partie. Quand cela arrive, on dit que la lune eft éclipfée, ou entièrement où en partie. Dans le premier cas, on lappelle éclipse totale, dans l'autre, éclipse partielle de lune. La lune jette auffi fon ombre, mais elle eft plus petite que celle de la terre; cependant il peut arriver que l'ombre de la lune s 'étende jufqu'a la terre, & alors ceux qui font privés de la lumière du foleil, {ouffrent une éclipse du foleil. Ainfi une éclipse du foleil :a lieu; quand la lune eft caufe que nous ne voyons pas le foleil, tout entier ou en partie. De nuit nous ne voyons plus le {oleil, quoiqu'il ny ait point d'éclipse; mais nous nous trouvons alors dans RS même de la terre, ce qui Ca uie pour nous la plus grande obfcuredé. Jufqu'ici nous n'avons confidéré que les cas où Les rayons de lumière font tranfmis par des lignes droïtes, ce qui fait l'objet de l'optique. . Or j'ai déjà remarqué que les rayons de lumière font quelquefois réflèchis, & quelquefois rompus ou réfrâétés. V. A, 1e {ouviendra que, lorfque les 'rayons tombent {ur une furface bien polie, comme celle d'un miroir , ils en font réflèchis; & lorfqu'ils pañlent d'un milieu tran{parent dans un autre, ils y fouffrent une réfraction, & font quiaf? rompus.-:-De-la naiffent deux autres fciences. Celle qui confidère la. vilion- qui fe fait par NM

D'ALLEMAGNE. | 147 des rayons réfléchis, est nommée catoptrique; & celle qui se fait par des rayons rompus, ou réfractés, est nommée dioptrique, pendant que l'optique explique la vision qui se fait par des rayons directs. J'aurai donc l'honneur de proposer à V. A. le précis de ces deux sciences, la catoptrique & la dioptrique; puisqu'elles renferment des phénomènes qui se présentent tous les jours, & dont il est fort important de savoir la cause & les propriétés. Tout ce qui regarde la vision est sans-contredit l'objet le plus digne de notre connoissance. le \$ AoÂt 1760. ET TRE XX XVII LA catoptrique s'occupe de la vision qui se fait par des rayons réfléchis. Lorsque les rayons tombent sur une surface bien polie, ils en sont réfléchis, en sorte que les angles de part & d'autre sont égaux entr'eux. Pour mettre cela dans tout son jour, soit Tab. I. fig. 17. AB la surface d'un miroir ordinaire, & P un point lumineux, dont les rayons PQ, PM, Pm, tombent sur le miroir. Parmi tous ces rayons, soit PQ celui qui tombe perpendiculairement sur le miroir, & qui a cette propriété sur tous les autres, qu'il est réfléchi sur lui-même, suivant QP; de même n 2 En ne ,

LM 6nd £& \ (il. 148 LETTRES À UNE PRINCESSE que fut un
 billard, quand on pousse une bille perpendiculairement contre une bande,
 elle en est repoussée par le même chemin. Or tout | autre rayon, comme PM,
 est réfléchi sur la ligne MN, en sorte que l'angle AAN soit égal à l'angle
 BAMP, ou il faut remarquer, que le rayon PM est nommé le rayon incident,
 & MN le rayon réfléchi. De la même manière, au rayon incident P#7,
 répondra le rayon réfléchi #1n3 & par conséquent, à cause de la réflexion,
 le rayon PAS est continué par la ligne MN, & le rayon Py, par la ligne #17,
 en sorte qu'on a l'angle AMN égal à BAP, & l'angle AR égal à Bin? ;
 laquelle propriété | est énoncée en sorte qu'on dit, que l'angle de (réflexion
 est toujours égal à celui d'inci| dence. J'ai déjà eu l'honneur de faire remar|A
 quer cette belle propriété à V. À. mais je ferai voir à présent quels
 phénomènes doivent en résulter dans la vision. D'abord il est clair, qu'un œil
 étant placé en N, recevra du point lumineux P le rayon réfléchi AN ;
 ainsi le | rayon qui y excite le sentiment, vient dans || la direction MN, de
 même que si l'objet P se trouvoit quelque part sur la ligne NA; d'où il
 s'en suit que l'œil doit voir l'objet P dans la direction NM. Pour nous
 éclaircir mieux là: dessus, il faut recourir à la géométrie, & V. À. se
 rappellera avec plaisir les propositions sur lesquelles est fondé le
 raisonnement suivant. Qu'on prolonge le rayon perpendiculaire PQ derrière
 le miroir, jusqu'en R; de

D'ALLEMAGNE. 149 forte que QR soit égal PQ , & je ferai voir, que tous les rayons réfléchis AN & mn , étant prolongés en arrière, se réunissent dans ce point. Car considérant les deux triangles PQM , & RQM , ils ont d'abord le côté QM commun; ensuite le côté QR est égal au côté PQ , & enfin, puisque l'angle PQM est droit, son angle de fuite RQM sera aussi droit. Donc ces deux triangles, ayant deux côtés égaux avec l'angle intercepté, seront aussi égaux, & partant l'angle PMQ sera égal à l'angle RQ . Or l'angle AMN étant opposé par la pointe à l'angle RMQ , lui est égal; il sera donc aussi égal à l'angle PMQ ; qui est l'angle d'incidence; ainsi l'angle $AA'N$ sera l'angle de réflexion, comme la nature de la réflexion l'exige. . De la même manière, on voit que le rayon réfléchi #2, étant prolongé, passe aussi par le point R ; donc tous les rayons du point P , qui sont réfléchis du miroir, tiennent: précisément la même route que s'ils venoient du point R , & produisent par conséquent dans l'œil le même effet que si l'objet P étoit effectivement placé derrière le miroir en R , ce point le trouvant sur la perpendiculaire PQR , autant derrière le miroir, que l'objet P est en avant. De-là V. A: comprend à présent très-distinctement, pourquoi les miroirs représentent les objets derrière eux; & pourquoi nous y voyons tous les objets de la même manière que si ces objets se trouvoient derrière le miroir, & cela à une distance égale à celle dont K 3

rSQ LETTRES À UNE PRINCESSE ils se trouvent devant le
 miroir. C'est ainsi que le miroir transporte presque les objets dans un autre
 lieu, sans en changer l'apparence. Pour distinguer cet objet apparent dans le
 miroir, du véritable, on nomme l'objet apparent l'image, & on dit que les
 images représentées par les rayons 'réfléchis' se trouvent derrière le miroir.
 Cette dénomination sert à distinguer mieux les objets réels de leurs images
 que les miroirs nous représentent; & les images que nous voyons dans les
 miroirs, sont parfaitement égales & semblables aux objets, à l'exception,
 que ce qu'il y a dans l'objet à gauche, paraît dans l'image à droite, &
 réciproquement. Ainsi un homme qui porte l'épée à gauche paraît dans le
 miroir portant l'épée à la droite. Par ce que je viens de dire, il est toujours
 aisé d'assigner l'image d'un objet quelconque derrière le miroir. Car Tab.
 IL. fig. 1. AB étant un miroir, & EF un objet, qui soit une flèche : Qu'on tire
 des points A & F des perpendiculaires EG & FH sur la surface du miroir, &
 qu'on les prolonge en e & f, de sorte que $EG = eG$ & $FH = fh$, & l'image
 sera ef, laquelle sera égale à l'objet EF, puisque la figure quadrilatère GEFH
 est à tous égards égale à GEFH. On doit encore comprendre, que, quand
 même on retrancheroit du miroir une partie comme CB, de sorte que AC fût
 le miroir, l'image ef n'en fera point changée.. Et par NS.

D'ALLEMAGNE. TSI conféquent, quand le miroir n'est pas assez grand pour que les perpendiculaires EG & FH y puissent tomber, il faut concevoir que le plan du miroir soit continué, comme on continue les lignes dans la géométrie, lorsqu'on veut tirer des perpendiculaires. Or ce que je viens de dire ne regarde que les miroirs ordinaires, dont la surface est parfaitement plane. Les miroirs convexes. & concaves produisent des effets différents. le 7 d'Août 1760. LETTRE XXXVIII. 3 OUT ce qui regarde la réflexion des rayons se réduit comme- V. 'A. vient de le voir, à deux choses, dont l'une est le lieu de l'image que les rayons réfléchis représentent, & l'autre le rapport de l'image à l'objet. Dans les miroirs ordinaires où plans, le lieu de l'image est derrière le miroir, à une distance égale à celle de l'objet qui se trouve devant le miroir; & l'image est égale & semblable à l'objet. C'est à ces deux choses qu'il faut avoir égard, lorsque le miroir n'est pas plané, mais que sa surface est convexe ou concave, car alors l'image est ordinairement très-défigurée. V. A. aura déjà observé qu'un PSE regarde dans une cuillère bien polie, soit dans la surface K 4 suivante

152 LETTRES À UNE PRINCESSE intérieure Concave, foit dans l'extérieure convexe, on voit fon image fort défigurée; une boule d'argent bien polie repréente aflez bien les objets. mais plus petits. : Si la surface intérieure de la boule est bien polie, les objets y paroissent plus grands, supposé qu'ils n'en soient pas trop éloignés; car les mêmes objets pourront y paroître aussi plus petits & renversés, si on les éloigne du miroir. Il est inutile de prendre une boule entière, une partie quelconque de la surface produit le même effet. - Ces miroirs sont nommés sphériques, & il y en a de deux espèces, des convexes & de concaves, selon qu'ils sont tirés de la surface extérieure ou intérieure de la sphère. Ces miroirs se font du mélange de quelques métaux, susceptibles d'un bon poli, au lieu que les miroirs-planes sont faits d'une table de verre, & couverts d'un côté de mercure préparé, pour procurer la réflexion des rayons. Je commence par les miroirs convexes. Soit Tab. II. fig. 2: ACB un miroir, appartenant à une sphère dont le centre soit en G. Si l'on place devant ce miroir un objet à une grande distance en E, son image paroitra derrière le miroir en D, qui est au milieu du rayon de la sphère CG; & cette image fera autant de fois plus petite que l'objet, que la ligne CD est plus petite que la distance de l'objet CE., Si l'on approche l'objet E du miroir, son image s'y approchera aussi. Tout cela se démontre par la géométrie, supposant Vie.

D'ALLEMAGNE. 153 qu'un rayon incident quelconque EM est réfléchi enforte selon AN, que l'angle BMN soit égal à l'angle CME. Ainsi quand l'œil est en N, recevant le rayon réfléchi AN, il verra l'objet E selon la direction NA dans le miroir en D; ou bien D fera l'image de l'objet situé en E, mais qui sera plus petite. Il est aisé de voir, que plus la sphère, dont le miroir fait partie, est petite, plus aussi l'image en sera diminuée. Je passe aux miroirs concaves dont l'usage est très commun en plusieurs occasions. Soit Tab. IL. fig. 3. ACB un miroir, faisant partie d'une sphère dont le centre est en G, & GC un rayon. Concevons un objet en AE, fort éloigné du miroir, son image paroîtra devant le miroir en D, au milieu du rayon CG; car un rayon de lumière quelconque EM, qui tombe de l'objet E dans le miroir au point Af, y sera tellement réfléchi, qu'il passera par le point D; & lorsque l'œil est placé en N,; il verra l'image de l'objet en D; mais cette image sera autant de fois plus petite que l'objet; que la distance CD est plus petite que la distance CE. Et quand on approche l'objet du miroir, l'image s'en éloigne; l'objet étant placé au centre même de la sphère G, l'image se trouve aussi en G.- Si l'on approche l'objet jusqu'en D, l'image s'éloignera au-delà de E à l'infini, Mais si l'objet se trouve encore plus près entre C & D, l'image tombera derrière le miroir, & paroîtra plus grande que

154 LETTRES À UNE PRINCESSE l'objet. Lorfqu'on fe regarde dans un tel miroir, fe placant entre D & C, on y voit fon vifage d'une grandeur affreufe. Cela fe prou- ve par la nature de la réflèxion, en vertu de laquelle l'angle d'incidence EMA eft toujours égal à l'angle de réflèxion CAN. C'eft a cette efèce qu'il faut rapporter les miroirs ardens ; & tout miroir concave peut être employé à brûler. Cette propriété furprenante mérite d'être expliquée plus foigneufement. Soit Tab. IT: fig. 4: ACB un miroir concave, dont le centre elt G, & au lieu de Pobjet, doit le {oleil en E; fes rayons reflèchis repréfenteront l'image du foleil en D ; qui eft le milieu de CG: :Or la grandeur de cette image fera déterminée par les rayons extrêmes SC, SC. Cette image du foleil fera donc fort petite; & puifque tous les rayons du foleil qui tombent fur le-miroir ACB font reflèchis dans cette image, ils y {eront réunis, & auront d'autant plus de force, que l'image D fera plus petité que la furface du miroir, Or. les rayons du foleil, outre la force : d'eclairer, font doués de: cellé d'échauffer; d'où il s'enfuit, qu'il doit {etrouver en D un grand degré de chaleur; & quand le miroir eft affez grand, cette chaleur peut devenir plus forte que le feu le plus! violent. En effet, par le moyen de ce miroir on brûle dans: un infant tous les bois, :& on fond: même tous les métaux.: Ce n'eft que l'image du foleil qui produit ces eflets:furprenans. On nomme com

D'ALLEMAGNE. ISS munément cette image le foyer du miroir, qui tombe toujours au milieu, entre le miroir & son centre G: Il faut bien distinguer les miroirs ardents des verres ardents, qui feront bien connus de V. À. & dont j'aurai occasion de parler l'ordinaire prochain. le 9 d'Août 1760. L'ET TRE X XXCTX. #x AR YANT eu l'honneur d'explorer à V. A. les principaux phénomènes de la: catoptrique, qui résultent de la réflexion des rayons de la lumière, il me reste à parler de la dioptrique, où il s'agit de la réfraction des rayons, qui se fait lorsque les rayons passent par différents milieux transparents. Un rayon de lumière ne poursuit sa route en ligne droite qu'autant qu'il le trouve dans le même milieu. Dès qu'il entre dans un autre milieu transparent, il change de direction, plus ou moins, selon qu'il y tombe plus ou moins obliquement. IL n'y a qu'un seul cas, où il conserve sa route rectiligne, qui est, lorsque'il entre perpendiculairement dans l'autre milieu. Les instruments qu'on considère principalement dans la dioptrique, sont des verres tels qu'on met en usage dans les lunettes. & microscopes. Ces

156 LETTRES À UNE PRINCESSE verres {ont ronds comme les cercles, ayant deux faces. Tout revient à la figure de ces deux faces, qui est plane, convexe, ou concave: & la figure convexe, comme la concave, fait partie d'une sphère, dont il faut connoître le rayon, qui est presque la mesure de la convexité & de la concavité. (Cela remarqué, on a plusieurs espèces de verres dioptriques. La première espèce N°. I. Tab. II. fig. S. et celle où les deux faces sont planes. En coupant un cercle dans un miroir, on aura ce verre, qui ne change rien dans les objets. N°. II. a une surface plane & l'autre convexe; on nomme ces verres plano-convexes. La troisième N°. III. a une face plane & l'autre concave, & se nomme plano-concaves. La quatrième N°. IV. est celle où les deux faces sont convexes, on les nomme convexo-convexes. -La cinquième espèce No. V. a les deux faces concaves; on nomme ces Verres COHCAVO-CONCAVES. Les espèces N°. VI. & VII. ont une face convexe & l'autre concave; ces verres sont nommés mixtes. Tous ces verres se rapportent à deux classes, dont l'une renferme ceux: la convexité prévaut, comme No. I. IV. V. & l'autre où la concavité a le dessus: comme N°. II. III. VI. VII. Ceux-là sont nommés simplement convexes, & ceux-ci concaves.: Ces deux classes se distinguent par la propriété suivante. Soit Tab. II. fig. 6. AB un verre convexe, 40

D'ALLEMAGNE. 157 qu'on expose à un objet EF fort éloigné, dont les rayons GA, GC, GB, tombent sur le verre, & en y passant souffrent la réfraction, qui se fera en sorte que les rayons sortis du point G, se réunissent par la réfraction, derrière le verre en g. La même chose arrivera aux rayons qui sortent de chaque point de l'objet. Par cette altération, tous les rayons réfractés Al, Bm, Cn, poursuivront la même route que si l'objet étoit en egf, dans une renversée, & qu'il fût autant de fois plus petit que la distance- Cs est moindre que la distance CG. On dit donc qu'un tel verre représente l'objet EF derrière lui en ef, & on nomme cette représentation l'image, laquelle est par conséquent renversée & autant de fois plus petite que l'objet même, qu'elle est plus proche du verre que l'objet. Il est donc clair que, si le soleil tient lieu de l'objet, l'image représentée en ef fera celle du soleil; quoique très-petite, elle sera si brillante, qu'on ne sauroit la regarder sans être ébloui; car tous les rayons qui traversent le verre, se réunissent dans cette image, & y exercent leur double force d'éclairer & d'échauffer. La chaleur y est à-peu-près autant de fois plus grande, que la surface du verre surpasse la grandeur de l'image du soleil, qu'on nomme "son foyer ; d'où, si le verre est fort grand, on peut faire des prodiges par la force de la chaleur. Des matières combustibles, mises au foyer de ce verre sont brûlées dans un instant. Les mé

158 LETTRES A UNE PRINCESSE

taux y font fondus, & même vitrifiés; & l'on produit, par ces verres ardents, des effets beaucoup {upérieurs à tout ce qui peut le faire par le feu le plus violent. La raifon en eft la même que celle des miroirs ardents. Dans les uns & les-autres, les rayons du {oleil, répandus {ur la furface entière du miroir ou du verre , font réunis dans le petit efpace de l'image du foleil. La feule différence eit que, dans les miroirs, cette réunion {e fait par la reéflèxion, & dans les verres, par la réfraction. C'eft l'effet des verres convèxes, qui {ont plus épais au milieu qu'aux extrémités, tels que j'ai représentés No. IL IV. & VI. Et les verres des N°. III. V. & VIT qui font plus épais aux extrémités qu'au milieu, qu'on nomme fimplement concaves, produifent un effet contraire. Soit un tel verre ACB Tab. II. fig. 7. Si l'on expofe à une grande diftance l'objet EGF, les rayons GA, GC, GB, qui {ortent du point G; {ont tellement rompus par le verre.en /, mn, & n,; comme s'ils venoient du point g'; & un œil placé derrière le verre, comme en m, verra l'objet de la même manière que s'il étoit placé debout en egf, mais autant de fois plus petit, que la diftance CG furpañle la diftance Gs. Donc, comme les verres convèxes repréfentent l'image des objets fort éloignés derrière eux, les verres concaves la repréfentent devant eux; ceux là renverlée, & ceuxci debout. Or, dans les uns & dans les au

D'ALLEMAGNE. 159 tres, l'image est autant de fois diminuée,
 qu'elle est plus proche du verre que l'objet même. C'est sur cette propriété
 des verres, qu'est fondée la construction de tous les microscopes &
 télescopes ou lunettes. le 11 d'Août 1760. L'ECTMEEREESNIE Les verres
 convêxes me fournissent encore quelques remarques, que J'aurai l'honneur
 de proposer à V. À. Je parle ici en général des verres convêxes, qui sont plus
 épais au milieu qu'aux extrémités, soit que les deux faces soient convêxes,
 ou qu'une des deux soit plane & l'autre convêxe, ou même une concave &
 l'autre convêxe, mais que la convêxité surpasse la concavité, ou que
 l'épaisseur soit plus grande au milieu qu'aux extrémités. On suppose outre
 cela, que les faces de ces verres soient travaillées d'une figure circulaire, ou
 plutôt sphérique. Ces verres ont d'abord cette propriété, qu'étant exposés au
 soleil, ils présentent derrière eux un foyer, qui est l'image du soleil, douée de
 la double force d'éclairer & de brûler. La raison est que, tous les rayons qui
 partent d'un point du soleil, sont réunis par la réflexion du verre, dans un
 seul point, La même chose arrive, Le Foyer même —

Vies. 160 LETTRES À UNE PRINCESSE quelque autre objet qu'on expose à ce verre; il en présente toujours l'image qu'on voit au lieu de l'objet même. Tout cela deviendra plus clair par la figure suivante. Soit Tab. II. fig. 8. ABCD un verre convexe, devant lequel se trouve un objet EGF, dont il faudra de considérer les trois points E, G, F. Les rayons qui du point E tombent sur le verre, sont renfermés dans l'espace AEB; & dans la réfraction ils sont tous réduits dans l'espace eB , de sorte qu'ils sont réunis dans le point e . De la même manière les rayons du point G, qui tombent sur le verre, remplissent l'espace AGB, & ceux-ci sont réduits par la réfraction dans l'espace AzB , se réunissant au point y . Enfin les rayons du point F, qui tombent sur le verre dans l'angle AFB, sont rompus en sorte qu'ils se réunissent au point f . De cette manière on aura l'image egf , dans une situation renversée derrière le verre, & un œil placé derrière cette image, comme en O, sera affecté de la même manière que si l'objet se trouvoit en egf , renversé, & autant de fois plus petit, que la distance Dg est plus petite que la distance CG. Pour juger du lieu de l'image egf , il faut avoir égard tant à la nature du verre, qu'à la distance de l'objet. Pour le premier, plus le verre est convexe, c'est-à-dire, plus l'épaisseur du milieu CD surpasse celle des extrémités, plus l'image est proche du verre. Pour l'autre, il faut remarquer, que si l'on approche l'objet EF du

nn D'ALLEMAGNE. Ici du verre, l'image et s'en éloigne, & réciproquement. L'image ne fauroit {e trouver plus près du verre, que lorsque l'objet en est fort éloigné ; elle se trouve alors à la même distance que l'image du soleil, qu'on nomme le foyer du verre. Donc si l'objet est fort éloigné, l'image tombe dans le foyer même, & plus on approche l'objet du verre, plus elle s'en éloigne, & cela selon une règle démontrée dans la dioptrique, par le moyen de laquelle on peut toujours assigner le lieu de l'image pour toutes les distances de l'objet, pourvu qu'on connoisse le foyer du verre, ou la distance à laquelle tombe l'image du soleil où s'exerce la force de brûler. Or cette distance se trouve aisément par l'expérience. C'est de là qu'on tire la dénomination des verres; en disant, un tel verre a son foyer à la distance d'un pouce, un autre à la distance d'un pied, un autre à celle de dix pieds, & ainsi de suite. Les longues lunettes demandent des verres qui aient leur foyer à une grande distance & il est très-difficile de faire de tels verres, qui soient bons. J'ai payé autrefois 10 écus pour un verre qui avoit son foyer à la distance de 600 pieds, que j'ai envoyé à l'académie de Petersbourg ; & je suis bien persuadé qu'il ne valoit pas grande chose, mais on le vouloit à cause de la rareté. Pour faire voir à V. A. que la représentation de l'image e g f, (dans la figure précédente) : est Tom. I. L | AE (4 LE | pu! Et L L [4 A : : 11 | | : ! | (1 111 Le Eu 1,1 tn ee h \ eq tn

er Vies. 162 LETTRES A UNE PRINCESSE bien réelle, on n'a qu'à tenir dans ce lien un papier blanc, dont les particules {font fufceptibles de toutes efpeces de vibrations, d'où dependent les couleurs. Alors tous les rayons du point.E de l'objet, en fe reunifiant au point e, y mettront la particule du papier, dans un mouvement de vibration {embiable à celui qu'a le point E, & par conléquent il s'y formera la même couleur. Parcillement les points g & "à auront les memes couleurs que les points G & F de objet, & on verra aufli, {ur le papier, tous les points de l'objet exprimés avec leurs couleurs naGRreUess ce qui repréfentera k plus exacte & la plus belle peinture de l'objet. Cela réuflit ae dans une chambre oblclure, en mettant le verre dans un trou du volet, où l'on pourra voir {ur un papier blanc, tous les objets du dehors, fi éxaétement peints, qu'on pourra les fuivre avec un crayon. Les peintres fe fervent de cette machine pour deffiner les payfages & les vues. le 13 d'Aoät 1760: EST E-RE-XILT. JE fuis à-préfent en état d'expliquer à V..A. de quelle manière fe fait la vifion dans les yeux des hommes & des animaux, ce qui, fans-doute, eft la chofe la plus merveilleufe que l'efprit

D'ALLEMAGNE. 163 humain ait pu pénétrer. Quoiqu'il s'en faille beaucoup que nous la connoissions parfaitement, le peu que nous en favons est plus que suffisant pour nous convaincre de la ToutePuissance & de l'infinie sagesse du Créateur; & ces merveilles doivent remplir nos esprits de l'adoration la plus pure envers l'Être suprême. Nous reconnaitrons dans la structure des yeux des perfections que l'esprit le plus éclairé ne pourroit jamais approfondir; & le plus habile artiste ne sauroit fabriquer une machine de cette espèce, qui ne soit infiniment au-dessous de tout ce que nous découvrons dans les yeux, quand même nous lui accorderions le pouvoir de former la matière à son gré, & le plus haut degré de pénétration dont un homme soit susceptible. Je ne m'arrêterai pas ici à la description anatomique de l'œil; il me suffit de remarquer que la membrane Tab. II. fig. 9. d'avant a Ab est transparente, & se nomme la cornée, derrière laquelle se trouve en-dedans une autre membrane a, bm, circulaire, teinte de couleur, qu'on nomme l'iris; au milieu de la: quelle est un trou $\frac{1}{2}$, qu'on nomme la pupille, qui, au milieu de l'iris, nous paroît noire. On trouve derrière ce trou un corps bBCa, semblable à un petit verre ardent, parfaitement transparent, d'une substance membraneuse, qu'on nomme le cristallin. Derrière le cristallin, la cavité de l'œil est remplie d'une gelée parfaitement transparente, appelé o At (Il | (Li pe | ol NA _ D —

— re 11 0 M em PSE ET 164 LETTRES À UNE PRINCESSE

l'humeur vitrée. Or la cavité antérieure entre la cornée aBb, & le cristallin ab, contient une liqueur fluide comme l'eau, qui est humeur aqueuse..

Voilà donc quatre matières transparentes, par lesquelles les rayons de lumière qui entrent dans l'œil doivent passer: 1°. la cornée, 20. l'humeur aqueuse, entre 4 & B, 30. le cristallin BCa, & 49. l'humeur vitrée; ces quatre matières diffèrent en densité, & les rayons passant de l'une à l'autre, souffrent une réfraction particulière, & sont tellement arrangées, que les rayons qui viennent d'un point de quelque objet, se réunissent encore au dedans de l'œil, dans un point, & y présentent une image. Le fond de l'œil en AEGF est tapissé d'un tissu blanchâtre, propre à recevoir les images, comme j'ai observé que, par le moyen d'un verre convexe on peut représenter les images des objets sur un fond blanc. LR C'est donc conformément au même principe, que tous les objets dont les rayons entrent dans l'œil, se trouvent peints au naturel sur le fond blanchâtre de l'œil, nommé la rétine. Quand on prend un œil de bœuf, & qu'on ôte les parties extérieures qui couvrent la rétine, on y voit tous les objets peints si exactement, qu'aucun peintre ne sauroit les imiter. Et pour voir un objet, tel qu'il soit, il faut toujours que son image soit peinte au fond de l'œil sur la rétine, & quand, par quelque malheur, il || || M ETUEMT

D'ALLEMAGNE. 16\$ le. Mais il ne fuffit pas, pour voir les objets, que leurs images foient peintes fur la rétine; il y a des perfonnes qui, nonobftant cela, font aveugles; d'ou l'on voit que les images peintes fur la rétine ne font pas encore l'objet immédiat de la vifion, & que la perception de notre ame fe fait autre part. La rétine dont le fonds de l'œil eft tapiflé, eft un tif{u de filets des nerfs les plus fubtils qui communiquent avec un grand nerf qui, venant du cerveau, entre en © dans l'œil, & qu'on nomme le nerf optique. (Ces petits nerfs de la rétine font agités par les rayons de lumière, qui forment l'image au fonds de l'œil, & cette agitation eft tranfmife par le nerf optique jufqu'au cerveau; c'elt fans - doute là, que lame tire la perception; mais le plus adroit anatomifte n'eft pas en état de pourfuivre les nerfs jufqu'à leur origine, ce qui fera toujours pour nous un myftère qui renferme la liaifon de notre ame avec le corps. De quelque manière qu'on envifage cette liaifon, on eft obligé de la reconnoître pour le miracle le plus éclatant de la toute-puiffance divine, que nous ne faurions jamais approufondir. Combien ces efprits forts, qui rejettent tout ce qu'ils ne peuvent comprendre par leurs efprits bornés + devroient être confondus par cette réflexion! le 1\$ d'Août 1760 L 3 * 1 À \] 1 Ft on n À L ph AE Mn : HA | 10 j 12 ; vil 4 al 1 1411 14 L F4 pal Lu ITR 211 qi 1 {1 ELU pa et | 4 11 Î {4 124 ile sir Ut 4 ln Le 14! at : [h | : M! Le! fut tar "il : 4 i î A1" # ME: LUE : 4 tit HAT 4 : 41M | ' | | Fr3 ! LV 1 : ni | : ul 1 pt WHine : fl 1 : {ll | : 11 EL ul ne Le En he ee TR oo F x

> = =. - La. . 166 LETTRES A UNE PRINCESSE Pr LaLeRCEE
 GE LT. = — Ro PR EP GE ENE P'ESPÈRE que V. À. fera bien aïde de
 contempler avec moi, plus foigneusement , les merveilles que nous pouvons
 découvrir dans la ftruure de Pœil; & la pupille nous fournit | d'abord un
 objet très-digne d'admiration. La {lh pupille eft ce trou noir au milieu de
 l'iris, ou ll de l'étoile, par lequel les rayons pañlent dans | } || SRI Pintérieur
 de Pœil. Pins ce trou eft ouvert; plus il peut entrer de rayons dans l'œil, &
 for: mer fur la rétine l'image qui y paroît peinte; ainfi plus la pupille fera
 ouverte ; & plus ceta te image fera brillante. En regardant avec foin LE l'œil
 de l'homme, on voit que l'ouverture de en la pupille eft tantôt plus grande
 & tantôt plus (nl Rae On remarque généralement, que la puj pille eft fort
 reflerrée, à l'expoñtion d'un grand éclat de lumiere, & fort ouverte au
 contraire, dans un lieu peu éclairé. Cette variation eft [l très-néceffaire pour
 la perfection de la vifion. il Quand nous nous trouvons dans une grande |
 lumière, les rayons étant plus forts, il en faut moins pour ébranler les nerfs
 de notre rétine, & pour lors la pupille eft pue S1 elle étoit | plus ouverte, &
 qu'elle admit plus de rayons, | leur force ébranleroît trop les nerts, &
 cauferoit de la douleur. C'eft pourquoi nous ne faurions regarder le foleil
 {ans être éblouis, & fans une douleur très-{enfible dans le fonds de

D'ALLEMAGNE, 167 l'œil. S'il nous étoit possible de contracter davantage la pupille, pour ne recevoir qu'une très-petite quantité de rayons, nous n'en serions plus incommodés; mais la contraction de la pupille n'est pas en notre pouvoir. Les aigles ont cet avantage, & peuvent regarder directement le soleil; aussi a-t-on remarqué que leur pupille se contracte si fort alors, qu'elle paroît réduite à un point. Une grande clarté demandant une très-petite ouverture de la pupille, plus la clarté diminue, plus la pupille s'élargit, & s'ouvre dans l'obscurité, au point, d'occuper presque tout l'iris. Si l'ouverture demouroit aussi petite que dans la clarté, les rayons faibles qui y entreroient, ne feroient pas capables d'agiter les nerfs autant que le sentiment l'exige. Il faut alors que les rayons entrent dans l'œil en plus grande abondance pour y produire un effet sensible. Si nous pouvions ouvrir la pupille davantage, nous verrions encore dans une assez grande obscurité.. On allègue à cette occasion l'exemple d'un homme qui, après avoir reçu un coup dans l'œil, eut la pupille tellement élargie, qu'il pouvoit lire & distinguer les moindres choses dans la plus grande obscurité. Les chats & plusieurs autres animaux, qui font leurs expéditions dans les ténèbres, ont la faculté d'élargir la pupille bien plus que les hommes; & les hiboux l'ont toujours trop ouverte pour pouvoir supporter un degré de clarté médiocre. Or quand celle des hommes s'élargit ou {Le refl 4

| Se me | PRES ie. TITR'ONTIOPENSS > _ = + _ SP EE EE PS
 oo vw = || 168 LETTRES À UNE PRINCESSE

ferre, ce n'est pas un acte de leur volonté, l'homme n'étant pas maître d'ouvrir & de contracter la pupille quand il veut. Dès qu'il se trouve dans un endroit fort éclairé, elle se contracte, & se dilate quand il retourne dans un lieu plus obscur; mais ce changement ne se fait pas dans un instant; il faut attendre quelques minutes, jusqu'à ce qu'elle s'accommode aux circonstances. Ainsi V. À. aura déjà remarqué, quand elle est paillée subitement d'un grand éclat de lumière dans un lieu obscur, comme dans la comédie de Schuch; qu'elle n'a pu distinguer d'abord les personnes qui s'y trouvoient. La pupille étoit encore trop étroite, pour que le peu de rayons foibles qu'elle admettoit, fut capable de faire une impression sensible; mais elle s'élargissoit peu-à-peu pour recevoir assez de rayons. Le contraire arrive lorsqu'on païlle subitement d'une grande obscurité à une vive lumière. La pupille étant alors trop ouverte, la rétine est frappée trop vivement, & on se trouve tout-à-fait ébloui, de sorte qu'on est obligé de fermer les yeux. C'est donc une circonstance fort remarquable, que la pupille se resserre & s'élargit, selon les besoins de la vision, & que ce changement arrive presque de lui-même, sans que la volonté y ait aucune part. Les philosophes, qui examinent la structure & les fonctions du corps humain, sont fort partagés sur cet article, & il y a peu d'apparence qu'on en découvre jamais la véritable raison. Cependant cette bn. — ——— .

D'ALLEMAGNE. 169 variabilité de la pupille est un article très-
étendu. tiel à la vision, sans lequel elle feroit fort imparfaite: mais nous
découvrirons encore bien d'autres merveilles. le 17 d'Août 1760. LE T
TRE: XL EIRE ÎLE principe, sur lequel la structure de l'œil est fondée, est
en général le même, que celui d'après lequel j'ai eu l'honneur d'expliquer à
V. A. la représentation des objets {ur un papier blanc, par le moyen d'un
verre convexe. L'un & l'autre revient à ce que tous les rayons qui viennent
d'un point de l'objet, sont de nouveau réunis dans un seul point par la
réfraction ; & il semble peu important, que cette réfraction {e fasse par un
seul verre, ou par plusieurs matières transparentes dont l'œil est composé.
On pourroit même inférer de-là, qu'une structure plus simple que celle de
l'œil, en n'y employant qu'une seule matière transparente, auroit fourni les
mêmes avantages; ce qui feroit une instance Bien forte contre la sagesse du
Créateur, qui, sûrement, a suivi dans ses ouvrages la route la plus simple, en
employant les moyens les plus propres. Il y a eu des esprits forts, & il en est
encore assez, qui se vantent que si Dieu, à la création, avoit

— : : Fo Le he. . — ——— ——— = 170 LÉTTRES À UNE PRINCESSE Il demandé leur avis, ils auroient pu lui dontiet ! |: de bons confeils, & que bien des chofes fe: roient plus parfaites. Ils s’imaginent qu’ils auroient pu fournir un plan plus fimple, & plus propre pour la ftruéture de l’œil. J’examinerai cet œil des efprits forts, & d’après cet examen, V. A. verra tres-clairement, que cet ouvrage feroit tres-défetueux, & tout-a-fait indigne d’être mis en parallèle avec les ouvrages du Créateur. L’œil de ces efprits forts fe réduiroit donc Tab. IT. fig. 10. à un feul verre convexe ABCD, que J’ai bien remarqué qui raflembloit dans un point tous les rayons qui viennent d’un point de l’objet; mais cela n’eft vrai qu’à-peu-pres. La figure circulaire, qu’on donne aux faces du verre, a toujours le défaut, que les rayons qui tombent fur les extrémités, ne fe réuniflent pas au même point que ceux qui pañlent par le milieu. Il y a toujours une petite différence, prefqu’infenfible dans les expériences, où nous recevons l’image fur un papier blanc; mais fi elle arrivoit ie Pœil même, elle rendroit la vifion fort confufe. Ces gens-là difent bien qu’on pourroit trouver une autre figure pour les faces du verre au lieu de la circulaire, qui eut la propriete d’réunir tous les rayons fortant du point O, de nouveau, dans un point R, foit qu’il pañle par le milieu du verre ou par les bords. Je conviens que cela feroit poffible; mais fi le verre avoit cette propriété a l’égard du point O, qui s’en trouve à la di

D'ALLEMAGNE. 171 tance CO fixe, il ne l'auroit plus pour les points plus ou moins éloignés du verre; & quand cela feroit possible, ce qui ne l'est pas, il est très-certain, qu'il perdrait cette qualité à l'égard des objets situés à côté, comme en 7. Auf voit-on que , lorsqu'on représente les objets sur un papier blanc, quoique ceux qui se trouvent directement devant le verre , comme en O , soient assez bien exprimés, ceux situés obliquement comme en T, sont toujours fort défigurés & confusément exprimés, ce qui est un défaut auquel le plus habile artiste ne fauroit remédier. Mais il en est un autre, qui n'est pas moins considérable. Quand j'ai parlé à V. À. des rayons de diverses couleurs, j'ai remarqué qu'en passant d'un milieu transparent dans un autre, ils souffrent une réfraction différente, & que les rayons rouges souffrent la plus petite réfraction, & les violets la plus grande. Ainsi, si le point O étoit rouge, & que ses rayons, en passant par le verre AB, fussent réunis au point R, ce feroit là le lieu de l'image rouge; mais si le point O étoit violet, la réunion des rayons se feroit plus près du verre en Y. Ensuite, puisque la couleur blanche est un mélange de toutes les couleurs simples, un objet blanc mis en C formeroit plusieurs images à la fois, situées à diverses distances du point O; d'où résulteroit sur la rétine une tache colorée, qui troubleroit beaucoup la représentation. Aussi observe-t-on, que quand on présente dans une chambre obscure les objets

> = > Ve 1 172 LETTRES À UNE PRINCESSE dm Si E de
 dehors sur un papier blanc, ils paroissent brodés des couleurs de l'arc-en-ciel
 ; il est même impossible de remédier à ce défaut, en n'employant qu'un
 seul corps transparent. On a donc remarqué, que cela se peut par le moyen
 de différentes matières transparentes; mais la théorie ni la pratique n'ont pas
 encore été portées au point de perfection nécessaire pour pouvoir
 exécuter une telle construction , qui remédieroit à tous ces défauts.
 Cependant l'œil fait par le Créateur, n'a aucune des imperfections que Je
 viens de rapporter, ni bien d'autres encore auxquelles l'œil de l'esprit fort
 {e}roit assujéti. La véritable raison, pourquoi la sagesse divine a employé
 plusieurs matières transparentes à la formation des yeux, c'est donc de les
 affranchir de tant d'imperfections qui caractérisent les ouvrages des
 hommes. Quel beau sujet à notre admiration! & que le psalmiste a bien
 raison de nous conduire à cette demande importante: Celui qui a fait l'œil ne
 verroit-il pas lui-même? & celui qui a fabriqué l'oreille n'entendroît-il
 point? L'œil, seulement, étant un chef-d'œuvre qui surpasse l'entende-
 ment humain , quelle sublime idée de vous-nous nous former de
 celui qui a pourvu | | non-seulement tous les hommes, mais tous les
 animaux, & même les plus vils infectes de ce présent merveilleux, au plus
 haut degré de perfection! | trs ES = “ le 19 d'Acût 1760.

D'ALLEMAGNE. 173 LEE T RER EXLATV: LL œlr {urpañle
 donc infiniment toutes les machines que ladrefle humaine eft capable de
 pro: duire. Les diverfes matières tran{parentes, dont il eft compolé, ont non-
 feulement un degré de denfité capable de caufer des réfractions diférentes,
 mais leur figure eft auflî déterminée de façon , que tous les rayons {ortis
 d'un point de l'objet {ont éxaétement réunis dans un même point, quoique
 l'objet {oit plus ou moins éloigné, fitué devant l'œil directement ou
 obliquement, & que {es rayons fouffrent une diférente réfraction. Si l'on
 faifoit le moindre changement dans la nature & la figure des matières
 tranfparentes, l'œil perdrait d'abord tous les avantages que nous venons
 d'admirer. Cependant les Athées ont la hardiefle de foutenir que les yeux, &
 que le monde entier, ne font que l'ouvrage du hafard. Ils n'y trouvent rien
 qui mérite leur attention. Ils ne reconnoiffent aucune marque de fagelle dans
 la ftructure des yeux. Ils croient plutôt avoir droit de fe plaindre de leur
 imperfection, ne pouvant voir, ni dans l'obfcurité, n1 à travers une muraille,
 ni diftinguer les plus petites chofes dans les objets fort éloignés, comme
 dans la lune & les autres corps céleftes. Îls crient hautement, que lœil n'eft
 pas un ouvrage fait à deflein, qu'il eft formé au hafard, me mmhanre — : ri
 : : 4! 1 AL ! 111 1170 HE: : A1: 11 11 | LE! Lu 1e : 114 [4 4 | : A! | L ui L L: 1
 11 : 1 tiph FA 11 ln : LE | HE Lu LUI 1! ii Le4! tiU0 | | (1 11 qr : : i | 1: î Le
 = PORT Le EG mt mn ee ee ELEC em = = D es TS

> “ ” Vhtnttes : 1h 174 LETTRES À UNE PRINCESSE { comme un morceau de limon qu'on rencontre L | dans la campagne, & qu'il étoit ab{urde de di| re que nous avons des yeux afin que nous \h puiflions voir, mais que plutôt ayant reçu les | membres par hafard, nous en profitons autant que leur nature le permet. V. À. apprendra avec indignation de tels fentimens, qui ne | font pourtant que trop communs aujourd'hui |É parmi les gens qui {e croient fages tout feuls, & aui {e moquent hautement de ceux qui trouvent dans le monde les traces les plus marquées d'un Créateur fouverainement puiflant & Ĩ fage. Il eft inutile de s'engager dans une dif pūte avec eux; ils demeurent inébranlables dans leur fentiment, & nient les vérités les plus refpettables. Tant ce que dit le pfalmifte H eft vrai, que ce n'eft que les fous qui difent Lt dans leur cœur il n'y a point de Dieu! Leurs À prétentions à l'égard des yeux font auflī abfurdes qu'injuftes. Rien n'eft effectivement plus abfurde que de vouloir voir les chofes à travers des corps par lefquels les rayons de lumiere ne fauroient pañler; & quant à-une vue, qui put diftinguer dans les étoiles les plus éloignées les plus petits objets, il faut remarquer, que nos yeux font difpolés à nos befoins; & bien | loin de prétendre davantage, nous devons plutôt regarder ce merveilleux préfent de l'Etre fuprême avec la plus humble vénération. Au reite, afin que nous voyons les objets diftinctement, il ne fuit pas que les rayous qui viennent d'un point foient réunis dans un autre ATARI &—

D'ALLEMAGNE. 174 point. . Il faut encore, que ce point de réunion tombe précifément {ur la rétine , au fonds de l'œil; sil tomboit en-deca ou au-dela, la vifion deviendroit confule. Or fi pour une certaine diftance des objets ces points de réunion tombent fur la rétine, ceux des objets plus éloignés tombent dans l'œil avant la retine; & ceux des objets plus proches tomberoient derrière l'œil. L'un & l'autre cas cauferoit une confufion dans l'image peinte {ur la rétine. Les yeux de chaque homme font donc arrangés pour une certairie diftance. Quelquesuns ne voyent diftinétement que les objets fort proches de leurs yeux; ces gens font nommes Alyopes, on dit qu'ils ont la vue courte ; d'autres qu'on nomme-Presbytes, ne voyent diftinétement que les objets fort éloignés; & ceux qui voyent diftinétement les objets mé-* diocrement éloignés, ont la vue bonne. Cependant chaque efpece peut tant foit peu, par quelque compreffion, raccourcir ou allonger les yeux, & par ce moyen, approcher ou éloigner la rétine, ce qui les met-en état de voir aufh diftinétement les objets un peu plus ou moins éloignés; & c'eft un grand fecours pour rendre nos yeux plus parfaits, qu'on ne fauroit aflurement pas attribuer à un pur hafard. Ceux qui ont la vue bonne en retirent le plus grand profit, vu-.qu'ils font en état de voir diftinétement les chofes fort éloignées & fort proches; cependant cela ne va pas au-delà d'un certain terme, & il n'y a peut-être perfonne qui puifie.

176 LETTRES À UNE PRINCESSE voir à la distance d'un pouce, ou même encore plus petite. Si V. À. tenoit une écriture si près devant les yeux, elle n'en verroit les caractères que très-confusément. Mais je crois avoir suffisamment entretenu V. A. sur cette importante matière, & je uis &c. le 21 d'Août 1760. L'EX TÊTE XL V. Après tout ce que j'ai dit ci-devant sur la lumière & les rayons, j'aurai l'honneur d'entretenir V. À. d'une propriété générale à tous les corps que nous connoissons, celle de la gravité ou pesanteur. On voit que tous les corps, {solides & fluides, tombent dès qu'ils ne sont plus soutenus. Quand je tiens une pierre, si je la lâche, elle tombe à terre, & tomberoit encore plus loin, s'il y avoit un trou dans la terre. Dans le tems même que j'écris ceci, mon papier tomberoit à terre, s'il n'étoit soutenu par ma table. La même chose arrive à tous les corps que nous connoissons. Il n'en est aucun qui ne combat à terre, dès qu'il n'est plus soutenu ou arrêté. [La cause de ce phénomène ou de ce penchant dans tous les corps, est nommée leur pesanteur. Quand on dit que tous les corps sont graves, on entend qu'ils ont un penchant à tomber, & qu'ils combleront tous en

D'ALLEMAGNE: 177 en effet, dès qu'on ôte ce qui les a foutenus jufqu'ici. Les anciens n'ont pas aflez connu cette propriete: Ils ont cru qu'il y avoit des corps qui, par leur nature, montent én-haut; comme la fumée & les vapeurs qui, au lieu dé defcendre, montent plutôt en-haut; & ils ont nommé ces corps légers, pour les diftinguer des autres qui ont un penchant à tomber. Mais on a reconnu dans ces derniers tems que c'elt l'air qui poule cette matiere en-haut; car dans un efpace vuide d'air; on fait par le moyen de la machine pneumatique, que la fumée & les vapeurs defcendent auili bien qu'une pierre; & que ces matières font par leur nature graves & pelantes comme les-autres. Ainfi il leur arrive quand elles montent dans Pair, la même chofe qu'au bois qu'on enfonce fous l'eau; qui malgré fa pefanteur; remonte en-haut, & nage fur l'eau dès qu'on l'abandonne, parceque le bois eft moins pefant que l'eau; & que par une règle générale ; tous les corps montent dans un fluide plus pelant qu'eux. Si l'on jette quelques morceaux de fer, decuivre, d'argent & même de plomb dans un vafe plein de vif: argent, ils y furnagent, & y étant fubmergés ils remontent d'eux-mêmes; l'or feul plus pefant que le vif-argent va au fonds. Et puis il y a des corps qui montent dans l'eau ou dans un autre fluide, non-obftant leur gravité, par la feule raifon qu'ils font moins pefants que l'eau ou cet autre fluide, il n'eft donc pas furprenant que certains corps, moins pelans que l'air, comme la. Tom. I. M

— VS. Î 178 LETTRES À UNE PRINCESSE fumée ou les vapeurs y montent. J'ai déjà eu Phonneur de faire remarquer à V. À. que l'air est lui-même pefant, & que c'est par sa pefanteur qu'il foutient le mercure dans le barometre. Ainfi quand on dit que tous les corps LÉ font pefans, il faut entendre que tous les corps, | fans en excepter aucun, tomberoient en-bas | dans un espace d'air. Je pourrois même ajouLÉ ter qu'ils y tombent avec une égale rapidité; (| car un ducat & une plume tombent avec une égale vitefle {ous une cloche dont on pompe l'air, comme J'en parlerai plus amplement dans | la fuite. On pourroit objecter contre cette | propriété générale des corps, qu'une bombe | lancée par un mortier, ne tombe pas d'abord à terre, comme une pierre que je laifle tomber de ma main, & qu'elle monte en l'air ; inferera-t-on de là, qu'elle n'a point de pefanteur? il est évident de reste, que c'est la force de la poudre qui poufle la bombe en-haut, fans quoi elle tomberoit {ürement à l'instant. Nous voyons même qu'elle ne monte pas toujours, mais que, des que la force qui la poufle en baut cesse , elle tombe & écrafe tout ce qu'elle rencontre, ce qui est une preuve complete de sa Mi pefanteur. Quand, donc, on dit que tous les 1 corps font pelans, on ne nie pas qu'ils ne puill| fent être arrêtés, ou même jettés en haut; mais cela se fait par des forces étrangères, & il reste toujours certain, que tout CORps ; quel qu'il oit, dès qu'il est abandonné à lui même, en repos ou fans mouvement, tombera {ürement

D'ALLEMAGNE. À 179 tuflitôt qu'il ne fera plus {outeñu. Il y à bien une cave! {oùs ma chambre, mais mon plan: cher me {outient & m'empêche d'ÿ tomber. Si mon plancher le pourrifloit fubitement, & que la vouté de ma cave s'ecroulat en même tems, je ferois infailliblement précipité dans ma cave; parcequé mofi corps eft pefant, comme tous les autres que nous connoïflons. Je dis que nous connoiffoms, êar peut-être y a:t-il des corps fans pefanteur, comme ceux des anges qui apparoifloient autrefois; un tel corps ne tomberoit pas, quand même on lui ôteroit le plancher, & il marcheroïit auffi facilement enhaut dans l'air, qu'ici-bas fur la terre. Ces corps, que nousne connoïifons pas, “excéptés, la propriété générale de tous ceux qué nous conhoifons, eft la pefanteur, en vertu de laquelle ils ont tous un panchant à tomber} & tombent effectivement, dès que rien-ne s'oppoie à leur chûte. le 23 d'Août 1760. a LEE TR EX EVE V7. À. vient de: voir que la gravite elt une propriété générale de tous les corps qué nous connoiflons, & qu'elle confilte dans un panchant qui, par une force invincible, les poute en bas. Les philofophes difputent HHdeouss s'i éxifte efleétivement ‘uné force qui agile d'uM 2

.—— pe - . Vie md 1h 180 LETTRES À: UNE ,PRINCESSE | ne
manjère invilible furiles corps, &:les.poufle | en bas, ou fi c'est une qualité
interne.renferl - mée dans. la nature.même-des cotps, .&,com| me un.infiné
naturel, quiles. détermine à defcendre.. Cette auction revient à celle-ci, Âl fi
la caufe de la pefanteur fe. trouve dans la na| ture même de.chaque
corps..ou..fi elle éxilte hors d'eux, enforte-que.. fi.elle venoit à manquer,
le.corps cefleroit.d'être pefant ? ou.plus | fimplement encore: on demande,
fi la caufe | de. la, pefanteur, exifte dans. les, corps. ou hors d'eux? Avant
que. d'entrer dans cette difpute, | il faut examiner plus foigneufement toutes
les | circonftances qui accompagnent cette pefanteur. HE | Je remarque
d'abord que, lorfqu'on foutient Î un corps.pour empêcher qu'il ne tombe,
filon A le pofe fur une, table, elle éprouve la même force, avec laquelle le
corps. voudroit tomber; & quand 'on attache.le corps:à un fil qu'on tient
fufpendu, ce fil eft tendu par la force. qui k poule le.corps en bas c'est-à-
dire, par fa pe| fanteur, deforte que fi le il n'étoit pas aflez fort ;-l romproit.
Nous voyons donc que tous les corps exercent une certaine force {ur les |
obftacles qui les foutiennent & les empêchent de tomber, & que cette force
eft précifément la même que.celle qui feroit.tomber le: corps s'il étoit libre.
Quand on pofe une pierre fur une table, cette table en eft preffée. On n'a
qu'a mettre. la main entre la pierre & la table, on fentira: bien cette, force:
qui eft mèmestelle, | qu'elle pourroit bien devenir aflez grande pour

... 182 1) D'ALLEMAGNE: 181 écrafer la main. : 'Céfte: force eff nommMmce le poids dif icope; 18 il ft clair que le 'poids où Fi pelanteur':! de chaqie 6orps Ro l mme mechofe, lun & Vautré marqtant la force dorit ile corbs'eft ponflé"enbas, foit que cette forces éxifte ins le: corps: même; où hère de hf Nous'avons üne idée trop claire-du poïds des corps;"pour qu'il {6fti necéffaire de ns ate réter davantnee ;/%e-fémarque feulement que', lorfqu'on joint deux' Corps enfemble ; leurs pôids: font °Aaufl 4joutéss deforte que le' poids du compofé. eft' égal à7la foñime des poids des patties 'd'où ñous voyons que les poids des corps peuvent être fort Ciféréns entreux. Nous avons Même un moyen très fût" de comparer les poids dés corps éntre'eux ,"& de les mefurer exactement. à laide dure balance -qui a la propriété d'être'en équilibre, 'orfque les corps mis dans fes-deux baffins font également pefans. Pour reuflir dans oëtte comparailon, on 'établit'unemefure fixe, qui elt un certain poids, comme celui d'une'Hvre, & moyennant une bonne balance; on peut peler tous les corps; &afligner à-chacuti le nombre de livres que contient leur poids.- Un corbs trop srand"pour entrer dans un! baffiny dé la balance, . fe partage, & ayant pefé chacune des parties'; il ne faut qu'ajouter les poids. On pourroit trou ver ainfi le poids d'une maïfon entière, ie | que 'grande qu'elle fut. 22. V. A. à bien déjà remarqué qu'un petit mor: ceau d'or pele autant qu'un morceau de bois! M 3

PO tn - — 182 LETTRES A UNE: PRINCESSE beaucoup- plus grand; ce qui prouve que le poids des corps ne ferèsle'.pas-toujours fur leur grandeur, un-corps tres-petit pouvant être d'un grand poids, pendant-qu'un très-grand pele tres-peu Chaque corps -eft.donc {ufcep. tible de deux mefures tout-à- fait. différentes. L'uue détermine-fa grandeur. ou. fon-éteridue, qu'on nomme auflifon}volume.;::mefure, qui appartient à la: géométrie ,

D'ALEEMAGNE: 183 qu'une livre d'argent, car une-hivre, de quelque matiere qu'elle soit, et toujours une livre, & a toujours précilément le même poids ; mais le fens elt, qu'ayant deux morceaux de même grandeur ; lun d'or & l'autre d'argent, le poids de celui d'or furpañlera celui AE ne Et quand on dit que l'or elt 19 fois plus pefant que Peau, le fens elt, qu'ayant deux volumes ÉLAUX , bia d'or & l'autre d'eau, celui qui eft d'or aura un poids. 19 fois plus grand que celui d'eau. : Dans cette manière de parler on ne dit rien du poids abfolu des corps, on iven parle que par comparaifon, en {e rapportant toujours à des: volumes égaux. IL n'importe pas même que-ces volumes {oient grands ou petits, mais qu'ils foient cgaux. le.2\$ d'Aoñt 1760. Lui ARE ns aV LU Ra gravité ou-la enr nous paroît-fi ef fentielle à læ nature des 'corps ;, qu'il.nous eft prefqu'impoñffible de concevoir l'idée d'un corps qui ne feroit point pefant. Et cette qualité entre fi généralement dans toutes nos entreprifes, qu'il faut avoir égard par - tout à la pefanteur ou au poids des corps. Nous-mêmes ;:foit que nous {oyons debout, aflis, ou couchés, nous fentons continuellement l'effet dela pefanteur M 4

184 LETTRES À UNE PRINCESSE de notre propre Corps; nous ne tomberions jamais si notre corps & toutes ses parties n'étoient pas pesantes ou douées de ce panchant, qui les porte à tomber, dès-qu'elles ne sont plus soutenues. Notre langage même est réglé sur cette propriété 'des corps': & nous nommons 6#-bas la direction vers laquelle ce panchant 'des 'corps est dirigé. 'Cé motin'a pas d'autre signification & si ce panchant tendoit vers 'une autre direction, nous la nommerions en-bas ; &: nous nommons la direction opposée en-haut : il faut remarquer : que; lorsqu'on laisse tomber: librement un: corps; il descend toujours par une ligne droite ;: suivant laquelle on dit qu'il est dirigé en-bas ; cette ligne est appelée verticale qui est par conséquent toujours une ligne droite tirée de haut en-bas ; & si nous concevons cette ligne prolongée en-haut jusqu'au ciel, nous nommons ce point du ciel-notre Z8##h, mot arabe, qui signifie le point du ciel directement au - dessus de notre tête. V.:A. comprend donc qu'une ligne verticale est cette ligne droite par laquelle un corps . tombe dès qu'il n'est plus soutenu. Quand'on attache: un corps à un fil qu'on tient ferme par l'autre bout, ce fil arrêté _ fera tendu en ligne droite; 'qui fera aussi verticale: : C'est ainsi que les maçons se servent d'un fil chargé: d'une boule' plomb ;: que par cette raison "ils inôfm: ment #!p/omb, lorsqu'ils élèvent des murailles qui doivent être verticales, afin qu'elles ne tombent point.

D'ALLEMAGNE. x3\$ Tous les planchers d'une maison: doivent être dressés de façon, que la ligne verticale y soit perpendiculaire; & alors on dit que le plancher est horizontal, d'où V. A. comprend qu'un plan horizontal est toujours celui auquel la ligne verticale est perpendiculaire. Quand on est dans une plaine parfaite, qui n'est bornée par aucune montagne, les extrémités s'en nomment l'horizon, mot grec, qui désigne le terme 'de notre vue; & cette plaine représente alors un plan horizontal, ainsi que la surface d'un lac. On se sert encore d'un autre terme pour désigner ce qui est horizontal. On dit qu'une telle surface ou ligne est à niveau. On dit aussi que deux points sont à niveau; lorsque la ligne droite qui passe par les deux points est horizontale, c'est-à-dire que la ligne verticale, ou la ligne à plomb, y soit perpendiculaire. Mais deux points ne sont pas à niveau, lorsque la ligne droite tirée par ces points n'est pas horizontale.: Alors l'un de ces deux points est plus élevé que l'autre. C'est: ce qui a lieu dans les rivières, leur surface a une pente; car si elle étoit horizontale, la rivière seroit en repos & ne couleroit point; mais toutes les rivières coulent toujours vers des lieux moins élevés: On a des instrumens par le moyen desquels on peut découvrir si deux points sont à niveau; ou si l'un est plus élevé que l'autre, & de combien, 'On appelle cet instrument niveau, & son usage, l'art de niveller.. :Si V. A. vouloit faire tirer une ligne droite d'un point de son

196 LETTRES À UNE PRINCESSE appartement à Berlin, à un point pris dans {on appartement à Magdebourg , on pourroit, par le moyen de cet infirument, trouver fi cette ligne feroit horifontale, ou fi l'un des deux points feroit plus ou moins élevé que l'autre. Je crois que le point de Berlin feroit plus élevé que celni de Magdebourg. Je fonde ce fément. {ur le cours des rivières de la Sprée, de là Havel & de PEIbe. Puisque la Sprée coule dans la Havel, il faut. qu'elle foit plus hautes & par la même raifon l'Elbe doit être plus bafle que la Havel: Berlin eft donc plus-élevé que Magdebourg, c'eft-a-dire, au rez - de-chauffée, car fi l'on tiroit une ligne droite du rez-de-chauffée de Berlin au fommet du clocher du Dôme de Magdebourg, cette ligne feroit peut-être horilontale. V. À. doit donc comprendre: combien. l'art de niveller eft utile, quand il s'agit de la conduite des eaux; car puisque l'eau ne fauroit couler d'un lieu élevé que vers un autre qui left moins, avant que de creufer un canal , il faut être bien afluré qu'une extrémité et plus élevée que l'autre, ce qu'on connoît par le nivellement.' En bâtifiant une ville, il faut arranger les rues qu'elles aient une pente vers un côté, afin que leau s'écoule. : I n'en eft pas ainfi dans les bâtimens , où l'on: veut que les planchers des appartemens foient parfaitement de niveau & fans 'aucune pente, parce qu'il n'y a point d'eau à faire écouler, excepté dans les écuries, où l'on donné de la pente aux plan

D'ALLEMAGNE. 187 chers. - Les aftronomes font auflî fort attentifs fur les planchers de leurs obfervatoires , qui doivent être parfaitement au niveau, afin de répondre à l'horifon réel qu'on voit au ciel, la ligne verticale prolongée en haut marquant fon zénith. le 27 d'Aoft 1760. ER TRE XL VETE Mad n'ignore pas, que la terre a , à-peu: pres, la figure d'un globe, quoique dans ces derniers tems on ait découvert que cette figure n'est pas parfaitement {phérique , mais: aplat-. tie tant {oit peu vers les poles, la diférence eft fi petite, qu'elle ivelt: d'aucune conféquence pour ce que J'ai en vue. D'ailleurs les montaz gnes & les vallées'ne dérangent pas - beaucoup cette figure {phérique , le globe étant fi grands que fon diamètre eft de 1720 milles d'Allema: gne , -pendant que la hauteur des plus hautes montagnes excède à peine un démi-mille: 4 :Les anciens ont-peu connu la véritable feu: re de la terre. La plupart l'ont regardée comme une grande mañle Tab. II. fig: 11. ABCD; aplattie par deflus 4B, & couverte en partie de terre, & en partie d'eau. Selon: eux cette feule furface AB étoit habitable; & il étoitimpoffible, d'aller au-delà de À & B, qu'ils ont regarde comme les termes du monde. Lorf:

> : : - Ve md r' 188 LETTRES À UNE PRINCESSE | qu'enfuite on a été convaincu, que la figure LR | de la terre étoit a-peu-près sphérique, & parN tout habitable, de sorte qu'il y avoit des en: l droits qui nous étoient directement opposés; HUE où les habitants tournoient les pieds vers les (| nôtres, c'est de-là qu'on les nomme antipodes: ce sentiment éprouva de telles contradictions que quelques pères de l'église le regardèrent comme une grande hérésie, & prononcèrent anathème contre ceux qui croyoient l'existence LATE des antipodes. On pañeroit cependant pour]l 1 fot aujourd'hui, si l'on vouloit en douter, sur(| tout. depuis que ce sentiment a été confirmé LE par les voyageurs qui 'ont déjà 'fait plusieurs UE fois.le tour de la terre.' Mais on rencontre | encore: dans ce système bien des difficultés'; | l qu'il est fort important de lever. nl >Sile cercle ci-joint Tab. IF fig. 12: dit-on; | représente la terre, &-que nous voyons en 4; | nos antipodes se trouveront diamétralement op| posés: à nous en B: donc, puisque nous avons | la tête en haut & les pieds en bas!, il faut que | nos antipodes aient les pieds en haut & la tête en bas, ce-qui paroît fort étrange ; ceux qui A ont fait le tour de la terre n'en ont pas aperçu dans leurs voyages, "& ne se souviennent | point d'avoir jamais eu la tête en bas & les | pieds en haut. : Or si l'antipode en B avoit la | tête en haut & les pieds en bas il toucheroit la terre de sa tête, & marcheroit avec la tête. Dans l'embarras que cause ce phénomène, quel: Ques-uns prétendent l'expliquer par un globe

, D'ALLEMAGNE. 189 fur la furface duquel on voit fouvent
marcher des mouches où d'autres infectes, tant en haut qu'en bas; mais ils
ne confiderent pas que les infeêtes ; qui {ont au bas, s'y :accrochent par
leurs ongles, & qu'ils tomberoient bientôt fans ce fcours. : D'ailleurs il
faudroit que lantipode eut des. crochets à fes foulers, pour s'accrocher, à la:
terres cependant quoiqu'il n'en ait-point,: il ne tombe pas plus que nous. En
outre, comme nous nous imaginons d'être fur le haut de la terre, l'antipode
s'y croit également... & s' imagine que nous fommes :en-bas. Il.eft peut-être
meme auflî en peine pour nous que nous-le {ommes pour lui, & ne peut pas
concevoir, comment nous, ayant, à ce qu'il pente, les pieds en haut & la tête
en bas, pouvons.vivre & marcher fans avoir des crochets forts à nos
foulers. En effet fi quelqu'un vou: loit s'accrocher au plat-fond d'une falle
avec les pieds, & laifler pendre fa tête, il faudroit que les crochets de {es
foulers fuflent bien forts, & malgré cela il feroit une bien trifte fgure., Je ne
voudrois pas être à fa place; car je craindrois trop de me cafler le cou, ou du
moins le fang qui {e porteroit dans la tête me cauferoit bien du mal.
J'aimerois mieux aller dans le pays de nos antipodes, parce que je {erois
afiuré d'y être auflî bien qu'ici, & que je ne craindrois pas d'y pañer mon
tems fi mal qu'étant attaché. par les pieds à un plat-fond, Mais je fuis trop
vieux pour entreprendre ce voyage, qui feroit au moins de 2700 milles = gs
© mm => ax Po PTE Er A Lt — k = mt tt . mt tm re — ge ee —

190 LETTRES À UNE PRINCESSE d'Allemagne. Mais le pauvre antipode, qu'on craint tant qui ne tombe, si les crochets de ses pieds venoient à manquer, où tomberoit-il le cas arrivoit? on répondroit sans-doute, qu'il tomberoit ex-bas ; mais cet ex-bas s'éloigneroit de plus en plus de la terre, & l'antipode feroit bien à plaindre, puisqu'il n'en trouveroit plus où mettre ses pieds, & qu'il continueroit de tomber, peut-être, éternellement. Cette crainte est cependant sans fondement, & jamais on n'a entendu encore que nos antipodes aient fait une chute si terrible en s'éloignant de plus en plus de la terre; quand ils tombent, au contraire, c'est comme nous, en s'approchant de la terre, & encore s'imaginent-ils tomber alors ex-bas. Croire que nos antipodes ont les pieds en haut & la tête en bas, & nous les figurer comme dans une situation renversée n'est donc qu'une illusion, qui ne vient que de l'idée fautive que nous attachons aux termes ex-bas & en-haut. Par-tout où nous nous trouvons sur la terre, c'est l'ex-bas, vers lequel les corps tombent; l'en-haut est le contraire. C'est ainsi que j'ai déjà déterminé le sens de ces termes dans ma lettre précédente, & je crois que cette idée vaut bien la peine d'être développée plus exactement, afin de pouvoir répondre à toutes les objections qu'on fait à l'égard des antipodes, quoique je ne croie pas que V. A. s'en soit beaucoup mise en peine pour eux.

le 28 d'Août 1760.

LES LL RARES Ouorque la surface de la terre soit raboteuse, à cause des montagnes & des vallées qui s'y trouvent, elle est cependant parfaitement aplaniée par tout où il y a de la mer; puisque la surface de l'eau est toujours horizontale, & que la ligne verticale, suivant laquelle les corps tombent, lui est perpendiculaire. Donc, si toute la terre étoit couverte d'eau, en quelque lieu de la terre qu'on se trouvât, la ligne verticale feroit perpendiculaire à la surface de l'eau. Ainsi, la figure Tab. III. fig. 1.

ABCDEFGHI est la terre, sa surface étant par-tout horizontale, au lieu A la ligne aA sera verticale, au lieu B la ligne bB, au lieu C la ligne cC, au lieu D la ligne dD, au lieu E la ligne eE & ainsi de suite. Or, en chaque lieu, la ligne verticale détermine ce qu'on y nomme Haut & Bas; donc, pour ceux qui sont en A, le point a sera en-bas, & le point A en-haut; & pour ceux qui sont en B, le point b sera en-bas, & le point B en-haut, & ainsi de tous les autres lieux de la terre. Toutes ces lignes verticales aA, bB, cC, dD, &c. sont nommées des directions: de la gravité ou de la pesanteur, puisque, par-tout, les corps tombent suivant ces lignes, de sorte qu'un corps lâché en g tomberoit par la ligne gG: d'où l'on voit que par-tout les corps doivent tomber vers le centre

er mm EEE RS 7 QT 192 LETTRES À UNE PRINCESSE terre,
& cela perpendiculairement à la surface de la terre ou plutôt de l'eau s'il y
en avoit. Donc, en quelque lieu de la terre qu'on puisse le trouver, puisque
les corps y tombent vers la terre, ce qu'on y nomme en-bas, fera diriger vers
la terre, & ce qui s'éloigne de la terre nommé en-haut; & par-tout les
hommes ayant les pieds posés à terre, leurs pieds feront en-bas & leurs têtes
en-haut, On voit donc que nos antipodes se trouvent dans la même situation
que nous, & que nous aurions grand tort de leur reprocher d'avoir les
pieds en-haut & la tête en-bas, car par-tout, vers la terre, c'est en-bas & le
contraire en-haut. Si la terre étoit un globe parfait; toutes les lignes
verticales aA, bB, cC, étant prolongées en dedans, concourroient au centre
du globe O qu'on nomme le centre de la terre; & c'est pourquoi l'on dit;
que les corps ont par-tout un panchant à s'approcher du centre de la terre;
ainsi en quelque endroit qu'on se trouve, si l'on demande ce qui est en-bas?
on répondra que c'est ce qui tend vers le centre de la terre. En effet si l'on
creusoit un trou dans la terre, en quelque lieu que ce soit, & qu'on continuât
sans-cesser ce travail en creusant toujours en-bas, on parviendroit enfin au
centre de la terre: V. A. se fouviendra, que Mr. de ... s'est souvent moqué
de ce trou qui va jusqu'au centre de la terre, dont Mr. de Maupertuis avoit
parlé. Il est bien vrai qu'un tel trou ne feroit jamais être exécuté, parce
qu'il faudroit creuser à une profondeur

D'ALLEMAGNE. 193 profondeur de 860 milles d'Allemagne ; cependant il est permis d'en faire la supposition , pour rechercher ce qui arriveroit alors. Supposons donc que ce trou Tab. III. fig. 2. creusé en A, soit continué au-delà du centre de la terre OQ par toute l'épaisseur de la terre jusqu'à nos antipodes B, & que nous descendions par ce trou. Avant d'arriver au-centre O, & étant par exemple parvenus en Æ, le centre de la terre O nous paroitra au - dessous, & le point A en haut; & si nous ne nous tenions bien ferme, nous tomberions vers Q. Mais ayant passé au-delà du centre O, par exemple en F, notre pesanteur tendroit vers O, & ce point O, & à plus forte raison le point A, nous paroîtront en bas, & le point B en haut; ainsi ces termes d'en haut & d'en bas changeroient subitement de signification, quoique nous passions par une ligne droite de A vers B. Tant que nous sommes à passer de en O, nous descendons, mais en passant de O vers B nous montons effectivement, puisque nous nous éloignons du centre , notre propre pesanteur étant toujours dirigée vers le centre de la terre ; de sorte que si nous tombions, soit en Æ ou en F, nous tomberions toujours vers le centre de la terre. Notre antipode en B, qui voudroit passer par le trou de B en A, se trouveroit précisément dans le même cas: depuis B jusqu'au centre O, il seroit obligé de descendre; mais depuis O jusqu'en A il faudroit qu'il montât. Ces couliTom. I. N

nr © | ET = 194 LETTRES À UNE PRINCESSE dérations nous
 conduifent à établir für la gravité ou la pefanteur des corps cette idée : que
 la gravité ou la pefanteur eft une force avec laquelle tous les corps font
 pouffés vers le centre de la terre. Le même corps qui, étant en À, eft pouffé
 felon la direétion À O, loriq'u'il eft tranfporté en B, fera pouffé par la gravité
 fuivant la direction B O0, qui eft contraire à la premiere. Partout dofc c'eft
 fur la direction de la gravité que le langage règle la fignification des termes
 ex bas; & en heut ; defendre ou monter : puilque la gravité ou la pelanteur
 des corps a une influence tres-eflentielle fur toutes nos opérations &'fur nos
 entrepriles , & que même nos propres corps en font \animes, deforte que
 nous en éprouvons par-tout les effets. | le 29 Août 1760. A 2 D ET T'RE) Te
 r ? . . . V7. A. eft maintenant éclaircie fur le grand ar: ticle, dePaction de la
 gravité; favoir, que tous les corps quife trouvent {ur la terre {ont La ouflés
 par-tout, par leur gravité où pelanteur, te) directement vers le centre dela
 terre, ou per: pendiculairement {ur la furface de la terre, ce qu'on nomme la
 direction de la force de la gravité. On a rañfon de nommer la pefanteur

D'ALLEMAGNE. 195 dès corps une force, puilque tout ce qui eft capable de mettre un corps en mouvement, eft appellé force. C'eft ainfi qu'on attribue une force aux chevaux, puifqu'ils peuvent trainer un Chariot; &'au courant d'une rivière, ou au vent, puilque par leur moyen les mouJins peuvent être mis en mouvement. Il n'y a donc point de doute, que la pefanteur ne foit une force, puifqu'elle fait tomber les corps ; auflifentons-nous l'effet de cette force, par la prefion que nous éprouvons en: portant un fardeau. Or dans toute force il y a deux chofes à confidérer: premièrement la direction {uivant laquelle elle agit ou poule les corps, & enluite la véritable grandeur de chaque force. Quant à la pefanteur, nous {ommes {ufhfamment éclaircis fur fa direction , fachant que les corps en {ont toujours pouflés vers le centre de la terre , ou perpendiculairement à {a {urface, : Il refte donc à examiner la grandeur de cette force qui rend les corps pefans. Cette force elt toujours déterminée par le poids de chaque corps, & comme les corps diférent beaucoup par rapport à leurs poids, ceux qui font plus pefans fout'auili pouffes avec plus de force en bas & le poids de chaque corps eft toujours la jufte mefure de la force avec laquelle il eft pouffé en bas, c'elt-a-dire, de fà pefanteur. : On demande fi le même corps, tranfporté dans d'autres lieux de la terre, conferve toujours le même poids? Je parle des corps quine perdent rien par évar N 2

mr LE dm 196 LETTRES À UNE PRINCESSE porationsou
 exhalaifon, . Par des expériences tres-certaines on a été convaincu que le
 même COrrps tran{porté vers l'équateur , devient tant oit peu moins pefant
 que fi on le tranfportoit vers les poles de la terre. V. À. comprend aifément
 qu'on ne fauroit découvrir cettediférence par la meilleure balance; car les
 poids dont on {e {ert pour pefer les corps, {ont aflujettis à la même
 variation. :Ainfi un poids qui pèferoit ici 100 livres ; étant tranfporté {ous
 l'équateur, aura bien encore le nom de 100 livres; mais fon effort à tomber
 fera un peu ioindre qu'ici. On a reconnu cette variation par l'effet même de
 la force de pefanteur, qui eft la chute; & on a remarqué que le même corps;
 lous l'équateur, ne tombe pas fi vite qu'ici. D eft donc certain que le même
 corps, étant tran{porté à diférens lieux de la terre, {ouffre quelque petit
 changement dans fon poids. Rentrans à prefent dans le trou fait à travers de
 la terre par {on centre, & il elt clair qu'un corps mis dans le centre même,
 doit perdre toute {a pefanteur ou fon poids; puifqu'il n'auroit plus aucun
 panchant à {e mouvoir, vüique, par-tout ailleurs, {on panchant eft dirigé
 vers le centre de' la-térre, Puis donc qu'un corps, n'a plus de poids au centre
 de la terre, il s'enfuit qu'en defcendant à ce centre; {on poids fera
 fucceffivement diminué ; d'où l'on conclud qu'un corps;,: en pénétrant dans
 les entrailles de la terre, 'perd de {on poids à mefure qu'il approche du çen

D'ALLEMAGNE. 197 tre. - V: À. peut donc: comprendre que la pesanteur n'est pas nécessairement liée avec la nature de chaque corps, qu'il le semble au premier coup-d'œil; puisque non-seulement la grandeur peut varier, mais aussi la direction qui, en passant aux antipodes, devient même contraire. Après avoir fait entier le voyage: jusqu'au centre-de-la terre: revenons à sa surface, :& montons sur les: plus-hautes montagnes. Nous v'y remarquerons aucun Changement {entier dans la: -pesanteur des - corps, quoiqu'on ait des raisons assez fortes pour se persuader que le poids d'un corps devrait diminuer, à mesure qu'on l'éloigne: de la terre. En effet on n'a qu'à s'imaginer qu'un corps, étant de plus en plus éloigné de la terre, parvienne enfin jusqu'au soleil, ou jusqu'à quelque étoile fixe, il feroit ridicule de prétendre, que ce corps retomberoit sur la terre, puisqu'elle n'est presque rien par-rapport à ces: autres: corps célestes. On -doit::donc:conclure de-là, qu'un corps, en s'éloignant de la terre doit souffrir une-diminution dans sa pesanteur, qui devient: de plus en plus petite, jusqu'à ce 'qu'enfin elle: s'évanouisse tout-à-fait. : Cependant: il y a des raisons qui nous prouvent, qu'en éloignant un corps jusqu'à la distance de la lune, il auroit encore quelque poids, mais qui feroit environ 3600: fois plus petit, que celui qu'il a sur la terre. Concevons que ce corps pèsât 3600 livres {sur la terre, personne cerN

| 198 LETTRES À (UNE: PRINCESSE tainementne feroit capable de le fupporter ici; mais qu'on l'éloigne jufqu'a la diftance de la lune, & je m'engage. del'y foutenir avec un | doigt; car: 'il ne pélera plus la qu'une livre; (NA & plus loin il peferoit encore moins. Nous {. connoiffons donc que la gravité eft une force oui poufle tous les corps vers le centre de la teire ; que' cette force agit le plus vigoureuſement à la furface de la terre, & qu'elle diminue Jlorfqu'on s'éloigne de cette furface, tant en 'penetrant en-dedans vers le centre, qu'en montant en haut. f'aurois encore plufieurs chofes a dire {ur ce fujet à V.' A. ST = le 30 Août 1760. re + [Al | L ET TIR Eb LI. V. À, vient de voir, qu'on corps étant éle. vé de la terre jufqu'a la hauteur de 'la lune, | n'y auroit plus que la 3600 partie de fon (l poids, oubien qu'il y feroit pouflé 'vers :le Un centre de la terre avec une force 3600 fois | plus petite que celle qu'il éprouve ici - bas. | Cependant cette force {ufhiroit pour le faire | tomber fur la terre, des qu il ne feroit plus | {outenu. : :Il eft vrai qu'on ne fauroit s'en | convaincre, par aucune-expérience ; nous {om | mes trop attachés a la terre pour pouvoir nous | | Clever fi haut ; il y a cependant un corps à

D'ALLEMAGNE. 199 cette hauteur, c'est la lune; elle devrait donc sentir cet effet de gravité, & cependant nous ne voyons pas qu'elle tombe sur la terre. Je réponds à cela, que si la lune étoit en repos, elle tomberoit infailliblement, mais que le mouvement rapide, qui la porte, l'empêche de tomber. Des expériences peuvent nous convaincre de la solidité de cette réponse. Une pierre lâchée de la main, dans l'air imprimant aucun mouvement, tombe d'abord, par une ligne droite, verticale; mais si l'on jette cette pierre en lui imprimant un mouvement à côté, elle ne tombe plus directement en bas, & se meut par une ligne courbe avant que d'atteindre la terre; ce qui aura lieu d'autant plus, qu'on lui aura imprimé plus de vitesse. Un boulet de canon tiré selon une direction horizontale, ne parvient à la terre que fort loin; & si on le tire d'une haute montagne il parcourroit peut-être plusieurs milles avant que d'y arriver. Qu'on hausse davantage encore le canon, & qu'on augmente la force de la poudre, & le boulet sera porté beaucoup plus loin. On pourroit pousser la chose si loin, que le boulet ne tomberoit que chez nos antipodes, & en le poussant plus loin encore il pourroit arriver qu'il ne tomberoit plus du tout, mais qu'il retourneroit à l'endroit d'où il a été tiré, & feroit ainsi un nouveau tour du monde; ce feroit une petite lune qui feroit ses révolutions, comme la véritable, autour de la terre. Que V. À. daigne à présent répondre

200 LETTRES À UNE PRINCESSE fléchir fur la grande hauteur de la lune, & fur la prodivieufe vitefle dont elle eft portée. Elle ne fera plus furprile que la lune ne tombe pas à terre, quoique pouflée par Ja gravi té vers fon centre. Une autre réflexion met: tra cela dans un!plus grand jour. Nous n'avons qu'a bièn confidérer le chemin que décrivent uñe pierre jettée obliquement, ou un boulet de "canon. ':C'eft toujours une ligne courbe , 'telle que réprélente la figure ci jointe.' Tab:'III. fig. 3. | A°eft lé'fofhmet d'une montagne Fe où le boulet de carion' a été tiré, qui apres avoir parcouru le'chémín ZEFB, tombe à terre en B, & ce Chemin eft une ligne courbe, Je remarque donc, que'fi le boulet n'étoit pas pefant, c'est-à-dire, si n'étoit pas pouflé vers la terre, il n'y tomberoït pas, quand même on le lâcheroit librement, puifque la pefanteur eft la feue caufe de fa chute; à plus forte raifon, étant tiré en 4, comme la figure le préfente , il ne tomberoït jamais à terre : d'où nous voyons que cet la pefanteur qui fait tomber le boulet," apres lui avoir fait décrire la:lgne courbe ÆEFB. Nous apprenons donc par-là, que la pefanteur caule la courbure du chemin Æ4FÆFB que parcourt le boulet; d'ou Je conclus, que s'il n'y avoit point de pefanteur, le boulet ne décriroit pas une ligne courbe. Mais une ligne qui 'neit pas courbe eft néceflairement droite; #1 donc le boulet n'étoit pas pouilé vers la terre par PL em .*

D'ALLEMAGNE. 201 * fa pefanteur ; il iroit par la ligne droite ponctue AC, fuivant laquelle il a été tire. Cela pofé, confidérons la lune, qui ne fe meut affûrément pas felon une ligne droite; il faut bien puilqu'elle fe tient toujours à-peu-près à la même diftance de nous, que fon chemin foit courbe, & femblable à-peu-près au cercle qu'on décriroit autour de la terre à la diftance de la lune. On eft bien en droit de demander, pourquoi la lune ne {e meut pas en ligne droite, mais la réponfe n'eft pas difficile; car voyant que la pefanteur eft caufe de la courbure du chemin qu'une pierre jet: tée, ou un boulet de canon tiré, décrivent, il eft très - raïlonnable de foutenir, que la pe: fanteur agit aufli fur la lune, en la pouflant vers la terre, & que cette même peflanteur caufe la courbure de fon mouvement. La lu: ne a donc un certain poids elle eft confequemment pouflée vers la terre; mais ce poids eft 3600 fois plus petit que 'fi: elle fe trouvoit à la furface de la terre. Ce'n'elt pas feulement une conjecture aflez probable, on peut aflûrer même que c'eft une vérité démontrée; car en fupppofant cette pefanteur , on elt 'en état de déterminer, par les principes les plus {olidement établis dans les mathématiques, le mouvement que la lune devroit fuivre, & qui fe trouve éxaétement d'accord avec {on vrai mouvement, ce qui fait la preuve: la plus certaine. le ï Septembre 1760.

202 LETTRES À UNE :PRINCESSE LE P RARE SC LRE La
 pefanteur , ou la gravité, est donc une propriété de tous les corps terrestres,
 dont la Lune participe. C'est la pesanteur , par laquelle la Lune est poussée
 vers la terre, qui modère son mouvement, comme la pesanteur modère celui
 d'un boulet de canon, ou d'une pierre jetée de la main. : C'est à Newton
 que nous sommes redevables de cette découverte importante; cet. Anglois
 aussi grand philosophe , qu'un habile mathématicien, Re trouvant un jour
 couché sous un pommier, une pomme tomba sur sa tête, & lui fit faire bien
 des réflexions. Il conclut bien que c'était la pesanteur qui avoit fait tomber la
 pomme, après qu'elle eut été dégagée de la branche , par le vent ou par
 quelque autre cause. Cette idée -étoit fort naturelle, & tout, l'homme pouvoit
 faire la même réflexion; mais le philosophe: Anglois alloit plus loin. Il faut ;
 dit-il, que l'arbre ait: été- fort hauts & cet ce qui lui fit former la question, si
 la pomme:feroit également tombée-en-bas, au cas que l'arbre eut été
 beaucoup plus-haut, ce dont il ne pouvoit pas douter. Mais s'il eut été si
 haut qu'il parvint jusqu'à la lune, il se trouva fort embarrassé de décider si la
 pomme tomberoit, ou non? En cas qu'elle tombât, ce qui lui paroïssoit
 pour PL en d .

D'ALLEMAGNE: 203 tant fort vraisemblable, puisqu'on ne faüroit concevoir 'un terme 'dans la hauteur de l'arbre, où la pomme ceflat de tomber, il faudroit alors qu'elle eût encore quelque pefanteur qui la pouflât vers la terre; donc, parce que la lune se trouveroit au même endroit , il faudroit qu'elle fut poullée vers la terre par une force semblable à celle de la pomme. Cependant comme la lune ne lui tomba point {ur la tête, Il comprit que'le mouvement pourroit en être la cause, comme une bombe peut passer au-deffus de nous sans tomber verticalement en bas. Cette comparaïfon du mouvement de la lune avec celui d'une bombe le détermina à examiner la chose plus attentivement, & aidé des {coufs de la plus füblime géométrie, il trouva que la lune fuivoit dans {on'mouvement les mêmes règles qu'on obferve dans celui d'une bombe, & que sil étoit poffible de jeter une bombe à la hauteur de Hi June & avec la même vitelle, la bombe auroit le: même mouvement que la lune. Il a fait feulement cette: différence, que la pefanteur de la bombe, à 'cette diftance dela terre, feroïit beaucoup plus'ipetite qu'ici-bas. VA: Verra par 'ce récit, que le commencement de ce raisonnement du philosophe étoit fort fim: ple , & ne diféroit prèsque pas de celui d'un paylan; mais la fuite s'elt élevée bien audeflus dela portée du payfan. : C'est: donc une propriété fort remarquable de la terre; que non-seulement tous les corps qui le trou:

204 LETTRES À UNE -:PRINCESSE vent dans la terre, mais ceux qui en font fort éloignés, jusqu'à la distance même de la lune, ont une force qui les pousse vers le centre de la terre, & cette force et la pesanteur, qui diminue à mesure que les corps s'éloignent de la surface de la terre. Le philosophe 'Anglois ne s'arrêta pas..la: comme. il faisoit que les corps des planètes {ont parfaitement semblables à la terre, il conclut..qu'aux environs de chaque planète, les corps. qui s'y trouvent, font pesants, & que la direction de cette pesanteur tend vers le centre de cette 'planète. Cette pesanteur y - feroit peut-être plus ou moins grande que {ur la terre, comme.un corps d'un certain-poids chez nous, transporté. à la surface, de. quelque planète y:auroit un poids plus grand ou plus petit. Enfin cette force de gravité de chaque planète .s'étendait à de grandes distances autour de chacune; & comme .nous voyons que celle de .Jupiter:.a quatre Satellites, & celle de Saturne cinq, qui se meuvent autour d'eux, comme.la.-Lune autour de la terre; on ne faisoit douter, que: le mouvement des satellites de Jupiter: ne {oit modéré par leur pesanteur vers le. centre de Jupiter, & celui des satellites de Saturne. par leur pesanteur vers le centre de Saturne. Ainsi, de la même manière que, la lune se meut autour de la terre, & les satellites :autour de Jupiter ou de Saturne, toutes!les, planètes elles-mêmes se. meuvent autour. du {oleil ;- d'où le même. Newton a tiré ! cette .faPoe .

D'ALLEMAGNE. 20\$ meufe conféquence, que le foleil eft doué d'une pareille propriété de pefanteur , & que tous les corps qui fe 'trouvent dans fes en. virons , y {ont pouñlés par une force, qu'on pourroit dire pelanteur {olaire. Cette force s'étend fort loin tout autour du foleil, & bien au-delà de toutes les planètes, puifque c'eft cette force de péfanteur, qui modere leur mouvement, Ce même philofophe, par la force' de fon efprit, a trouvé le moyen de déterminer le mouvement des corps, lorfqu'on connoit la force dont ils {ont poulés; & puilqu'il avoit découvert les forces dont toutes les planètes {ont pouflées , il étoit bien en état de doffer une juite defcription de leur mouvement. 'En effet, avant lui, on fe trouvoit "dans une ignorance profonde fur le mouvement des corps céleftes; & ce n'eft qu'à lui que nous {ommes redevables des grandes lumières dont nous jouiffons à préfent en aftronomie. V. A. fera bien furprile des grands progrès que toutes les {ciences ont tire d'un commencement qui fut d'abord fi fimple & fi léger. : Si Newton ne \$'étoit pas couché fous un pommier, & qu'une pomme ne lui fût pas tombée par hafard fur la tête, peut-être nous trouverions-nous dans la' même ignorance fur le mouvement des corps ééleftes, & fur une infinité d'autres phénomènes qui en dépendent. Cette matière mérite donc tout -aà-fait l'attention de V, À. & ce fujet mérite bien que nous y revenions encore, le°3 Septembre 1760:

————— © ————— " ————— ES PA RAA DPI: NI PERS Éfa
 EI EX E V7. A. ne doute pas que le systéme de Newton n'ait fait d'abord
 bien du bruit, & avec raison; puisqu'une découverte si heureuse, & qui
 répandoit tant de lumières à la fois dans toutes les sciences, étoit encore à
 faire. Il a été connu sous plusieurs noms qu'il est bon de connoître,
 puisqu'on en entend parler assez souvent. On le nomme le systéme de la
 gravitation universelle, parce que Newton soutient que non-seulement la
 terre, mais en general tous les corps célestes sont doués de cette propriété,
 que tous les corps y. sont poussés par une force sensible à la pesanteur ou à
 la gravité, d'où le mot de gravitation a tiré son origine. Cette force est
 cependant tout-à-fait insensible, & nous ne voyons rien qui agisse sur les corps
 & qui les pousse vers la terre, moins encore vers les corps célestes. L'aimant
 vers lequel le fer & l'acier sont poussés, sans que nous puissions en voir la
 cause, nous présente un phénomène presque semblable.. Quoiqu'on soit
 assuré à présent, que-cela le fait par une matière extrêmement subtile qui
 traverse les pores de l'aimant & du fer, on peut dire cependant que l'aimant
 attire le fer, & que le fer en est attiré, pourvu. que cette. manière de parler :
 n'exclue point la véritable cause. On pourra donc dire aussi; que la terre.
 attire tous les corps

D'ALLEMAGNE. 207 qui font aux environs, même à de fort grandes distances; & on pourra regarder la pesanteur ou la gravité des corps comme l'effet de l'attraction de la terre, qui agit même sur la lune. De plus le soleil & toutes les planètes sont doués d'une semblable vertu d'attraction, par laquelle tous les corps y sont attirés. Suivant cette manière de parler, on dit, que le soleil attire les planètes, & que Jupiter & Saturne attirent leurs satellites. De-là le système de Newton est aussi nommé système de l'attraction. Comme il n'y a point de doute que les corps qui se trouvent fort près de la lune n'y soient aussi poussés par une force semblable à la pesanteur, on pourra dire que la lune attire aussi les corps voisins; & peut-être cette attraction de la lune s'étend-elle jusqu'à la terre, quoiqu'elle soit sûrement fort faible, tout comme nous avons vu que l'attraction de la terre sur la lune est très considérablement affaiblie. : Or le même philosophe a mis cela hors de doute, en faisant voir que le flux & le reflux de la mer, dont J'aurai occasion de parler une autre fois, sont causés par l'attraction de la lune sur les eaux de la mer. On ne fauroit donc plus douter, que les planètes de Jupiter & de Saturne ne soient réciproquement attirées par leurs satellites, & que le soleil même ne soit assujéti à l'attraction des planètes, quoique cette force soit extrêmement petite. C'est l'origine du système de l'attraction générale ; où l'on fou

208 LETTRES À UNE PRINCESSE tient avec raison que, non-seulement le soleil attire les planètes, mais qu'il est réciproquement attiré par chacune ; & que même toutes les planètes exercent leur force attractive les unes sur les autres. Donc la terre n'est pas attirée par le soleil seulement, mais par toutes les autres planètes, quoique leur force soit presque insensible en comparaison de celle du soleil. V. À. comprendra aisément que le mouvement d'une planète, qui est attirée non-seulement par le soleil, mais tant soit peu par les autres planètes, doit être un peu différent de celui qu'elle aurait si elle n'étoit attirée que par le soleil, & conséquemment que les attractions des autres planètes doivent y causer quelque petit dérangement. Aussi ces dérangemens sont-ils vérifiés par l'expérience ; ce qui - a porté le système de l'attraction universelle au plus haut degré de certitude, & que personne ne fauroit plus douter de sa vérité. Je dois aussi remarquer ; que les comètes sont soumises à cette loi, qu'elles sont principalement attirées par le soleil, dont la force attractive modère leur mouvement, mais qu'elles éprouvent aussi les forces attractives - de toutes les planètes, sur-tout quand elles n'en. sont pas très-cloignées: c'est une règle générale, comme nous le verrons dans la suite, que l'attraction de tous les corps célestes diminue dans l'éloignement, & augmente dans la proximité. Or les comètes sont aussi douées d'une attraction, dont les autres corps sont attirés. vers elles,

D'ALLEMAGNE. 209 elles, & d'autant plus fenfiblement qu'ils
 en approchent davantage. Lors donc que quelque comète pale ailez prés
 d'une planète, {à force attractive peut en déranger le mouvement, comme
 celui de la comète eff un peu troublé par lattraction de la planète. Ces
 conféquences font vérifiées par les obfervations, & on peut alléguer
 quelques éxempics. qui prouvent que le mouvement d'une co. mète a été
 dérange par l'attraction des pla. nètes, par le voifinage defquelles elle a pa;
 Te. & que le mouvement de la terre & des autres planètes a déjà foutfert
 quelqu'attra a de}: part des comètes. Les etoiles fixes étant des corps
 femblables au foleil, feront ul douces de force attractive, mais nous n'en
 fentons aucun effet à caufe de leur prodisieufe dif. tance, le \$ Septembre
 1760. PR : DE RE D D TR RS mnt ee PRAIRIE ETEVE YLc eft donc
 confaté par les raifons les plus folides, qu'il règne une gravitation générale
 dans tous les corps céleftes, par laquelle ils font pouflés ou attirés les uns
 vers les autres; & que cette force et d'autant plus grande, qu'ils font plus
 proches entr'eux. Ce fait ne fauroit être contelte, mais on difpute s'il faut
 Tom. I, O en se _ RS Teen SP ES rues

210 LETTRES A. UNE PRINCESSE l'appeller zupulfion ou attraétion ? Quoique le nom ne change rien à la chose: V. A. fait que, soit qu'on pousse un chariot par derrière ou qu'on le tire par devant l'effet est le même: ainsi l'astronome uniquement attentif à l'effet de cette force, s'embarasse peu si les corps célestes sont poussés les uns vers les autres, ou s'ils s'attirent mutuellement, comme celui qui n'examine que les phénomènes ne se met pas en peine si la terre attire les corps, ou si les corps y sont poussés par quelque cause invisible. Mais si l'on veut pénétrer dans les mystères de la nature, il est très-important de savoir si c'est par impulsion ou par attraction que les corps célestes agissent les uns sur les autres; si c'est quelque matière subtile & invisible qui agit sur les corps & qui les pousse les uns vers les autres, ou s'ils sont doués d'une qualité cachée & occulte, par laquelle ils s'attirent mutuellement ? Les philosophes ont fort partagé là-dessus; ceux qui ont pour l'impulsion, se nomment zmpulliounaires, & les partisans de l'attraction, attractionites. Mr. Newton inclinait beaucoup pour l'attraction, & tous les Anglois ont aujourd'hui attractionistes fort zélés. Ils conviennent bien, qu'il n'y a ni cordes, ni aucune des machines dont on se sert ordinairement pour tirer, dont la terre puisse se servir pour attirer les corps à soi, & leur donner la pesanteur; encore moins découvrent-ils quelque chose entre le soleil & la terre, dont on puisse

D'ALLEMAGNE: 21E fe croire que le foleil fe ferve pour attirer là terre. Si l'on voyoit un chariot fuivre les chevaux, fans qu'ils y fudent attelés, & fans qu'on vit ni corde ni autre chofe propre à entretenir quelque communication entre le chariot & les chevaux, on ne diroit pas que le chariot fût tire par les chevaux; on feroit plutôt porté à croire, que le chariot feroit pouffé par quelque force, invifible, ou qu'il y auroit du fortilège. Cependant Mrs. les Anglois n'abandonnent pas leur fentiment. Ils {outiennent que la qualite de s'attirer mutuellement élt propre à tous les corps, qu'elle leur eft aufli naturelle que l'étendue, & qu'il fufit que le créateur ait voulu que tous les corps s'attirafléent mutuellement, pour que la quel: tion foit réfolue. S'il n'y avoit eu que deux corps au monde, quelqu'éloignés qu'ils fuflent l'un de l'autre, il y 'auroit éu d'abord une tendancé de l'un vers l'autre, par laquelle ils fe féroient bientôt rapproches & réunis. Il fuit de-là que plus un corps eft grand, plus {on attraction fur les corps eft confidérable; car, puilqué cette qualité eft eflentielle à la matière, plus un corps én contient; plus il exerce de force.d'attraction fur les autres corps: Puis donc que. le foleil furpañle confidérablement en grandeur toutes les planètes, fa force attractive doit.être beaucoup plus grande que celle des planètes. Ils remarquent aufli que Je corps. de Jupiter étant beaucoup plus grand due. la terre, la force attractive qu'il exerce O 2

212 LETTRES À UNE PRINCESSE sur les satellites est beaucoup plus grande que - celle dont la terre agit sur la lune. Suivant ce système, la pesanteur des corps sur la terre est le résultat de toutes les attractions dont ils sont attirés à toutes les parties de la terre; & si elle renfermoit plus de matière qu'elle n'en a actuellement, son attraction deviendroit plus grande, & la pesanteur ou le poids des corps seroit augmenté. Mais si au contraire, par quelque accident, la terre perdoit une partie de sa matière, son attraction diminueroit ainsi que la pesanteur de tous les corps. On reproche à ces philosophes que, selon leur sentiment, deux corps quelconques posés, par exemple, sur une table, devroient s'attirer & conséquemment s'approcher: ils accordent la conséquence, mais ils disent que, dans ce cas, l'attraction seroit trop petite, pour qu'il en pût résulter un effet sensible : car si toute la masse de la terre, par sa force SRE ne produit dans chaque Corps que sa pesanteur ou son poids, un corps qui est plusieurs millions de fois plus petit que toute la terre, produira un effet autant de fois plus petit. On conviendra aisément que si le poids d'un corps devoit être plusieurs millions de fois plus petit, l'effet devroit en être réduit à rien: l'attraction ne fauroit donc être sensible que pour un corps excessivement grand. On ne s'agit donc rien de ce côté contre les attractionistes, qui allèguent même en leur faveur une expérience faite par les académiciens de :

[U£ # J { t : A 1h ARE | + \ : LUE | 1 | | Pl | [un | | | : L 4} Î | { Al! | 114! | : L - | (1 | | 111 À [BE 0 HTML] lt 4 1 4 { L { | # Hu 1n LI | À 1 : : | 1!! | | s | fl : 4 : | | | 1F | #14 ù 14 L r Î (AE At | M | (! : À : # : 1 : tr : | hp : 4 à 151! 1 : LUI 1 { | Î HE ! | | | Î [e!

D'ALLEMAGNE. 213 Paris en Amérique, ou l'on a observé, près d'une très-haute & grande montagne, l'effet d'une petite attraction, dont le corps de la montagne .a attire les corps voisins. Ainfî en embrassant le fyftème des attractioniftes on n'a pas à craindre qu'il nous conduife à de faufles conféquences: on peut plutôt être afluré d'avance de leur vérité. le 7 Septembre 1760. LEURS RS RSR ESLEVA V7. À. connoît la propriété qu'a l'aimant d'attirer le fer, puifque nous voyons que de petits morceaux de fer ou d'acier, comme des éguilles, placés dans le voisinage d'un aimant y font. entraînés avec une force d'autant plus grande, qu'ils font plus proches. Comme on ne voit rien, qui les pouffe vers l'aimant, on dit que l'aimant lesattire, & l'action même, fe nomme aftraëfion. On ne fauroit douter cependant qu'il n'y ait quelque matière trèsfubtile, quoiqu'invisible, qui produife cet effet, en pouffant effectivement le fer vers l'aimant;. mais comme le langage fe règle {ur les apparences, l'ufage de dire que l'aimant attire le fer, & qu'il s'y fait une attraction, a prévalu. Quoique ce phénomène foit particulier à Paimant & au fer, il eft très-propre à O 3

214 LETTRES À UNE PRINCESSE éclaircir le terme

d'attraction, dont les philosophes modernes se fervent si fréquemment. Ils disent donc, qu'une propriété semblable à celle de l'aimant, convient à tous les corps en général, & qu'ils s'attirent tous mutuellement, mais que cet effet ne devient sensible, que lorsque les corps sont extrêmement grands, & reste absolument insensible dans les petits. Quelque grande, par exemple, que soit une pierre, elle n'exerce aucune attraction sur d'autres corps qu'on lui présente, parce que sa force est trop petite pour rendre l'attraction sensible ; mais si l'on augmentoit la pierre jusqu'à la faire devenir plusieurs milliers. de fois plus grande, l'attraction en deviendrait enfin sensible. J'ai déjà fait remarquer à V. À. qu'on prétend avoir effectivement observé qu'une grande montagne de l'Amérique avoit produit une légère attraction. Une montagne plus grande produiroit donc une attraction plus sensible encore ; & un corps beaucoup plus grand, tel que la terre entière, attireroit avec une force d'autant plus grande. Or cette force, dont la terre toute entière attireroit tous les corps à foi, est précisément la gravité, par laquelle nous voyons qu'ils sont effectivement portés vers la terre. Donc suivant ce système, la gravité ou pesanteur, qui fait tomber tous les corps en-bas, n'est autre chose que l'effet de la terre toute entière, par laquelle elle les attire tous à foi. Si le corps de la terre étoit plus grand ou plus petit, la PR en .*

D'ALLEMAGNE. 21\$ gravité ou la pesanteur des corps feroit aufl plus grande ou plus petite. D'où lon-comprend que tous les autres grands corps de l'univers, comme le foleil, les planètes & la lune, font doués d'une force attractive femblable, mais plus ou moins grande , {uivant qu'ils le font eux-mêmes plus ou moins. (Comme le foleil eft plufieurs milliers de fois plus grand que la terre, fa force attractive fupalle autant de fois celle de la terre. On ceftime que le corps de la lune eft environ 40 fois plus petit que celui de la terre, d'où réfulte que fa force attractive eft d'autant de fois plus petite; & il en eft de même de tous les' corps céleites. le à Septembre 1760. L'E T°:T°K E: ENT. Ex vertu du fyftème de l'attraction ou de la gravitation univerfelle, chaque corps : célefte attire tous les autres, & en eft réciproquement attire. Pour juger de la force avec laquelle ces corps attirent les autres, nous l'avons qu'à confidérer deux corps qui s'attirent mutuellement. : [l faut pour lors avoir égard à trois chofes, d'abord au corps attirant, ensuite au corps attiré, & enfin à leur diftance, O 4

216 LETTRES À UNE PRINCESSE puilque la force d'attraction dépend de ces trois points. Soit Tao. III. fig. 4. À le corps attirant, & B le corps attiré; l'un & l'autre sphériques, les corps celestes ayant à-peu-près cette figure. Leur distance alors est estimée par celle de leurs centres À & B, c'est-à-dire, par la ligne droite $\overline{AB}$. Maintenant pour le premier point, qui regarde la quantité du corps attirant À, il faut remarquer que plus ce corps est grand, plus aufi fa force {era grande pour attirer le corps B. Si donc le corps attirant À étoit deux fois plus grand, le corps B en feroit attiré par une force double; sil l'étoit trois fois, par une force triple, & ainfi de fuite, fupposé que la distance de leurs centres fût toujours la meme. : Donc, fi la terre renfermoit plus ou moins de matière qu'elle n'en contient actuellement, tous les corps y eroient attirés avec d'autant plus ou moins de force, ou leur poids feroit d'autant plus ou moins grand. Et comme toute la terre est attirée par le foleil, s'il étoit plus ou moins grand, elle y {eroit attirée avec d'autant plus ou moins de force. Quant au corps Battile corps attirant 4 & la distance AB demeurant les mêmes, il.est à remarquer, que plus-le corps B est grand ou petit, plus auf : force par laquelle il-est attire vers le.corps, fera grande ou petite. Ainfi, fi le corps B SR deux fois plus grand, il fera attiré au corps À avec une force double; s'il. est trois Pi ,*

D'ALLEMAGNE. 194 fois plus grand, il le fera avec une force triple, & ainsi de suite. Pour mieux éclaircir la chose, nous n'avons qu'à mettre la terre au lieu du corps attirant A, & la force dont le corps B est attiré, n'est autre chose que le poids du corps B: or nous savons, que plus ce corps B est grand ou petit, plus aussi son poids est grand ou petit: d'où nous voyons, que tant que le corps attirant A, & la distance AB, demeurent les mêmes, la force dont le corps B est attiré, est précisément la grandeur de ce corps. Pour exprimer cette circonstance, on se sert dans les mathématiques du terme proportionnel, & Von dit, que la force dont le corps B est attiré au corps A, est proportionnelle à la masse du corps B: ce qui signifie, que si la masse du corps B étoit deux, trois ou quatre fois plus grande, la force feroit précisément autant de fois plus, grande. Ainsi fut le premier point, où l'on regarde le corps attirant A, on dit, que la force dont le corps B est attiré au corps A, est: proportionnelle à la masse du corps A, pendant que le corps B avec la distance AB demeurent les mêmes. - Je dois encore observer que, quand on parle ici de la quantité du corps attirant A, où du corps attiré B, on entend la quantité de matière que l'un ou l'autre renferme, & non leur seule étendue. V. À. se fouviendra bien, que les corps différent considérablement à cet égard, & qu'il y en a qui, sous une petite étendue, renferment beaucoup de

A EE ne DS CU GE D A PE EE À mr ché me gerer Ts a eee gt a =
 TE RS ES = DRE Te és hist hd - 2 — = ——— — : — emma = = ZT 2
 == - un — — = RE — — = _ ==SMATE =: = FRE - = 5 E — = D RE EE
 TE 218 LETTRES À UNE PRINCESSE matière, comme l'or, par exemple,
 pendant que d'autres, comme l'air, en renferment fort peu fous une grande
 étendue. Quand il s'agit donc ici des corps, il faut toujours en juger par la
 quantité de leur matière, qu'on nomme auflî leur mafle., Il ne me refte plus
 qu'à examiner le troifieme point, c'eft-a-dire ; la diftance AB des deux
 corps, en fuppofant qu'ils demeurent les memes. Il faut obierver fur cela,
 qu'en augmentant la diftance AB l'attraction diminue, & qu'en la diminuant
 l'attraction augmente, mais fuivant une règle qu'il n'eft pas facile
 d'exprimer. Lorfque la diftance devient deux fois plus grande, la force dont
 le corps B eft attiré vers le corps A, fera deux fois deux ou quatre fois plus
 petite; & pour une diftance triple la force d'attraction devient 3 fois 3,
 c'eft-a-dire, 9 fois plus petite. Si la diftance devient 4 fois plus grande , la
 force d'attraction devient 4 fois 4, ou 16 fois plus petite, & ainfi de fuite.
 Pour une diftance 100 fois plus grande, la force d'attraétion fera donc 100
 fois 100 ou 10000 fois plus petite. D'où l'on voit que pour de très-grandes
 diftances la force d'attradion doit enfin devenir tout-à-fait infenfible. Et
 réciproquement, lorfque la diftance AB eft très-petite, la force d'attraction
 peut être très confidérable, quoique les corps {oient aflez petits. le xx
 Septembre 1760.

D'ALLEMAGNE. 219 Line ge + nov él...

220 LETTRES À UNE PRINCESSE II 12 mult. par II mult. par
 12 I] 24 II 12 quatr  121 quatr  144 Il est clair par ce dernier  xemple, que
 le quarré du nombre 12 est 144; & si l'on veut avoir le quarré d'un autre
 nombre quelconque, comme de 258 il faut multiplier ce nombre par Jui -
 même; & on fera l'opération suivante 258 258 ER LL D d'où l'on voit que
 le quarré de ce nombre 258 est 66564. On 'op rera de même pour tous les
 autres nombres. Puis donc qu'il-faut multiplier la distance des corps par
 elle-même, il est clair que la force d'attraction diminue d'autant que le
 quarré de la distance augmente, ou que le quarré

D'ALLEMAGNE. 221 de la distance devient autant de fois plus grand que la force d'attraction diminue. En traitant ces fortes de fujets, les mathématiciens eme ployent pour se faire entendre, certains termes qu'il est bon d'expliquer, parce qu'on s'en sert quelquefois dans la conversation. Si la force de l'attraction augmentoit en raison du carré de la distance, on la diroit proportionnelle au carré de la distance ; mais puisqu'il arrive précisément le contraire, & que la force d'attraction diminue pendant que le carré de la distance augmente, on emploie le mot réciproquement, pour marquer cette contrariété, en disant, que la force est réciproquement proportionnelle au carré de la distance. C'est une manière de parler géométrique, dont V. A. comprendra parfaitement le sens, qui est le même que je viens d'exposer. Pour juger de la force dont un corps est attiré vers un autre, on l'a donc qu'à remarquer, que cette force est premièrement proportionnelle à la masse du corps attirant, ensuite à celle du corps attiré, & enfin réciproquement au carré de leur distance. D'ER il est d'abord clair que, quoique la terre & les planètes soient aussi attirées vers les AT fixes, cette force doit être absolument insensible, à cause de leur distance prodigieuse. En effet, en supposant la masse d'une étoile fixe égale à celle du soleil, à distances égales, la terre y feroit attirée avec autant de force que vers le soleil; mais puisque la distance de l'étoile fixe est 400000 nt mt os.

222 LETTRES À UNE PRINCESSE fois plus grande que celle du soleil, le carré de ce nombre étant de 160,000.,000,000 ou cent soixante mille millions, la force dont la terre est attirée à cette étoile fixe fera cent soixante millions de fois plus petite que celle dont elle est attirée par le soleil, ce qui feroit une attraction trop petite, pour produire le moindre effet sensible. Par cette raison là force attractive des étoiles fixes ne change rien dans le mouvement de la terre, des planètes & de la lune; mais c'est la force attractive du soleil, qui règle principalement le mouvement de la terre & des planètes, puisque la masse du soleil surpasse plusieurs milliers de fois la masse de chaque planète. , Cependant quand deux planètes s'approchent, en sorte que leur distance devient plus petite que celle du soleil, leur force attractive en est augmentée, & pourroit devenir assez sensible, pour troubler leur mouvement. On s'apperçoit en effet de ce dérangement, ce qui fait une preuve très-forte en. faveur du système d'attraction ou de gravitation universelle; ainsi quand une comète approche beaucoup d'une planète, elle peut bien en altérer le mouvement. le 13 Septembre 1760. "a LR. —" — :

Pa Re Re PIVSEL AA À. comprendra facilement par ce que je viens de dire sur la force, avec laquelle tous les corps célestes sont attirés vers les autres en raison de leur grandeur ou masse, & de leur distance, comment on peut déterminer leur mouvement, pour assigner en tout temps le véritable lieu où se trouvera chaque corps. C'est en quoi consiste la science de l'astronomie, qui dépend de l'exacte connoissance du mouvement des corps célestes, afin d'être en état de déterminer pour chaque moment, tant passé qu'à venir, l'endroit où chaque corps céleste doit se trouver, & en quel lieu du ciel il doit paroître, étant vu de la terre ou d'un autre lieu quelconque du monde, La science qui traite du mouvement en général, est nommée mécanique ou dynamique. Son objet est de déterminer le mouvement des corps quelconques, lorsqu'ils sont poussés par telles forces que ce soit. Cette science est une des principales parties des mathématiques, & ceux qui s'y appliquent font tous leurs efforts pour porter la mécanique à son plus haut degré de perfection. : Leurs recherches sont cependant si profondes, qu'on ne peut pas se vanter encore d'y avoir réfléchi, & qu'il faut se contenter d'y avancer peu-à-peu. Ce n'est que depuis dix ou vingt ans, qu'on y fait des progrès

| j ! | | | | II HE 4 | 1 } D | 224 LETTRES A UNE PRINCESSE äflez
grands, & c'est principalement fur de pareils fujets, que l'académie des
sciences de Paris propolé tous les ans des queftions, auxquelles font
attachés des prix de valeur pour ceux qui réufliflent le mieux. La plus
grande difficulté confifte dans la pluralité des forces dont chaque corps
céleste eft pouflé ou attire vers tous les autres. Si chaque corps n'étoit attire
que vers un feul autre corps, la chofe n'auroit aucune difficulté, & le grand
mathématicien Anglois, Newton, mort en 1728 avoit, le premier,
heureufement détermine le mouvement de deux corps qui s'attirent
mutuellement, ielon la loi dont j'ai eu lhonneur de parler à V. A. Suivant
cette loi, {1 la terre i'étoit attirée que vers le foleil feut, on connoitroit
parfaitement bien le mouvement de la terre: & iln'y auroit plus aucune autre
recherche à faire. Il en feroit de même des autres planètes, de Saturne, de
Jupiter, de Mars, de Venus, de Mercure, fi les corps n'étoient attirés que par
le foleil. Mais la terre étant attirée non - {eulement par lui, mais par tous es
autres corps célestes, la queltion devient infiniment plus compliquée & plus
difficile, à caule de la pluralité des forces dont elle eft agitée.
Heureufement, cependant, on peut négliger les forces dont elle eft attirée
vers les étoiles fixes, .puisque, quelques grandes que joient leurs mafles,
elles font fi prodisieufement éloignées, que les forces, qu'elles exercent fur
la terre, font fi petites, qu'on peut les

D'ALLEMAGNE. 225\$ les laiffer de côté. Le mouvement de la terre & des autres planètes fera donc toujours aufli parfaitement le même, que fi les étoiles fixes n'existoient point. Outre la force du soleil, on n'a donc qu'à considérer les forces avec lesquelles les planètes s'attirent réciproquement. Or ces forces font de même extrêmement petites, en les comparant avec celles dont chaque planète est attirée vers le soleil; parce que la masse du soleil surpasse tant de fois celle de chaque planète, qu'il n'en résulte qu'une force très-petite, en comparaison de celle du soleil. Cependant, puisque ces forces augmentent lorsque les distances diminuent, en sorte qu'une force 4 fois plus grande répond à une distance 2 fois plus petite, qu'une force 9 fois plus petite répond à une distance 3 fois plus grande, & ainsi de suite selon les carrés des nombres, comme je l'ai expliqué dans ma lettre précédente, il feroit bien possible que deux planètes s'approchassent si près, que leur force attractive devint égale à celle du soleil, & la surpât même beaucoup. Heureusement ce cas m'arrive pas dans ce monde, & les planètes restent toujours si éloignées les unes des autres, que leur force attractive est toujours incomparablement plus petite, que celle dont elles sont attirées vers le soleil. C'est pourquoi, sans porter nos vues au-delà de ces connoissances, on peut envisager chaque planète comme n'étant attirée que par la seule force du soleil, & de-là il est aisé de déterminer son mouvement. Toi. I. P

226 LETTRES. À UNE PRINCESSE Ce qui ne peut cependant avoir lieu, que quand on se contente d'une connoissance superficielle du mouvement des planètes; car si l'on veut être instruit plus exactement, il faut avoir égard à ces petites forces dont les planètes agissent les unes sur les autres, d'où résultent "effectivement de petites irrégularités, & des aberrations, dont les astronomes ne s'aperçoivent que trop dans leurs observations: & c'est pour bien connoître toutes ces irrégularités dans le mouvement des planètes, qu'eux-mêmes, ainsi que les mécaniciens, réunissent toutes leurs forces & leur adresse. le 15 Septembre 1760. PRELAN E TELUS Pour mieux éclaircir ce que je viens d'exposer sur le mouvement des corps célestes, & sur les forces qui en sont cause, il est bon de présenter Tab. IV. fig. x. à V. A. le système du monde, ou une description des corps célestes qui le composent. Il faut d'abord observer que les étoiles fixes sont des corps entièrement semblables au soleil, & lumineux d'eux-mêmes, éloignés du soleil & entr'eux par des distances prodigieuses, & dont chacun peut être de la même grandeur que le soleil. j'ai déjà eu l'honneur de dire à V. A. que l'étoile fixe la plus L

D'ALLEMAGNE. hr h, proche de nous, en est au moins 409,000 fois plus éloignée que le soleil. Chaque étoile fixe semble être destinée à échauffer & éclairer un certain nombre de corps opaques, semblables à notre terre, & sans-doute aussi habités qui se trouvent dans son voisinage, mais que nous ne voyons point à cause de leur prodigieux éloignement. Quoiqu'on ne puisse pas s'en assurer par des observations, on l'infère néanmoins de leur ressemblance avec le soleil, qui sert à échauffer & éclairer notre terre, & même encore quelques autres corps semblables, qu'on nomme planètes. On connaît particulièrement fix de ces corps échauffés & éclairés par le soleil; ils ne sont pas en repos, mais chacun d'eux se meut autour du soleil par une route qui diffère peu d'un cercle, & cette route se nomme l'orbite de chaque planète. Le soleil lui-même est à peu-près en repos, ainsi que toutes les étoiles fixes, le mouvement que nous voyons en eux n'étant qu'apparent, & causé par le mouvement de la terre: l'ai donc représenté sur la feuille ci-jointe ce qu'on nomme le système solaire, qui renferme tous les corps opaques qui se meuvent autour du soleil, & qui jouissent des 'avantages qu'il nous procure. La grande tache que J'ai mis vers le milieu avec le signe ©) représente le soleil en repos. Autour de lui sont fixés cercles qui marquent les orbites ou les routes, par-lesquelles les planètes se meuvent autour du soleil. : La planète la plus voisine du soleil est Mercure, F2 Lt amas Re +

22\$ LETTRES À UNE PRINCESSE marqué par le signe ÿ, & la petite tache qui s'y trouve représente le corps de Mercure, qui achève son tour. par son orbite autour du soleil environ en 88 jours. Vient ensuite Vénus, marquée par \$, qui achève ses révolutions autour du soleil en 7 mois à-peu-près. Le troisième cercle est notre terre, qui porte le signe +, & qui achève ses révolutions autour du soleil dans un an, une année n'étant autre chose, que le temps que la terre emploie à parcourir son cercle autour du soleil. Mais pendant que la terre se meut autour du soleil, un autre corps se meut lui-même autour de la terre, en la suivant dans son orbite, c'est la lune, dont le cercle ou orbite est représentée dans la figure D. Les deux premières planètes ÿ & ? n'ont. visiblement point "de corps qui les accompagnent, non plus que Mars dj, qui est la quatrième, & qui parcourt son orbite autour du soleil en 2 ans environ. Le cinquième cercle est celui de Jupiter 2%, qui fait sa révolution en douze ans à-peu-près. Autour de lui se meuvent quatre satellites représentés dans la figure , avec leurs orbites, par les nom.bres 1.223. 4 Enfin le sixième & dernier cercle est l'orbite de Saturne 5, qui met presque 30 ans dans sa révolution autour du soleil. Cette planète est accompagnée dans son cours des cinq satellites marqués par les nombres 1. 2.:3. 4. \$. C'est ainsi que le Système du soleil renferme six planètes principales, Mercure \$, Vénus \$, la Terre &, Mars à,

D'ALLEMAGNE. 229 Jupiter 2, Saturne '6h, & dix fatelktes, favoir, la lune, quatre fatellites de Jupiter , & cinq de Saturne. Ce {yflème contient encore plufieurs comètes, dont le nombre eft inconnu. La figure en repréfente une, dont l'orbite difère de celle des planètes, parce qu'elle eft extrêmement allongée , delorte qu'une comète s'approche tantôt beaucoup du foleil, & tantôt s'en éloigne jufqu'à nous devenir tout-afait invifible. Parmi les comètes on a remarqué une qui achève fes révolutions dans fon: orbite en 7\$ ans environ, & c'elt celle qu'on a vu l'annce dernière. Pour les autres cometes, il eft certain qu'elles mettent plufieursficcles à parcourir leurs orbites; & comme dans les fiécles pañlés on ne les a pas éxaétement obfervées, on ne fait rien de leur retour. Voilà donc en quoi confifte le {yftème du foleil, & il eft très-probable que chaque étoile fixe en ait un femblable, le 17 Septembre 1760. 1084 2 RAS A Cu Des € QDurre ce que j'ai dit à V. À. fur le fyftème folaire, Je dois lui communiquer quelques obfervations pour l'explication des figures. Il faut remarquer d'abord, que les lignes qui marquent les routes que parcourent les plane3

230 LETTRES À (UNE! PRINCESSE tes, en vertu de leur mouvement, n'ont aucune réalité dans les cieux, puifque tout l'efpace du ciel, par lequel les corps céleftes fe meuvent, elt vuide, ou plutôt rempli de cette matière {ubtile qu'on nomme l'éther, dont j'ai eu l'honneur de parler fort amplement à V. A. Enfuite les orbites des planètes n'exiftent pas toutes dans un même plan, comme la figure les préfente ; mais fi l'orbite de la terre avec le foleil eft bien représenté fur le papier, il faut s'imaginer que les orbites des cinq autres planètes font en partie élevées fur le papier & en partie déprimées au-deffous, ou que l'orbite de chaque planète y eft couchée obliquement, faifant avec le papier une interfetion, fous un certain angle, qu'il elt impoffible de repréfenter dans une figure defignée fur le papier. Outre cela, "les orbites des planètes ne font pas des cercles, comme la figure paroît l'indiquer, mais plutôt d'une figure un peu ovale, lune plus, l'autre moins; cependant aucune ne difere confidérablement d'un cercle. L'orbite de Venus eft prefqu'un cercle parfait, mais celle des autres planètes eft plus ou moins ovale, de forte que ces planètes font tantôt plus près du foleil & tantôt plus éloignées. Les orbites des comètes fe diftinguent parce qu'elles font extrêmement ovales ou allongées, comme . je Pai marque dans la figure. Quant à la lune & aux fatellites de Saturne & de Jupiter, leurs orbites font auil prèsque circulaires. Il ne faut pas non plus les concevoir comme étant cou

D'ALLEMAGNE. 231 chées ainfi qu'elles le font fur le plan du papier; car elles ne demeurent pas au même en. droit, mais elles font emportées elles - mêmes autour du foleil avec la planète principale à laquelle elles appartiennent. C'est ainfi qu'il faut entendre les lignes reprélentées dans la figure, L'imagination doit fuppléer à ce qu'il eft impofible de bien repréfenter fur le papier. V. A. comprendra aifément par-là ce que feu Mr. de Fontenelle a voulu dire dans fon livre fur la pluralité des mondes. On nomme quelquefois monde la terre toute entière avec {es habitans,, & chaque planète ,, & même chacun des fatellites, mérite ce nom avec autant de droit, puifqu'il eft plus que vraifemblable, que chacun de ces corps a des habitans comme la terre. Il y auroit donc feize mondes dans le {eul {yfteme du foleil. Et chaque étoile fixe étant un {oleil autour duquel un certain nombre de planètes achèvent leur révolution, & 'dont quelques-unes ont fans-doute leurs fatellites, nous avons prèsque une infinité de mondes femblables à notre terre, attendu que le nombre des étoiles, vues de nos yeux fimples, furpaffe quelques milliers, & que les lunettes nous en découvrent encore un nombre incomparable ment plus grand. Veut-on comprendre fous le nom de monde le foleil avec les planètes & les fatellites qui leur appartiennent, & qui en recoivent leur chaleur & leur lumière, on aura autant de mondes qu'il y a d'étoiles fixes. Mais fi fous le nom de monde on entend la P 4

232 - LETTRES À 'UNE PRINCESSE terre avec tous les corps célestes, ou tous les êtres créés à la fois, il faut faire attention qu'il ne fauroit y avoir qu'un seul monde, auquel on rapporte tout ce qui existe. C'est dans ce sens qu'on prend le terme de monde en philosophie, & en particulier dans la métaphysique, où c'est un dogme, ou une vérité fondamentale, qu'il n'y a qu'un seul monde, assemblage de tous les êtres créés, tant passés, que présents & futurs. Si Mr. de Fontenelle avoit voulu soutenir dans ce sens la pluralité des mondes, il auroit certainement été dans l'erreur. Cependant, quand les philosophes disputent entr'eux si notre monde est le meilleur ou non, ils supposent sans-doute une pluralité de mondes, & plusieurs soutiennent que celui qui existe est le meilleur entre tous les autres qui auroient pu exister. Ils se représentent Dieu comme un architecte, qui ayant voulu créer ce monde, s'est proposé plusieurs plans différents entr'eux, parmi lesquels il a choisi le meilleur, ou celui dans lequel les perfections étoient toutes réunies au plus haut degré; & qu'il a créé celui-ci préférablement à tous les autres. Ce sentiment paroît confirmé par l'histoire de la création, où il est dit expressément que tout étoit parfaitement bien. Mais le grand nombre des maux qui se trouvent dans ce monde, & qui tirent leur origine de la méchanceté des hommes, cause ici un doute fort important, savoir, s'il n'auroit pas été possible de créer un monde tout-à-fait exempt de ces Ve md

D'ALLEMAGNE. 233 maux. Suivant moi il faut bien distinguer entre les plans d'un monde qui ne contient que des êtres corporels, & ceux d'un autre monde qui contient des êtres intelligens & libres. Dans le premier cas, le choix du meilleur feroit sans difficulté, mais dans l'autre, où les êtres intelligens & libres font la principale partie du monde, le jugement du meilleur surpasse infiniment notre portée, & la méchanceté même des êtres libres peut contribuer à la perfection du monde d'une manière inconcevable pour nous. Il paroît que les philosophes n'ont pas fait assez d'attention à cette distinction si essentielle; mais je sens trop mon incapacité pour vouloir entrer dans une question si importante. le 19 Septembre 1760.

LETTRES EXT. Cu. OUR déterminer le mouvement des corps qui composent le système solaire, il faut distinguer les planètes principales, qui sont Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter & Saturne, de leurs satellites, c'est-à-dire, de la lune, des quatre satellites de Jupiter, & des cinq de Saturne. J'ai déjà eu l'honneur de faire remarquer à V. A. que ces fixes planètes sont principalement attirées vers le soleil, ou que la

$\frac{1}{r^2} \left(\frac{1}{r} \right) = \frac{1}{r^3}$ (AU) (il Hi = RER ER —. | = — _ a Er TRS LS
 | mate ns _ — _ |! = D te = . 234 LETTRES A UNE PRINCESSE force avec
 laquelle elles font pouflées vers lui, est incomparablement plus grande que
 les forces dont elles s'attirent mutuellement. La rati{on en est la prodigieuse
 masse du soleil, & que les planètes ne s'approchent jamais tant entr'elles,
 que leur force mutuelle puisse devenir considérable en comparaison de celle
 du soleil. Si les étoiles étoient uniquement attirées vers le soleil, leur
 mouvement feroit assez reculer, & fort aisé à déterminer. Mais les petites
 forces dont les planètes agissent les unes sur les autres y causent quelques
 petites irrégularités, que les astronomes s'occupent à découvrir par les
 observations, comme les mécaniciens à leur tour s'occupent à les
 déterminer par les principes du mouvement. Il s'agit toujours ici de cette
 grande question : Les forces qui agissent sur un corps étant connues, quel
 sera le mouvement de ce Corps ? Or par les principes exposés ci-dessus, on
 connoît les forces à l'action desquelles chaque planète est assujettie. Ainsi le
 mouvement de la terre est un peu dérangé 10. par l'attraction de Venus, qui
 s'approche quelquefois beaucoup de la terre, & 20. par celle de Jupiter, qui,
 à cause de sa grandeur devient considérable, quoiqu'elle soit toujours fort
 éloignée. La masse de Mars est trop petite pour y produire un effet sensible,
 nonobstant la proximité où il se trouve Res & Saturne, quoique sa masse soit
 la plus grande après celle de Jupiter, est \, trop éloigné. La lune, quoique
 très- petite,

D'ALLEMAGNE. 23\$ caufe quelque dérangement, à caufe de fa proximité. La comète de l'année dernière a été fept fois plus proche de nous que le foleil, lorfque fa diftance, étoit la plus petite, il eft donc afez vraifemblable que cette comète peut avoir dérangé le mouvement de la terre; furtout fi {a mafñle étoit confidérable, ce que nous ne favons pas. Si cette comète étoit aufñ grande que la terre, l'effet devroit être très-confidérable ; mais fa petiteffe apparente me fait croire que fon corps eft beaucoup plus petit que celui de la terre, & par conféquent fon effet doit avoir été proportionnellement plus petit. Cependant, lorfque nous vîmes cette comète, elle étoit déjà fort éloignée de nous; dans le tems, où elle étoit le plus près elle nous étoit invifible, & nos antipodes l'auroient vue allez brillante. Ce que je viens de dire {ur les dérangemens caufés dans le mouvement de la terre, a aufñ lieu dans les autres planetes, eu égard à leur mafñle & à leur proximité. Quant à la lune & aux autres fatellites, le principe de leur mouvement elt un peu différent. La lune eft fi près de la terre, que fon attraction furpaññe beaucoup celle du foleil, quoique la mafñle du foleil foit plufieurs milliers de fois plus grande que celle de la terre. De-là vient, que le mouvement de la lune fuit celui de la terre, & qu'elle lui demeure comme attachée, ce qui fait regarder la lune comme un fatellite de la terre. Si la lune avoit été placée beaucoup plus loin de nous,. & que l'attraction vers

D ne md 236 LETTRES À UNE PRINCESSE la terre fut moindre que vers le soleil, la lune feroit devenue une planete principale , & auroit fait ses révolutions autour du soleil ; mais à présent la lune est 390 fois plus pres de la terre que du soleil, d'ou il est aisé de comprendre que l'attraction de la terre peut surpaser celle du soleil. La lune étant principalement attirée par deux forces, celle de la terre. & celle du soleil, il est evident que la détermination de son mouvement doit etre beaucoup plus difficile que celui des planètes principales, qui n'éprouvent que la seule force du soleil , en faisant abstraction des petits dérangemens dont je viens de parler. Aussi le mouvement de la lune a-t-il de tout tems terriblement embarassé les astronomes, & jamais ils n'ont pu parvenir à prédire, pour un tems donné, le lieu de la lune au ciel, sans se tromper considérablement. V. À. comprend aisément que pour prédire une éclipse, tant de lune que de soleil, il faut être en état d'assigner exactement le lieu de la lune. Or dans les siècles passés, quand on a voulu calculer quelque éclipse, on s'est trompé souvent d'une heure on davantage, l'éclipse étant arrivée une heure ou davantage plus tôt ou plus tard qu'on n'avoit trouvé par le calcul. Quelques peines que les anciens astronomes se soient données pour pénétrer le mouvement de la lune, ils sont toujours restés fort éloignés du vrai; ce n'est que depuis que le grand Newton a découvert les véritables forces qui agissent sur la lune.

D'ALLEMAGNE. 237 qu'on s'est approché de plus en plus de la vérité, après avoir vaincu les obstacles qu'on a rencontrés dans cette recherche. } y avois aussi employé bien du temps, & Mr. Meyer de Göttingue, poursuivant la route que j'avois frayée, est enfin parvenu à un point de précision, qu'on ne fauroit presque pousser plus loin. Ce n'est donc que depuis près de dix ans, qu'on peut se vanter d'avoir assez de connoissance sur le mouvement de la lune. C'est depuis ce temslà qu'on est en état de calculer les éclipses si exactement, qu'on ne se trompe pas de plus d'une minute, au lieu qu'on s'étoit souvent trompé auparavant de 8 minutes & au-delà. C'est donc à la mécanique qu'on est redevable de cette découverte importante, qui procure les plus grands avantages, non-seulement à l'astronomie, mais aussi à la géographie & à la navigation. le 23 Septembre 1760. EGE TT RoRYEXTT. La force attractive des corps célestes s'étend non-seulement au corps entier de la terre, mais $\propto \frac{1}{r^2}$ à toutes les parties dont elle est composée. Ainsi tous les corps que nous voyons sur la surface de la terre, sont non-seulement attirés à la terre même, d'où résulte leur pesanteur & le poids de chacun en particulier, mais aussi vers

238 LETTRES À UNE PRINCESSE le {oleil & vers tous les autres corpscéleftes, & cela plus ou moins, felon la grandeur de ces corps & leur diftance. Or il eft évident, que la force dont un corps, une pierre par exemple, eft attirée vers la terre, doit être incomparablement plus grande que celle dont ce meme corps eft attire vers le foleil, les autres planètes & la lune, à caufe de leur grande diftance. Un tel corps étant éloigné du centre de la terre par la diftance du rayon de la terre, eft 60 fois plus éloigné de la lune: fi donc la lune étoit aufli grande que la terre, l'attraction vers la lune feroit 60 fois 60, ou 3600 fois plus petite. que l'attraction vers la terre, ou la pefanteur du corps; or le corps de la lu. ne eft environ 70 fois plus petit que le corps de la terre, d'où la force attrattive de la lune devient encore 70 fois 3600, foit 252000 fois plus petite que fa pelanteur. Enfuite, quoique le foleil foit plufieurs milliers de fois plus grand que la terre, il eft environ 24000 fois plus éloigné de nous que le centre de la terre, & c'eft pourquoi lattraction du foleil fur une pierre, elt extrêmement petite, par rapport à fa péfanteur. V. À. voit donc par-là que la pefanteur des corps terrestres, qui n'eft autre chofe que la force dont ils font attirés vers la terre, ne fauroit être {enfiblement altérée par l'attraction des corps céleites. Cependant, quelque petite que ioit cette attraction, il en réfulte un phénomène très-remarquable, qui a toujours extrêmement tourmente les philofophes : ro tete.

D'ALLEMAGNE, 239 c'est le Aux & le reflux de la mer. On en parle si souvent dans le discours ordinaire , qu'il est devenu presque nécessaire d'en avoir connoissance ; & c'est pourquoi je me propose de présenter à V. À. une description détaillée de ce phénomène singulier, & une explication des causes qui le produisent. Je commence donc par la description du phénomène connu sous le nom de flux & reflux de la mer. On fait que la plus grande partie de la surface de la terre est couverte d'eau, qu'on nomme la Mer ou l'Océan. Ce grand assemblage des eaux est bien différent des rivières & des lacs, qui, suivant les différentes saisons de l'année, contiennent tantôt plus tantôt moins d'eau, pendant que, dans la mer, la quantité d'eau demeure à-peu-près toujours la même. On observe cependant que l'eau de la mer hausse & baisse alternativement deux fois le jour , assez régulièrement. Si, par exemple, dans un port, l'eau se trouve à présent à la plus grande hauteur , elle commencera bientôt à baisser, & cette diminution continue pendant 6 heures, où la hauteur se trouve la plus petite. Elle recommence ensuite à hausser, & cette augmentation dure aussi 6 heures, temps auquel l'eau atteint sa plus grande hauteur. De-là elle baisse de nouveau pendant six heures, & remonte autant de temps; de sorte que dans l'intervalle d'environ 24 heures, l'eau monte & baisse deux fois, & parvient alternativement à la plus grande & à la plus petite hauteur. C'est cette alternative d'augmen

E——— 11 LUE | . j | \ | N jou | À Il | | AU | UE | ' | ! | 'M : | 1h | Î
1 AL. à | V \ h | . L'n : 240 . LETTRES À UNE PRINCESSE tation & de
diminution de l'eau de la mer, qu'on nomme le flux & reflux de la mer: &
en particulier, le flux marque le tems où l'eau monte ou haufle, & le reflux
celui où elle baïffe, ou diminue. Le flux & reflux enfemble fe nomment
aufli la marée. C'est donc fur cette alternative d'élévation & d'abaiffement
de l'eau de la mer que j'aurai l'honneur d'entretenir V. À. On remarque
d'abord, que la différence entre l'élévation & l'abaiffement varie felon la
lune. Dans les pleines & nouvelles lunes Peau haufle plus que dans {es
quartiers 5 & vers le tems des équinoxes, au mois de Mars & de Septembre,
ce mouvement alternatif de la mer est le plus confidérable, On y obferve
aufli une grande différence, {elon la ftuation des côtes. Le flux en quelques.
endroits ne monte pas au-delà de quelques pieds, tandis que dans d'autres il
s'élève jufqu'à 40 pieds & au-delà. C'est au port de Briftol en Angleterre où
les marées font fi grandes. Il est aufli à remarquer que ce phénomène
s'obferve principalement dans l'Océan, où l'eau a une très-grande étendue,
& que dans les mers bornées on reflerrées , comme la. mer Baltique & la
méditerranée, il est peu confidérable. L'intervalle du flux au reflux fuivant
n'est pas auff précifément de 6 heures, mais environ de +1 minutes de plus,
enforte que les mêmes changemens ne répondent pas le lendemain aux
mêmes heures, mais qu'ils arrivent trois quarts d'heure plus tard; & ce n'est
QU al!

D'ALLEMAGNE: 24 qu'au bout de 20 jours qu'ils reviennent à la même heure, ce qui est précisément le tems d'une revolution de la lune; ou d'une nou: elle lune à la suivante: le 26 Septembre 1760: L ET F:R E: LXTIIE À ORSQUE l'eau de la mer s'élève où devient plus haute en quelque'endroit, il ne faut pas s'imaginer que l'eau y soit enflée par quelque qualité interne; comme le lait mis dans un vase sur le feu. L'élévation de la mer est causée par un accroissement réel d'eau qui y coule d'autre part. C'est un vrai courant, qu'on remarque fort bien sur mer; qui amène les eaux dans les lieux où le flux arrive: Pour mieux comprendre cela; il faut considérer que, dans la grande étendue de l'Océan, il y a toujours des endroits où l'eau est basse, pendant qu'elle est haute dans d'autres; & c'est de ces endroits-là qu'elle est transportée dans ceux-ci; Quand donc l'eau s'élève en quelque'endroit; il y a toujours un courant, qui amène l'eau des autres lieux où elle baisse alors. C'est donc une erreur de s'imaginer; comme quelques auteurs, que, pendant le flux de la mer; la masse totale de l'eau devient plus grande; & diminue pendant le reflux: La masse ou le volume de Tor. I: Q

242 LETTRES. A UNE PRINCESSE la mer-entière demeure toujours le même, mais il y règne un mouvement de réciprocation, par lequel l'eau est alternativement transportée de certaines régions dans d'autres ; & quand l'eau est haute quelque part, elle est certainement basse quelque autre part, de sorte que l'accroissement, dans les lieux où l'eau est haute, est précisément égal au décroissement dans ceux où elle est basse. Ce sont ces phénomènes du flux & reflux de la mer, dont les anciens philosophes ont tâché inutilement de découvrir la cause. Le grand Aristote en fut si surpris, lorsqu'il étoit aux Indes Orientales avec Alexandre le grand, qu'il voulut fuir la retraite de la mer dans le reflux; mais le retour des eaux fuivant le surprit tellement, qu'il en fut noyé, & qu'on ne put savoir quelles spéculations il peut avoir faites dans cette funeste expérience. Képler, d'ailleurs grand astronome, & l'ornement de l'Allemagne, a cru que la terre, de même que tous les corps célestes, étoit un véritable animal vivante & a regardé le flux & le reflux de la mer comme l'effet de sa respiration. Selon ce-philosophe, les hommes & les bêtes étoient comme des insectes ou des poux, qui se nourrissoient sur la peau du grand animal. V. A. ne disperse aisément de refuter ce sentiment bizarre. Descartes, ce grand philosophe François, a tâché d'éclaircir plus de lumière dans la philosophie, & a remarqué que le flux & reflux de la mer se régloit principalement sur le mouvement de la lune, ce qui étoit

D'ALLEMAGNE, . : 243 fans contredit, une très-grande découverte, quoique les anciens euflent déjà foupconné cette liaifon entré ces deux phénomènes. Car fi la haute mer, par exemple, ou le flux, arrive aujourd'hui à midi, la mer fera bafle à 6 heures 11 minutes du foir; elle montera 22 minutes après minuit, & baïflera de nouveau a 6 heures 33 minutes le matin du lendemain; & la haute mer ou le flux fuivant arrivera trois quarts d'heure après midi du lendemain, deforte que, d'un jour à l'autre, les mêmes marées retardent de 3 quarts d'heure. Et comme la même chofe précilément fe trouve dans lé mouvement de la lune, qui fe lève toujours 3 quarts d'heure plus tard que le jour précédent, il étoit à préfumer que les marées fuivoient le cours de la lune. Si dans quelqu'endroit, par exemple, le jour de la nouvelle lune, la haute mer arrive à 3 heures après midi : on peut être alluré qu'à l'avenir, tous les jours de la nouvelle lune, la haute mer arrivera confamment à 3 heures apres midi, & que les jours fuivans elle retardera toujours de trois quarts d'heure. De plus, non-feulement le tems où chaque flux & reflux arrive, {uit exactement la lune, mais la grandeur des marées, qui eft variable, fe trouve encore dans une liaifon très-étroite avec la lune. Les marées font les plus fortes par-tout après la nouvelle & la pleine lune, C'eft-à-dire que, dans ces tems-la, l'élévation de Peau eft plus grande que dans Jes autres tems; & après le premier & dernier (2

TRE RE De es De 06 ll || (1 | jh fn || | 244 LETTRES À UNE
 PRINCESSE quartier l'élévation de l'eau pendant le flux est la plus petite.
 Cette belle harmonie entre les marées & le mouvement de la lune doit
 sans doute suffire pour conclure que la principale cause du flux & reflux de
 la mer doit être cherchée dans la lune. Aussi Descartes croyoit-il, que la
 lune, en passant au-dessus de nous, pressoit l'atmosphère ou l'air qui
 environne la terre & que l'air pressant sur l'eau à son tour la faisoit baisser ; il
 auroit donc fallu dans ce cas que l'eau fût basse dans les endroits au- dessus
 desquels se trouve la lune, & qu'elle fit le même effet 12 heures après dans
 la marée suivante, ce qui n'arrive pourtant pas. D'ailleurs la lune est trop
 éloignée de la terre, & l'atmosphère trop basse, pour que la lune puisse
 l'atteindre; & quand la lune ou quelque autre grand corps. passeroit par
 l'atmosphère, il s'en faut beaucoup qu'elle en fût pressée, & moins encore la
 mer refléteroit-elle cette prétendue pression. Cet effort de Descartes pour
 expliquer le flux & reflux de la mer, n'a donc point eu de succès; mais la
 liaison de ce phénomène avec le mouvement de la lune, que ce philosophe a
 si bien développée, a mis ses successeurs en état d'y employer plus
 heureusement leurs lumières. (C'est ce dont j'aurai l'honneur de parler dans
 la suite à V. À. le 30 Septembre 1760,

D'ALLEMAGNE. 24 LEFT ERE TEV. La méthode de Descartes , pour expliquer le flux & reflux de la mer, par la pression de la lune sur notre atmosphère, n'ayant point eu de succès, il étoit plus raisonnable d'en chercher la cause dans l'attraction que la lune exerce sur la terre, & conséquemment aussi sur la mer. La force attractive des corps célestes étant déjà suffisamment constatée par tant d'autres phénomènes, comme j'ai eu l'honneur de le faire voir à V. A. on ne fauroit douter que le flux & reflux de la mer n'en soit la suite. Dès que nous établirons que la lune, ainsi que les autres corps célestes, a la force d'attirer tous les corps en raison de leur masse, & réciproquement en raison du carré de leur distance, on comprend aisément que la mer, corps fluide, ne fauroit être insensible à l'action de cette force, d'autant plus que V. A. aura pu remarquer souvent, que la moindre force est capable d'agiter un fluide. Il s'agit seulement d'examiner, si la force attractive de la lune, telle que nous la supposons, est capable de produire dans la mer l'agitation que nous connoissons sous le nom de flux & reflux, Je suppose que la figure ci-jointe Tab. JIT. fig. \$. représente la terre & la lune. Z est le lieu où l'on voit la lune, au-dessus de la terre. B celui directement opposé, où se trouvent Q 3

RTC RICE: DÉC IT ETE see } : == men —...— EptE-E ps : 2
 2er ES Re AS 2 0 mé mé ET 246 LETTRES À UNE, PRINCESSE les
 antipodes; & C marque le centre de la terre. Or, puifque le point À eft plus
 près de la lune que le point B, un corps eft plus fortement attiré en À vers la
 lune, qu'un autre corps placé en B; & fi nous fuppofons un troifième corps
 femblable, au centre de la terre C, il eft clair que le corps À fera plus
 fortement attiré vers la lune que le corps C, & celui-ci que le corps B,
 puifque le corps À eft plus proche; & que le corps B eft plus éloigné de la
 lune que le corps C. Mais des corps femblables fitués en Æ & en F font
 prefqu'autant attirés vers la lune, que celui qui fe trouve au centre de la
 terre C, puifqu'ils font à la même diftance à-peu-près de la lune que le corps
 C. Nous voyons .par-là que les corps de la terre ne {ont donc pas tous
 également attirés vers la lune. L'inégalité d'attraction dépend de linégalité
 de leur diftance au centre de la luneZ,, de forte qu'un corps de la terre eft
 d'autant plus fortement attiré par la lune, qu'il en eft plus proche, & que
 l'attraction eft d'autant plus petite, qu'il en eft plus éloigné. C'eft à cette
 inégalité de forces, dont les corps diverfement fitués fur la terre font attirés
 vers la lune, qu'il faut principalement faire ici attention ; car fi tous les
 corps étoient attirés également vers la lune, ils obéiroient également à cette
 force , & il n'arriveroit aucun dérangement dans leur fituation mutuelle.
 Que V. A. fe repréfente plufieurs chariots trainés par des for ces
 parfaitement égales, ils feront leur route

D'ALLEMAGNE. 247 en confervant. toujours entr'eux 'le même ordre & les mêmes diftances, mais dès que quelques-uns marcheront plus vite, & d'autres plus lentement, l'ordre fera déranger. Il en eft de même des divers corps-de la terre, -qui font attirés par la lune. Si.ces corps étoient tous également attirés, ils conferveroient entr'eux la même fituation, & nous n'y appercevrions aucun changement; mais dès que les forces, dont ils font attirés à la lune, feront inévaluables, leur ordre & leur fituation feront changés, fi ces corps ne font pas attachés entr'eux par des liens que ces forces ne pourroient rompre, ce qui ne fauroit arriver dans un fluide, tel que la mer, parce que tout fluide a néceffairement la propriété, que toutes {es parties fe féparent aifément les unes des autres, & que chacune peut obéir librement aux impreffions-qui l'agitent. Il eft donc clair, que, dès que les forces qui agüent fur les diverfes parties de la mer ne font pas égales entr'elles, il doit-naitre une agitation -& un dérangement dans fon affiette ordinaire. On vient de voir, que les diverfes parties de la mer font attirées inégalement vers la lune, fuivant qu'elles font inégalement éloignées de fon centre; la mer doit donc- être agitée par la-force de la lune qui changeant continuellement de fituation à legard de la terre, & faifant fa révolution autour d'elle en 24 heures & trois quarts environ, fait éprouver à la mer les mêmes changemens & les mêmes phénomènes ,: après l'inQ 4

\ 2A8 LETTRES À UNE PRINCESSE tervalle de 24 heures & trois quarts, ou que le flux & reflux doivent retarder 'd'un jour à Jautre dé trois quarts d'heure, ce qui eff d'accord avec l'expérience. Il s'agit de montrer à présent comment l'élévation & la dépreffion alternative de la mer, qui fuccèdent par un intervalle de 6 heures & 11 minutes, réfultent de l'inégalité des forces de la lune; c'est ce que je me propoie d'examiner dans la fuite. le 4 Offobre 1760. BE PE RE.- EX V. KZ. A. vient de voir, que la lune ne caufe aucune altération à l'état de la terre, qu'autant qu'elle agit inégalement fur fes différentes parties. La raïon en eft que, fi toutes fes parties éprouvoient la même action, elles en feroient également entraïnces, fans qu'il en réfultat aucun changement dans leur fituation. Mais un corps Tab. II. fig. \$. étant en À, plus proche de la lune que le centre de la terre C, y eft plus fortement attiré qu'un corps en C: il en approchera donc plus vite que le corps en C. Il en réfulte néceffairement, que le corps À s'éloigne du centre € vers la lune; comme sil y avoit deux chariots en À & en C, & que le chariot en À fût tiré vers L'avec plus de farce que celui qui eft en C, le chariot 4

D'ALLEMAGNE. 249 s'eloigneroit du chariot C. C'est ainfi que la force de la lune tend à éloigner le point A du centre C. Or éloigner un corps du centre de la terre, c'est l'élever; & puifqu'il s'agit ici de Veau qui feroit en A, il eft certain que la force de la lune tend à Ever Peau qui eft en A, par une force égale à l'excès dont le point A eft plus fortement attiré vers la lune que le centre C. C'est donc par cette force que la lune flève les eaux qui fe trouvent fur la terre immédiatement au-deffous d'elle. Confidérons à préfent auf un corps en B, oppofé directement au point 4. Ce corps moins attiré par la lune qu'un corps pareil fitué au centre de la terre C, ce centre s'approchera plus de la lune que le point B, qui reftera, pour ainfi dire, en arrière, ainfi qu'un chariot qui matcheroit plus lentement que celui qui le précède. [Il en réfultera, que le point B s'éloignera du centre C, & s'élèvera, puifque s'éloigner du centre de la terre n'est autre chofe que s'élever. Il eft donc évident que la force de la lune tend à élever les eaux, non - {eulement celles qui {e trouvent en 4, mais celles qui font directement oppofées en B, & celles-ci par une force égale à la différence dont le point B eft moins attiré vers la lune que le centre C. Or ceux qui font en 4, ont directement la lune au-deffus d'eux, ou dans leur Zenith; & ceux en B ne voient point du tout la lune, qui occupe alors un lieu dans le ciel directement appofé a leur Zenith, nommé Nadir. On com

LÉ] h il ni! 2 |! Du 2\$© LETTRES À UNE PRINCESSE [1
 prend donc, qu'en quelque'endroit de la mer : HR que ce foit, l'eau doit
 s'élever, tant, lorfque | la lune fe trouve au Zenith de l'endroit, qu'à {on UE
 Nadir, ou quand la lune {e trouve le plus élell vée au-deflus de l'horizon, &
 quand elle eft le * plus au - deflous du même horizon. Dans les tems
 intermédiaires, que la lune eft à l'horizon en {e levant ou fe couchant, elle
 n'exerce aucune force capable d' élever la mer; une petite force contraire
 tend même alors à la faire | baifler. Suivant ce fyftème, dans l'endroit de Wu
 la mer où la lune eft au Zenith, fa force tend à elever l'eau; environ 6
 heures apres, lorfqu'elle eft parvenue à l'horizon, {a force tend à la' faire
 baïfler. Douze heures 22 minutes enfuite, la lune fe trouvant à la plus
 grande profondeur au -deflous de l'horizon, exerce la même force pour
 élever l'eau, & 18 heures 33 minutes encore après, elle remonte fur
 l'horizon, en faifant baifler l'eau, jufqu'a | ce qu'enfin, après 24 heures & 4\$
 minutes depuis le premier terme, elle retourne au Zenith du ciel, où elle
 recommence à élever l'eau comme le jour précédent: & c'eit ce qui
 s'accorde parfaitement avec les expériences. Ces alternatives d'elevations
 & de dépreffions de la || mer, par intervalles de 6 heures & 11 minu|| tes,
 ayant une fi grande conformité avec le ||| Re 2e tee me mn 0 Pémge 3 ie
 summer ee ||| — LS 9 2eme D DER DR PET TN EE mr mouvement de
 la lune, ne laiflent pas douter que le flux & reflux. de la mer ne foit caufe
 par la force attractive de la lune. - Une circon{tance bien remarquable, eft,
 que la lune agit

D'ALLEMAGNE. 2511 également fur la mer en l'élevant, foit qu'elle fe trouve à la plus grande hauteur au-deflus de l'horizon, ou à la plus grande profondeur audeffous. Ce qui a paru d'abord fort étrange aux philofophes, qui s'imaginoient que la lune devoit produire fous l'horizon un effet contraire à celui qu'elle produit au Zenith; mais V. À. verra très-clairement, que la lune produit le même effet dans ces deux pofitions directement oppolées; puifque j'ai démontré dans la figure ci-deflus, que l'effet-de la lune eft le même en À qu'en B. le 7 Ofobre 1760. ee LED TRE LXVIT: Sur ce que J'ai eu l'honneur de dire à V. A. du flux & reflux de la mer; elle verra que le fyftème de Newton, que j'ai fui, eft directement contraire à celui de Descartes. Suivant ce dernier, la lune agit par preffion, & la mer devoit baifler aux endroits fitués directement fous elle; mais felon Newton, elle agit par attraction, & fait élever l'eau dans les mêmes lieux. L'expérience décideroit donc, lequel de-ces deux fyftèmes pouvoit être admis... Il ne faudroit que confulter les obfervations faites à l'égard de l'Océan , & voir fi l'eau monte ou defcend, quand la lune s'y

252 LETTRES À UNE PRINCESSE trouve au Zenith. On y-a effectivement eu recours, mais on a remarqué que, quand la lune se trouve au Zenith ou au Nadir d'un lieu donne, l'eau n'y est ni haute ni basse, & que la haute mer n'arrive que quelques heures après que la lune a pañlé par le Zenith; d'ou, gens qui n'examinent pas les choses à fonds, ont d'abord tiré la conclusion, que ni l'un ni l'autre des deux systèmes n'étoit recevable; & les Cartesiens en ont tiré avantage, croyant que si celui de Newton étoit rejeté, celui de Descartes devoit nécessairement être admis, quoique l'observation rapportée soit autant contraire au système de Descartes, qu'elle paroît l'être à celui de Newton. Mais le système de Descartes est renversé par ce seul phénomène, que la mer se trouve toujours dans le même état après-un terme de 12 heures 22 minutes, ou qu'il est toujours le même, soit que la lune se trouve au-dessus ou au-dessous de l'horizon; & qu'il est impossible à ses défenseurs de montrer comment, la lune étant sur les têtes de nos antipodes, peut produire le même effet que quand elle se trouve au-dessus des nôtres. On le voit Tab. IIT. fig. 6. L'expérience prouve, que l'état de l'eau en A reste le même; soit que la lune se trouve en A, soit au Zenith, ou en N, Nadir de A, & par conséquent Zenith des antipodes en B. L'effet de la lune sur l'eau en A est donc le même dans l'un & l'autre cas. Mais si la lune agit par réflexion, comme Descartes le prétend, —. anse : : es 2 Eu re

D'ALLEMAGNE. 263 il faut que la lune étant en M, fasse baisser l'eau en A, & qu'elle s'élève en N, il est impossible que l'eau éprouve la même pression en 4. Dans le système d'attraction, au contraire, il est incontestable,; que l'action de la lune doit être à-peu-près la même, soit que la lune se trouve en M ou en N, & c'est ce que font voir les observations. Je dois répéter ici une explication précédente, parce qu'elle est de la dernière importance. Lorsque la lune est en A1, le point A est plus près d'elle que le centre C: il est donc plus fortement attiré que le centre C: le point A s'éloignera donc du centre: il s'élèvera donc: donc la lune étant en A tend à élever les eaux en A. Voyons à présent ce que fera la lune en N, où elle parvient 12 heures & 22 minutes après avoir été en A. Puisque le point A est plus éloigné de la lune en N que le centre C, il y sera plus faiblement attiré: le centre C s'avancera donc plus vite vers N que le point A; donc la distance AC deviendra plus grande; le point 4 sera donc plus éloigné du centre C; or s'éloigner du centre de la terre, c'est monter: par conséquent la lune étant en N, fait monter le point 4, ou tend à élever les eaux en 4, comme si la lune étoit en M. L'expérience forme cependant ici une grande objection, puisqu'on observe que la lune étant en A, ou en N, l'eau ne se trouve pas à la plus grande élévation en 4: elle n'y arrive que quelque temps après; Ce qui a fait rejeter tout-à-fait cette explication 'par

2\$4 LETTRES À UNE PRINCESSE quelques perfonnes. Mais V. À. comprendra fa. cilement, que leur jugement eft précipite. Je n'ai pas dit, que, quand la lune eft en A où en N, les eaux fe trouvent à la plus grande hauteur en 4; j'ai dit fimplement, que la force de la lune tend alors à faire monter les eaux. Or les eaux ne fauroient monter en À, que leur quantité ne foit augmentée : il faut donc qu'elles y coulent d'autres endroits, & même fort éloignés: il faut du tems pour qu'une quantite d'eau fuffifante fe foit accumulée : il eft donctres-naturel que la haute mer en À ne doit arriver que quelque tems après que la lune fera paflée par A1 ou N. Il s'en faut donc beaucoup que cette obfervation renverle notre fyftème ; elle le confirme au contraire. Il n'eft pas douteux que la force, qui tend à élever la mer, doit précéder fa plus grande élévation, & même d'un tems aflez confidérable, puifque les eaux doivent y couler d'endroits fort éloignés, c'eftà-dire, de ceux où l'eau doit être bafle, quand elle eft haute en Æ. Si les eaux doivent pañler -par des détroits, ou qu'elles rencontrent d'autres obftacles dans leur courant, la haute mer fera d'autant plus retardée; & fi, dans l'Océan, la haute mer arrive en À deux heures après que la lune a pañlé par Af ou N, elle n'arrive que trois ou plufieurs heures après dans des mers plus reflerrées : ce qui s'accorde parfaitement avec les obfervations. le 11 Offobre 1760.

BE T TR EREXVELE V7'. A. ne doit plus douter que le flux & reflux de la mer ne soit causé par la force attractive de la lune; mais il reste cette difficulté à lever encore, pourquoi l'agitation de la mer est beaucoup plus considérable au tems de la nouvelle & de la pleine lune, qu'à celui de ses quartiers. Si la lune étoit plus près de la terre lorsqu'elle est nouvelle ou pleine, que quand elle est dans ses quartiers, il n'y auroit point de difficulté, puisqu'elle se rapprocherait de la terre. Mais quoique la lune s'approche, tantôt plus, tantôt moins de la terre, la différence feroit toujours trop petite pour occasionner un changement si considérable dans le flux & reflux de la mer. De plus, cette différence ne se règle pas sur les nouvelles & pleines lunes; & il peut arriver que, la lune étant dans ses quartiers, soit plus près de nous, que lorsqu'elle est pleine ou nouvelle. Il faut donc recourir à une autre cause, capable d'augmenter le flux & reflux de la mer aux nouvelles & pleines lunes, & de le diminuer dans les quartiers. Le système d'attraction nous montre d'abord que c'est la force attractive du soleil, qui jointe à celle de la lune fournit la solution complète de tous les phénomènes que le flux & reflux de la mer nous présentent. En effet, tout ce

256 LETTRES À UNE PRINCESSE que j'ai exposé. sur la force de la lune pour mettre la mer en agitation, est encore applicable au soleil, dont la force attractive agit aussi sur toutes les parties de la terre, en attirant avec plus de force celles qui en sont plus proches que les plus éloignées. La force du soleil est même beaucoup supérieure à celle de la lune, puisqu'elle règle principalement le mouvement de la terre, & lui fait parcourir son orbite, Quant à l'agitation qu'elle occasionne dans la mer, elle dépend de l'inégalité de ces forces, en tant que les points de la surface de la terre sont plus ou moins attirés vers le soleil que son centre, ainsi que je l'ai déjà fait voir en expliquant l'action de la lune. Si toutes les parties de la terre étoient attirées également, il ne resulteroit aucun changement dans leur situation mutuelle. Mais quoique la force du soleil soit beaucoup supérieure à celle de la lune, l'inégalité ; par rapport aux diverses parties de la terre, est néanmoins plus petite, par la grande distance du soleil, qui est environ 300. fois. plus éloigné de la terre que la lune. La différence qui se trouve entre la force, dont le centre de la terre & les points de sa surface sont attirés vers. le soleil, est donc très-petite, & après le calcul, on la trouve près de trois fois inférieure à l'inégalité des forces de la lune: la force attractive du soleil seule feroit donc aussi capable de causer le flux & reflux de la mer, mais environ trois fois plus petit que celui qui est causé

D'ALLEMAGNE: 257 Gaufé par la lune: Il est donc évident, que le flux & reflux de la mer est une production compliquée de la force de la lune &, de celle du soleil; ou qu'il y a réellement deux marées, causées l'une par la lune & l'autre par le soleil; nommées marée lunaire; & marée solaire. Celle de la lune, à-peu-près trois fois plus grande, fait son mouvement, & retarde d'un jour à l'autre de trois quarts d'heures; & celle qui fait le mouvement du soleil, répondrait toujours aux mêmes heures du jour, si elle existait seule, ou si n'y avait point de lune: Ces deux marées; la lunaire & la solaire ensemble; produisent donc le flux & reflux de la mer; mais comme l'une & l'autre séparément, font élever & baisser alternativement la mer, quand il arrive que ces deux causes opèrent conjointement à hausser & baisser la mer, son flux & reflux devient d'autant plus considérable; mais quand l'une tend à élever la mer & que l'autre la fait baisser au même endroit; en sorte que leurs effets sont contraires; l'une alors sera diminuée par l'autre; & la marée lunaire le sera par la solaire: Selon donc; que ces deux marées sont d'accord ensemble, ou contraires l'une à l'autre; le flux & reflux sera plus ou moins considérable. Et comme dans les nouvelles lunes le soleil & la lune se trouvent aux mêmes lieux du ciel, leurs effets sont parfaitement d'accord; & le flux & reflux doit être alors le plus grand; étant égal à la somme de deux marées. C'est Toi. T. : K

258 LETTRES À UNE PRINCESSE ce qui aura lieu encore dans les pleines lunes, lorsque la lune est opposée au soleil, puisque nous savons qu'elle produit le même effet, quoiqu'elle se trouve en deux lieux du ciel directement opposés: le Flux & reflux doit donc être le plus grand, dans les nouvelles & dans les pleines lunes. C'est le contraire dans le premier & le dernier quartier de la lune. Lorsque la marée lunaire élève les eaux, la marée solaire les abaisse, & réciproquement: il est donc clair qu'alors le flux & reflux doit être le plus petit, comme on le voit par les observations. On peut encore démontrer par le calcul, que l'effet de la lune ou du soleil, est un peu plus grand, lorsque ces corps se trouvent dans l'équateur du ciel, ou qu'ils sont également éloignés des deux pôles du monde, ce qui arrive au temps des équinoxes, vers la fin des mois de Mars & de Septembre: aussi observe-t-on que les marées sont alors les plus violentes. Il ne reste donc plus aucun doute, que les marées, ou le flux & reflux de la mer, sont causés par la force attractive de la lune & du soleil, en tant que ces forces agissent inégalement sur les diverses parties de la mer; & l'heureuse explication de ce phénomène, qui avait si fort embarrassé nos ancêtres, confirme pleinement le système d'attraction, ou gravitation universelle, sur lequel est fondé le mouvement de tous les corps célestes. le 14 Octobre 1760. :

259 LE T'TR:E LXVATE A près avoir donné à V. À. une idée générale, mais complète, des forces qui produisent les principaux phénomènes dans le monde, & sur lesquelles {ont fondés les mouvemens de tous les corps célestes, il est important de considérer plus exactement ces forces que renferme le système d'attraction. On suppose dans ce système que tous les corps s'attirent mutuellement, en raison de leur masse, & relativement à leur distance, suivant la loi que j'ai eu l'honneur d'expliquer à V. À: L'heureuse explication de la plupart des phénomènes de la nature prouve suffisamment; que cette supposition est fondée solidement, & qu'on peut regarder comme le plus lé mieux constaté, que les corps s'attirent tous les uns les autres: Il s'agit à présent d'approfondir la véritable source de ces forces attractives, ce qui appartient plutôt à la métaphysique qu'aux mathématiques ; @& je ne saurois me flatter d'y réussir aussi bien: Puisqu'il est sûr, que deux corps quelconques sont attirés l'un vers l'autre, on demande la cause de ce penchant mutuel; c'est sur quoi les sentimens sont fort partagés. Les philosophes Anglois soutiennent; que c'est une propriété essentielle de tous les corps de s'attirer mutuellement, un penchant naturel qu'ils KR 2

260 LETTRES À UNE PRINCESSE ont tous les uns pour les autres.-.en vertu du: quel ils s'efforcent de s'approcher, comme s'ils étoient pourvus de fentiment ou de défir. D'autres philofophes regardent ce fentiment comme abfurde, & contraire aux principes d'une philofophie raifonnable. Ils ne nient pas le fait; ils tombent même d'accord qu'il éxifte des forces qui pouffent les corps les uns vers les autres, mais ils {outiennent qu'elles agiflent de dehors {ur les corps, & qu'elles fe trouvent dans l'éther, ou dans cette matière {ubtile qui environne tous les corps, comme nous voyons qu'un corps plongé dans un fluide peut en recevoir plufieurs impreffions qui le mettent en mouvement. Aïnfî, fuivant les premiers, la caufe de l'attraction réfide dans les corps mêmes & dans leur propre nature; &; {elon les derniers; hors des corps, dans le fluide fubtil qui les environne. Dans ce cas le nom d'attraction feroit peu propre, il faudroit dire plutôt, que les corps font poules les uns vers les autres. Mais puifque l'effet eft le même, foit que deux corps foient: pouffés ou attirés réciproquement, le nom d'attraction ne doit pas choquer, pourvu qu'on ne veuille pas décider par-là {ur la nature même de la caufe. Pour éviter toute confufion qui pourroit réfulter de la facon de parler ,. on devroit#plutôt dire , que les corps {e meuvent comme s'ils s'attiroient mutuellement les uns les autres On laifieroit alors indécis:fl les forces qui agifient fur les corps, Ve

D'ALLEMAGNE. 261: réfident dans les corps mêmes, ou hots d'eux. Par- cette manière de parler , chaque parti pourroit être content. Arrétons - nous aux corps que nous rencontrons fur la {urface de la terre. Perfonne ne faurôit douter, que tous 'ces corps ne tombaflent en-bas, des qu'ils ne feroient plus foutenus: & c'est fur la véritable caufe de cette chûte, que roule la queftion. Les uns difent, que c'eit la terre qui attire ces corps, par une force qui lui appartient en vertu de fa nature; les autres , que c'eit l'éther, ou quelqu'autre matiere fubtile & invifible, qui poufle les corps en-bas, deforte que l'eilet elt néanmoins le même dans Pun & lautre cas. Ce dernier fentiment plait davantage à ceux qui aiment des principes clairs dans la philofophie , puifqu'ils ne voient pas comment deux corps éloignés l'un de Pautre 'peuvent -agir l'un fur l'autre, s'il n'y a rien entr'eux. Les autres recourent à la Tou. te-Puiffance divine , & foutiennent que Dieu a revêtu: tous les corps d'une force capable de s'attirer mutuellement. Quoiqu'il ioit dan. gereux de vouloir difputer fur ce que Dieu auroit pu faire, il ef néanmoins certain, que fi l'attraction étoit un ouvrage immédiat de la Toute-Puiffance divine, {ans être fondée dans la nature des corps, ce feroit comme fi l'on difoit que Dieu poufle immédiatement les corps les uns vers les autres, & ce feroient des mi. racles continuels. Suppolons, qu'avant la création du monde Dieu n'eût créé que deux KR 3

262 LETTRES À UNE PRINCESSE corps éloignés l'un de l'autre, qu'il mexiftât abiolument rien hors d'eux, & qu'ils fuflent en repos; feroit il pofhible que l'un s'approchât de l'autre, ou qu'ils euflent un penchant à s'approcher ? Comment l'un fentiroit-il l'autre dans l'éloignement? Comment pourroit-il avoir un défir de s'en approcher ? Ce font des idées qui révoltent ; mais des qu'on {uppose que l'efpace entre les corps eft rempli d'une matière fubtile, on comprend d'abord que cette matiere peut agir {ur les corps en les pouifant: l'effet feroit le même que s'ils s'attixoient mutuellement, Puis donc que nous favons, que tout l'elpace entre les corps célef. tes eft rempli d'une matiere fubtile qu'on nomme l'éther , il femble plus raifonnable d'attribuer l'attraétion mutuelle des corps à une action que l'éther y exerce, quoique la manière nous {oit inconnue , que de recourir à une qualité inintelligible; . Les anciens philofophes {e font contentés d'expliquer les phénomènes du monde par des qualités qu'ils ont nommées occultes, en difant , par exemple, que l'opium fait dormir par une qualité occulte qui le rend propre à procurer le fommeil : c'étoit ne rien dire du tout, ou plutôt vouloir cacher fon ignorance; on devroit donc auf regarder l'attraction comme une qualité occulte, en tant qu'on la donne pour une propriété eflentielle des corps : mais. comme Von tache de bannir aujourd'hui de la philoER — = ù = 1 || je : || fu

. D'ALLEMAGNE. 263 fophie toutes les qualités occultes,
l'attraction ne doit point être confidérée dans ce fens. le 1x8 Offobre 1760.
RP AT IRETECT ZT VEETENNT CNE 97 OS LETTRE LXIX La difpute
métaphyfique , fi les corps peuvent être doués de la force interne de s'attirer
les uns les autres, fans être pouflés par une force extérieure, ne fauroit être
terminée fans une difcuifion plus particulière {ur la nature des corps en
général. Comme cette matière elt de la dernière importance ; non-feulement
dans les mathematiques & la phyfique, mais dans toute la philofophie, V. À.
ne trouvera pas mauvais que je m'étende un peu {ur ce fujet. . D'abord, on
demande ce que c'est qu'un corps? Quelqu'abfurde que paroiffe cette
queftion, puifque perfonne n'ignore la différence qu'il y a entre ce qui eft
corps & ce qui ne l'elt pas, il eft pourtant difficile d'approfondir les vrais
caractères qui conflituent la nature des corps. Les Cartéfiens difent qu'elle
confifte dans l'étendue. & que tout ce qui elt étendu eft un corps. Ils
entendent. bien une étendue à trois dimenfions, & font aflez bons
géomètres, pour favoir qu'une feule dimenfion, ou une étendue felon la
feule longueur, ne donne qu'uR 4

264 LETTRES À UNE PRINCESSE ne ligne, & que deux dimenfions, où il ny a que longueur & largeur, ne forment qu'une furface, qui n'eft pas encore un corps, Pour conitituer un corps, il faut donc trois dimenfions , & tout corps doit avoir une longueur, une largeur & une profondeur ou épait: feur, c'eft-à-dire, une étendue à trois dimen. fions. Mais on demande en même tems, fi tout ce qui a cette étendue, eft un corps ? Ce qui devroit être, fi la définition de def. cartes étoit jufté. L'idée que le peuple fe forme des fpectres, renferme bien une étendue, & cependant on nie que ce foient des corps. Quoique cette idée foit purement imaginaire, elle fert pourtant à prouver que quelque chofe pourroit avoir une étendue, fans être un corps. Outre cela, l'idée que nous avons de } 'efpace ; renferme fans - doute une étendue à trois dimenfions, on convient néanmoins que l'efpace feul n'eft pas un corps; il ne fait que fournir la place que les corps occupent & remoliflent. * Suppofons, que tous ceux qui fe trouvent à préfent dans ma chambre , & même l'air qui y eft, foient anéantis par la Toute-Puiffance divines il y aura encore dans ma chambre la même longueur , largeur, & profondeur ; fans qu'il y ait aucun corps. Voila donc la poffibilité d'une étendue qui ne feroit pas corps. Un efpace fans corps s'appelle un vuide; un vuide eft donc une étendue fans corps. Auffi dit - on fuivant la fuperftition du peuple, qu'un fpec

D'ALLEMAGNE. 7 264 tre a bien une étendue , mais que le corps ou la corporalité lui manque: il est donc clair, qu'il ne fuit pas d'être étendu, & qu'il faut quelque chose de plus encore pour constituer un corps; d'où fuit, que la définition des Cartéfiens n'est pas suffisante. Mais qu'est-il requis; outre l'étendue, pour former un corps ? On répond que c'est la mobilité, ou la possibilité d'être mis en mouvement; car, quoiqu'un corps soit en repos, & qu'il s'y tienne tres-ferme , il feroit pourtant possible de le mouvoir , pourvu qu'il y eût des forces {uffisantes. On exclut par-là l'espace de la classe des corps, puisqu'on comprend que l'espace, qui ne sert qu'à recevoir les corps, reste immobile, quelque mouvement que puissent avoir les corps qu'il contient. - On dit aussi que, par le mouvement, les corps sont transportés d'un lieu dans un autre; par où l'on donne à entendre que les lieux & l'espace demeurent inaltérables: cependant ma chambre, avec le vuide que j'ai supposé ci-dessus, pourroit bien être mue, & l'est bien effectivement, puisqu'elle fuit le mouvement qui emporte la terre elle-même; voila donc un vuide en mouvement sans être corps. Auf la superstition accorde-t-elle du mouvement 'aux spectres, & cela suffit pour prouver, que la mobilité & l'étendue ne constituent pas seules la nature du corps. Il faut quelque chose de plus; il faut de la matière pour constituer un corps; ou plutôt c'est elle qui distingue un corps

- > — Lee Am — Sr ee mE Re. 2. TE : (L ê (14 1% il 14 L
LU || 1 II | RUN Î 1! : 14 | ? Î | IL te l | Ur {1 } \t : 1111 : | 266 LETTRES À
UNE PRINCESSE réel d'une fimple étendue ou d'un fpectre. Nous voilà
donc réduits à expliquer ce que c'est que la matière, fans que l'étendue ne
fauroit être corps. Or la fignification de ces deux termes est tellement la
même, que tout corps est matière, & que toute matière est corps, ainfi nous
ne fommes guères avancés. On découvre cependant aifément un caractere
général , qui convient à toute matière, & par conféquent à tout corps; c'est
l'impénétrabilité, l'impossibilité d'être pénétré par d'autres corps, ou
l'impossibilité que deux corps occupent à la fois la même place. En effet,
c'est l'impénétrabilité qui manque au vuide ou aux fpectres, pour n'être pas
corps, & fi un fpectre, quelque'imaginaire qu'il soit, étoit impenêtrable, c'est-
a-dire, fi on ne pouvoit y pañler la main, fans rencontrer quelques obftacles,
on n'héfiteroit pas de le ranger dans la clafle des corps; mais dès qu'on le
regarde comme pénétrable, on nie fa corporalite. Peut-être objectera-t-on,
qu'on pañle bien la main a travers Peau & l'air, qui font pourtant reconnus
pour corps; ce feroient donc des corps pénétrables, & l'impénétrabilité ne
leroit plus un caractère néceffaire des corps. Mais il faut bien remarquer
que, quand on pañle la main par l'eau, les particules de Peau cedent à la
main, & qu'ou est la main, il ny al plus d'eau. Si la main pouvoit traverser
l'eau, fans que Peau lui cédit la place, en reftant dans le même lieu où fe
trouve la main,

D'ALLEMAGNE. 267 alors elle feroit pénétrable; mais il eff clair que cela n'arrive point. Les corps font donc très-impénétrables, un corps exclut donc toujours du lieu qu'il occupe tout autre. corps, & des qu'un corps entre dans une place, il faut abfolument que celui qui l'occupoit la quitte. C'eft ainfi qu'il faut entendre le terme d'impénétrabilité. | le 21 Offobre 1760. CE PP RE LEEX NPA m'objectera peut-être, contre l'impénétrabilité des corps, l'exemple d'une épange, qui, plongée dans l'eau, en paroît entièrement pénétrée; mais il s'en faut bien, que les particules de léponge le foient tellement, qu'une particule d'eau occupe la même place: avec une particule de l'éponge. On fait plutôt, que l'éponge elt un corps très-poreux, & qu'avant d'être mife dans l'eau, fes pores font remplis d'air; dès que l'eau entre dans les pores de l'éponge, Pair en eft chañlé, & monte en forme de petites bulles, deforte que, dans ce ças, il n'arrive aucune pénétration, ni de lair par l'eau, ni de l'eau par Pair, celui-ci s'échappant toujours des lieux où l'eau entre. Ceft donc une propriété générale & effentielle de tous les corps, d'être impénétrables; & par conféquent on doit convenir de

(Il in | LA Li 1 1 | | MN | {| NE a! 1 : + — re 268 LETTRES À
 UNE PRINCESSE la juſteſſe de cette ‘définition : qu’un corps eſt une
 étendue impénétrable, puifque non-feulement tous les corps {ont étendus &
 impénétrables, mais auſſi réciproquement, que tout ce qui eſt en même tems
 étendu & impenétrable, eſt fans contredit un corps. Le vuide eſt exclu par-là
 de la claſſe des corps; car quoiqu’il ait de l’étendue, l’impénétrabilité lui
 manque, & où il y a du vuide, on peut y mettre des corps, fans que rien ſoit
 chafñlé de ſa place; & on wexclut un ſpectre, quoiqu’imaginaire de la claſſe
 des corps, que parce qu’il eſt pénétrable; car dès qu’on ſ’imagineroit qu’il
 fût impénétrable , on devoit lui accorder une place parmi les corps. Il faut
 encore lever une autre diſculté qu’on-fait contre l’impénétrabilité des
 corps. Il y a, dit-on, des corps qui ſe laiſſent comprimer dans un moindre
 eſpace, comme par exemple la laine, & fur-tout Pair , que nous {avons qu’il
 ſe laiſſe comprimer dans un eſpace juſqu’à mille fois plus petit. Il ſemble
 donc, que les diverſes particules d’air {ont réduites dans le meme lieu, &
 que par confequent elles ſe pénètrent mutuellement; il n’en eſt rien
 cependant, car l’air eſt auſſi un corps, Ou une matière remplie de pores
 vûüides, ou pleins de ce fluide incomparablement plus {ubtil, qu’on nomme
 l’éther. Dans le premier cas, il ne ſe fera aucune pénétration, puifque les
 particules d’air ne font que ſ’approcher davantage entr’elles, en diminuant
 les vuides ; & dans l’autre cas, l’éther trouve

D'ALLEMAGNE. 269 affez de petits pañages pour échapper, quand les pores font comprimés, & que les particules d'air s'approchent ; toujours cependant sans se pénétrer mutuellement. C'est pourquoi il faut employer une plus grande force, quand on veut comprimer l'air davantage : & si il étoit possible de le comprimer au point que toutes ses particules se touchassent, il ne le fera pas de le comprimer davantage, quelque force qu'on voulût y employer; parce qu'une plus grande compression demanderoit la pénétration de la propre matière de l'air. C'est donc une loi nécessaire & fondamentale dans la nature, que deux corps ne faussent se pénétrer mutuellement, où être réduits dans le même lieu; & c'est d'après ce principe qu'il faut chercher la véritable source de tous les mouvemens, & des changemens que nous observons dans celui de tous les corps. Dès que deux corps ne faussent continuer leur mouvement sans se pénétrer, il faut absolument que l'un fasse place à l'autre. Si donc deux corps se meuvent sur une même ligne, soit à gauche l'autre à droite, comme il arrive souvent au billard , & que chacun continuât son mouvement, ils devroient se pénétrer mutuellement; mais cela étant impossible, dès que deux corps viennent à se toucher, il se fait un choc; par lequel le mouvement de chaque corps est changé presque subitement; & ce choc n'est opéré dans la nature, que pour prévenir la pénétration. Le A — — Re

970 LETTRES À UNE PRINCESSE mouvement de chaque corps
n'est précisément changé, qu'autant qu'il le faut pour empêcher toute
pénétration; & c'est en quoi consiste la véritable cause de tous les
changemens qui arrivent dans le monde. Quand on considère attentivement
tous ces changemens, on trouve toujours qu'ils ont lieu pour prévenir
quelque pénétration, qui auroit dû se faire, sans ces changemens. Au
moment que j'écris je remarque, que, si le papier étoit pénétrable, ma plume
le traverseroit librement sans écrire; mais comme le papier soutient la
pression de ma plume humectée d'encre, il en reçoit quelques parties qui
forment ces lettres; ce qui n'arriveroit pas, si les corps se pénétraient. Cette
propriété de tous les corps, connue sous le nom d'impénétrabilité, est donc,
non-seulement de la dernière importance à l'égard de toutes nos
connoissances, mais elle contient aussi le grand secret, par lequel la nature
opère toutes ses productions. Elle mérite donc d'être attentivement
examinée, pour pouvoir expliquer plus clairement à V. A. la nature des
corps, & les principes de tous les mouvemens, qu'un homme loix du
mouvement, tant vantées par les philosophes. le 2^e Octobre 1760,

D'ALLEMAGNE. 271 L'ÉTÉ Er LXXL Tour corps est en repos, où en mouvement. Quelque évidente que paroisse cette distinction, il est presque impossible de juger si un corps se trouve dans l'un ou l'autre état. Le papier que je vois sur ma table, me semble effectivement en repos; mais quand je réfléchis que la terre entière se meut avec cette grande vitesse que j'ai eu l'honneur d'exposer à V. A. il faut absolument que ma maison, ma table & ce papier, soient emportés par le même mouvement : ainsi tout ce qui nous paroît être en repos, a véritablement le même mouvement que la terre. Il faut donc distinguer entre le véritable repos & le repos apparent. Le vrai repos est, lorsqu'un corps demeure constamment dans le même lieu, non par rapport à la terre, mais par rapport à l'univers. Si les étoiles fixes demeuroient toujours aux mêmes lieux de l'univers, elles seroient en repos, quoiqu'elles semblent le mouvoir bien rapidement; mais comme on n'en est pas certain, on ne peut pas dire que les étoiles fixes se trouvent dans un vrai repos. Ce qu'on nomme repos apparent est, lorsqu'un corps conserve la même situation sur la terre; on dit alors qu'il est en repos, mais il faut entendre d'un repos apparent. Il est à préférer aussi, que ces termes de repos & de

. 272 LETTRES A-UNE PRINCESSE mouvement fe font
introduits dans là latigue ; pour marquer plutôt l'apparence que la vérité: &
dans ce fens je puis dire hardiment; que ma table eit en repos, de même que
toute la terre, & que le foleil & les étoiles fixes font en mouvement, &
même dans un mouvement fort rapide; quoiqu'ils foient peut: être
véritablement en repos: (Ce feroit donc attribuer aux termes des idées
étrangeres & purement philofophiques, que de vouloir les confondre avec
ceux de vrai repos & de vrai mouvement: & il eft fort ridicule d'employer;
comme quelques perfonnes, des paflages de l'écriture fainte, pour prouver
que la terre eft en repos, & le foleil en mouvement: Toutes les langues font
introduites pour l'ufage du peuple, & les philofophes font obligés de e
former une langue particulière, Puisque nous ne faurions juger du repos
vrai, il eft. très-naturel que nous jugions en repos les corps qui confervent la
même fituation à l'égard de la terre, comme il eft très-vraifemblable que les
habitans des autres planètes jugent auf du repos, par la même fituation à
l'égard de leur planète. Nous voyons que ceux qui voyagent par mer,
eftiment en tepos les chofes qui confervent la même fitua: tion à l'égard de
jeur vaifleau, & que les côtes qu'ils découvrent ; leur femblent être en
AOBYEMENS fans qu'on puifle leur faire des reproches fur cette manière
de parler. Îlya donc une grande diférence entre le repos & le

D'ALLEMAGNE. 273 le mouvement vrais ou abfolus, & entre le repos & le mouvement apparens ou rélatifs à un corps, qu'on confidère alors comme s'il étoit en repos, quoique peut-être il foit en mouvement. Les principes ou loix du mouvement {e rapportent principalement à l'état abfolu des corps, c'est-à-dire, à leur repos ou à leur mouvement, vrai ou abfolu. Pour découvrir ces loix, on commence par confidérer un corps feul, abstraction faite de tous les autres, comme s'ils n'exiftoient point. Cette hypothefe, quoiqu'impoiffible, peut faire diftinguer ce qui elt opéré par la nature du corps même, de ce que d'autres corps peuvent opérer {ur lui. Soit donc un corps {eul & en repos; on derande, s'il demeurera en repos, ou sil commencera à fe mouvoir ? Comme il n'y a aucune railon 'qui le porte à {e mouvoir d'un côté plutôt que d'un autre, on conclud qu'il demeurera toujours "en repos. La même chofe doit arriver, {uppolant l'exiftence d'autres corps, pourvû qu'ils n'agifent point {ur le corps en queition; d'où fuit cette loi fondamentale: quand un corps Je trouve une fois en repos, €S que rien audehors n'agit [ur lui, il demeurera toujours en repos ; €S pil commençoit a Je mouvoir, la caufe de Jon mouvement feroit hors de lui, deforte qu'il ny à rien dans le corps même ; qui foit capable de le mettre en mouvement. Quand donc, nous voyons qu'un Corps, qui a été en repos; commence à femouvoir, nous pouTon. 1. S

274 LETTRES À UNE PRINCESSE vous être affürés que ce mouvement a.été cau {é par une force extérieure, .puifqu'il n'y a rien dans le corps même qui {oit capable de le mettre en mouvement, & que si étoit feul, & fans communication avec d'autres corps, il feroit toujours refté en repos. Quelque fondée que foit cette loi, qui pourroit aller de pair avec les vérités géométriques, il y a des gens peu accoutumés à examiner les chofes, qui prétendent que l'expérience lui.eft contraire. Ils allèguent l'exemple d'un fil auquel pend une pierre, qui elt en repos, mais qui tombe dès qu'on coupe le fil. Il eft certain, difentils, que l'action par laquelle on coupe le fil, neft pas capable de faire mouvoir la pierre; il faut donc que la pierre tombe par une force qui lui eft propre & interne. Le fait elt certain, mais il eft clair aufli, que la gravité et caule de la chute, & non une force interne dans la pierre. Ils difent encore que la gravité pourroit être une. force intrinfèque attachée à la nature de la pierre, fur quoi il faut remarquer, que la gravité eft produite, ou par une matière {ubtile, ou par l'attraction de la terre. Dans le premier cas, c'eit certainement cette matière {ubtile qui caule la chute de la pierre: dans le fecond, qui paroît favorable à nos adverfaires, on ne fauroit dire non plus que la pierre tombe par une force intrinfèque; c'eft plutôt la terre qui en contient la caufe, & qui opère la chute de la pierre par fa force attractive; car s'il n'y

D'ALLEMAGNE. 279\$ avoit point de terre, ou que la terre fut dépouillée de sa force attractive, ils conviennent que la pierre ne tomberoit pas. Il est donc certain, que la cause de la chute ne réside pas. dans la pierre même : c'est donc toujours une cause externe, soit qu'elle se trouve dans la matière subtile, ou dans la terre, supposé qu'elle soit douée d'une force attractive, comme les partisans de l'attraction le prétendent. Cette difficulté levée, la loi que je viens d'établir subsiste, savoir, qu'un corps, une fois en repos, y demeurera toujours, à moins qu'il ne soit mis en mouvement par quelque cause étrangère. Cette loi doit avoir lieu, pourvu. que le corps ait été, pendant un seul instant, en repos, quoiqu'il se soit auparavant trouvé en mouvement; & dès qu'une fois il a été réduit au repos, il conservera toujours cet état, à moins, qu'il ne survienne quelque cause étrangère qui le mette en mouvement. Ce principe étant le fondement de toute la mécanique ; il étoit nécessaire de le constater le plus solidement qu'il m'a été possible, le 28 Octobre 1760,

276 LETTRES A UNE PRINCESSE ENANE La LES

PETRMEL-XOCTT Je reviens à 'ce corps placé de manière à n'avoir aucune liaifon avec aucun autre. Suppolons que ce corps ait reçu quelque mouvement, par quelque caue que ce soit; il s'agit de favoir ce qui lui arrivera dans la fuite; continuera-t-il à se mouvoir? Ou restera-t-il en repos, subitement, ou après quelque tems ? V. À. doit comprendre que cette question est fort importante, & que toutes les recherches, que nous faisons sur le mouvement des corps, en dépendent. Examinons si, par la voie du raisonnement, nous pouvons parvenir à la décision. Comme le repos est la demeure d'un corps au même endroit, le mouvement est le passage d'un lieu dans un autre; & lorsqu'un corps passe d'un lieu dans un autre, on dit qu'il est en mouvement. Or il y a deux choses à distinguer en tout mouvement, la direction & la vitesse. La direction est le lieu vers lequel le corps est porté par le mouvement; & la vitesse est la qualité par laquelle on dit qu'il parcourt, dans un certain tems, plus ou moins d'espace. Je suis assuré que V. A. a là-dessus des idées plus justes que je ne pourrois lui en fournir par une plus ample explication. Je remarque seulement que, tant qu'un corps conserve la même direction, il meut selon une ligne droite; & réciproque

D'ALLEMAGNE. 277 ment, tant qu'un corps {se meut selon une ligne droite, il conserve la même direction: mais quand il se meut suivant une ligne courbe, il change continuellement de direction. Si donc un corps Tab. III. fig. 7. {se meut dans la ligne courbe ABC, lorsqu'il est en A, sa direction est la petite ligne Ae; lorsqu'il est en B, sa direction est la petite ligne Bb: & en C, la petite ligne Cc.... On prolonge alors ces petites lignes, dont les continuations sont marquées par les lignes droites prolongées AL, BM, CN; & l'on dit, que lorsque le corps passe par A, sa direction est la ligne droite AE, puisque si le corps conservait la même direction qu'il a en A, il ferait mouvement selon la ligne droite AL. Il est donc clair qu'il ne se meut par la ligne courbe, qu'autant qu'il change continuellement sa direction. Et quand il parvient en B, & en C, la direction, dont il s'écarte, est exprimée par les lignes droites BM & CN. Quant à la vitesse du mouvement dans un corps, V: A. comprend aisément ce que c'est que de conserver toujours la même vitesse: c'est ce qui arrive lorsque le corps se meut toujours également vite, ou qu'il parcourt en temps égaux des chemins égaux. Ce mouvement s'appelle uniforme. Ainsi, par exemple; si un corps {se meut de manière qu'il parcourt toujours dix pieds pendant chaque seconde, on dit que ce mouvement est uniforme; si un autre corps parcourait vingt pieds par seconde, S 3

278 LETTRES À UNE PRINCESSE { fon mouvement feroit aufli uniforme, mais fa vitefle feroit deux fois plus grande que la précédente. ÜDe ce que je viens de dire fur le mouvement uniforme, il eft aifée de comprendre ce que c'eft qu'un mouvement qui n'eft pas uniforme; car lorfque la vitefle d'un corps n'eft pas égale, fon mouvement n'eft pas uniforme. En particulier, quand la vitefle d'un corps va en augmentant, fon mouvement {e nomme accéléré ; & quand elle diminue continuellement, on dit qu'il eft rérardeé. Dans ce dernier cas, il pourroit arriver que la vitefle diminuât tellement, que le corps {eroit enfin en repos. Cés remarques {ur la vitefle & la direétion établies, 'je reviens au corps ifolé, que je fuppofe mis en mouvement par quelque caufe que ce Aoit: : Lorfqu'il à commence à {e mouvoir, il aura eu une certaine direction &' une certaine vitelle; & lon demande fi; dans la fuite, il confervera la même direction & la même vitefle, ou sil fouffrira quelque altération ? On ne fauroit dire qu'il {era réduit au repos des le premier infant; car dans ce ças il n'auroit eu aucun mouvement, tout mouvement fuppofant une durée, quelque petite qu'elle foit.. 'Or tant que le mouvement dure, il eft certain que la direction demeurera la même; en effet, on ne fauroit concevoir pourquoi le corps fe détourneroit de fa route d'un côté plutôt que d'un autre; & puifque rien n'arri ve fans raïlon; il s'enfuit que le corps en

'D'ALLEMAGNE. 2779 |. queſtion confervera toujours la même
 direc- || tion, ou, que fon mouvement ſe fera {ur une | ligne droite, ce qui'eſt
 déjà un grand article ! pour décider la queſtion. On ſoutient auſſi | que la
 viteſſe du corps ; dont je parle, ne ſau- | roit changer, parce qu'il faudroit
 qu'elle aug- | mentât ou qu'elle diminuât; & qu'il n'y auſſoit aucune raiſon
 qui put produire ce changement ; d'où lon conclut, que ce corps continuera
 à {e mouvoir toujours avec la même viteſſe, & ſuivant la même direction,
 ou qu'il marchera: continuellement ſuivant une ligne droite, ſans ſ'en
 détourner jamais, & toujours également vite. Ce mouvement l'e fera donc:
 toujours ſur une ligne droite & avec À une égale viteſſe, ſans: être jamais
 ralenti ou | retardé ; le corps ne fera donc jamais réduit | au repos. Ce que
 j'ai dit d'un corps, que j'ai ſuppoſé ſeul, arriveroit de même à notre globe,
 { 1 d'autres corps n'y avoient aucune influence, puifqu'il en feroit alors
 comme ſ'ils n'exiſtoient pas. Voilà donc la queſtion réſolue un corps en
 mouvement, le confervera toujours avec la même direction & la même
 viteſſe, à moins qu'il ne ſurvienne quelque cauſe externe , capable de le
 troubler dans la continuation de fon mouvement. Donc, tant qu'un corps
 n'eſt pas ſoumis à l'action de quelque cauſe externe, il y demeurera en
 repos, ſ'il a été une fois en repos, ou il fera mêm ſuivant une ligne droite
 toujours avec la même / viteſſe, ſ'il a été mis une fois en mouvement; || S 4 :
 (les :

280 LETTRES À UNE PRINCESSE & c'est là la-première & principale-loi de la nature, sur laquelle doit être fondée toute la science du mouvement. Nous-en tirons d'abord cette conséquence, que toutes les fois que nous voyons un corps. qui.étoit en repos se mouvoir, ou un corps qui se meut selon une ligne courbe, ou dont la vitesse change , il est certain qu'une cause externe agit sur lui. Il ne faut point espérer aucun changement, ni dans la direction, ni dans la vitesse, qu'il ne soit opéré par une cause externe. le 10 Novembre 1760. L'EST-ELLE RIBESD'XXL ET QU'IL FAUT ÉTABLIR QUE FOIT LA VÉRITÉ DU PRINCIPE, que tout corps mis en mouvement, continue à se mouvoir avec la même direction & la même vitesse, s'il ne survient pas quelque cause extérieure qui dérange ce mouvement, elle est néanmoins attaquée par, quelques philosophes, qui n'ont jamais fait de grands progrès dans la science du mouvement , pendant que ceux à qui nous sommes redevables de toutes les grandes découvertes qui ont été faites dans cette science, conviennent unanimement, que toutes leurs recherches sont uniquement fondées sur ce principe. Il est combattu par deux sectes de philosophes, dont je vais exposer & réfuter les objections.

D'ALLEMAGNE. 291 Les uns difent que tous les corps ont un panchant naturel pour le repos, qui eft leur état naturel, & que le mouvement eft pour eux un état violent, enforte que, quand un corps elt mis en mouvement, il incline par fa propre nature à retourner à l'état de repos; & qu'il fait des efforts pour arrêter le mouvement, fans y être forcé par quelque caufe externe où étrangère. Ils allèguent en preuve l'expérience, fi convaincante felon eux, que nous ne connoif{ons aucun mouvement dans la nature, où lon ne remarque très-vifiblement cette repugnance naturelle. Ne voyons-nous pas, difent-ils, fur le billard, qu'avec quelque force que nous pouffions une bille, fon mouvement fe ralentit aflez promptement, & qu'elle rentre bientôt dans le repos. Dès que le mouvement d'une horloge n'eft plus entretenu par la force externe dont elle eft montée, il s'arrête & refte en repos. On remarque dans toutes les machines en général, que leur mouvement ne dure pas plus long -tems que les forces externes dont elles font agitées. Ils en concluent que tant s'en faut qu'un corps mis en mouvement le conferve par fa propre nature, qu'il faut, au contraire, employer des forces étrangères pour l'entretenir. V, À. comprend bien que fi cette conclufion. étoit jufte, notre principe feroit renverle de fonds en comble, puifqu'en vertu de ce principe, la bille & les machines mentionnées, une fois mifes en mouvement, devroient conferver toujours le même, à moins

282 LETTRES À 'UNE PRINCESSE que des caules externes n'y occasionnaient quelque changement. Ainfi, dans les expériences rapportées, s'il n'y avoit point de caules externes qui arrêtaient le mouvement, nous {erions bien obligés d'abandonner notre principe. Mais fi nous faifons attention à tout, nous ren: controns tant d'obftacles qui s'oppofent au mouvement, que nous ne faurions plus être {urpris qu'ils {oient fitôt arrêtés. En effet, c'est premièrement, fur le billard, le frottement qui diminue le mouvement de la bille, qui ne fauroit avancer fans fe frotter [ur le drap. L'air, enfuite, étant une matière, caufe aufli une réfiftance capable de diminuer le mouvement des corps: pour la fentir & s'en convaincre il ne faut que pañler la main fort vite par l'air. Il eft donc clair que, fur le billard, c'est le frottement & la réfiftance de l'air, qui s'oppofent au mouvement de la bille, & qui la réduifent bientôt en repos. Or ces caufes font externes, & l'on comprend que, fans ces obftacles, le mouvement de la bille devoit durer toujours. Il en eft de même dans toutes les machines, où le frottement qui agit fur les diverfes parties eft fi confidérable, qu'il eft vifiblement une caufe très-fuffifante pour réduire bientôt la machine au repos. Ayant donc découvert les véritables caufes qui opèrent, dans les cas allegués, l'exftinction du mouvement; & que ces caufes {font externes & hors du corps en mouvement, il eft vifiblement faux que les corps aient de leur nature un panchant au repos.

D'ALLEMAGNE. 283 Notre principe subsiste donc, & acquiert même de nouvelles forces par les objections susmentionnées: tout corps conserve donc toujours le même mouvement qu'il a reçu une fois, s'il ne survient pas des causes étrangères, qui en changent la direction ou la vitesse, ou toutes les deux à la fois. Nous voilà donc délivrés d'une partie des adversaires qui attaquaient notre principe. Les autres sont plus à craindre, puisque ce sont les fameux philosophes Wolffiens. Ils ne se déclarent pas ouvertement contre notre principe, pour lequel ils témoignent même beaucoup de respect; mais ils en avancent d'autres qui lui sont directement opposés. Ils soutiennent que tout corps, en vertu de sa propre nature, fait des efforts continuels pour changer son état; c'est-à-dire, que lorsqu'il est en repos, il fait des efforts pour se mouvoir; & que s'il est en mouvement, il fait des efforts pour changer continuellement de vitesse & de direction. Ils n'allèguent rien en preuve de ce sentiment, si ce n'est quelque raisonnement creux, tiré de leur métaphysique, dont j'aurai occasion de parler un jour à V. A. Je remarque seulement ici, que ce sentiment est contredit par le principe que nous avons si solidement établi, & par l'expérience qui est parfaitement d'accord avec lui. S'il est, en effet, vrai, qu'un corps en repos demeure, en vertu de sa nature, dans cet état, il est sans-doute faux qu'il fasse, en vertu de sa nature, des efforts conti

284 LETTRES À UNE PRINCESSE nuls pour changer d'état. Et s'il est vrai qu'un corps en mouvement conserve, en vertu de sa nature, ce mouvement avec la même direction & la même vitesse, il ne se peut pas, que ce même corps, en vertu de sa nature, fasse des efforts continuels pour changer son mouvement. Ces philosophes, en voulant soutenir en même temps le vrai principe du mouvement, & leur sentiment absurde, se contredisent donc eux-mêmes, & renversent par la leur propre système de philosophie. Il reste donc incontestable, que notre principe est le plus solidement fondé dans la nature même des corps, & que tout ce qui lui est contraire, doit être banni de la vraie philosophie; & ce même principe nous met en état de la purger de quantité d'illusions. On énonce communément ce principe par deux propositions, dont l'une porte, qu'un corps une fois en repos demeure éternellement en repos, à moins qu'il ne soit mis en mouvement par quelque cause externe ou étrangère. L'autre proposition porte, qu'un corps une fois en mouvement, le conservera éternellement avec la même direction & la même vitesse, ou fera porté d'un mouvement uniforme suivant une ligne droite, s'il n'est pas troublé par quelque cause externe ou étrangère. C'est en ces deux propositions que consiste le fondement de toute la science du mouvement, nommée mécanique. le 4 Novembre 1760.

D'ALLEMAGNE. 28\$ LE, TER. LE XXI V: Comme on dit qu'un corps, tant qu'il est en repos, demeure dans le même état, on dit aussi d'un corps en mouvement, qu'autant qu'il se meut avec la même vitesse & selon la même direction, il demeure dans le même état. Demeurer dans le même état ne signifie donc autre chose que rester en repos, ou conserver le même mouvement. Cette manière de parler s'est introduite pour énoncer plus succinctement notre grand principe, que tout corps, en vertu de sa nature, se conserve dans le même état, jusqu'à ce qu'une cause étrangère vienne le troubler, c'est-à-dire, mettre le corps en mouvement lorsqu'il est en repos, ou changer son mouvement. Il ne faut pas s'imaginer que la conservation d'état, dans un corps, renferme qu'il demeure au même lieu : c'est bien ce qui arrive lorsque le corps est en repos; mais lorsqu'il se meut avec la même vitesse, & selon la même direction, on dit également qu'il demeure dans le même état, quoiqu'il change à tout instant de place. Cette remarque est nécessaire, pour ne pas confondre le changement de place avec celui d'état. Si l'on demande à présent, pourquoi les corps demeurent dans le même état, il faut dire qu'ils le font en vertu de leur propre nature. Tous les corps, en tant qu'ils sont composés de matière, ont

286 LETTRES. A UNE: PRINCESSE la propriété de demeurer dans le même état, s'ils n'en font pas détourné par quelque cause externe. C'est donc là une propriété fondée dans la nature des corps, par laquelle ils tâchent de se conserver dans le même état, soit de repos, soit de mouvement. Cette qualité dont tous les corps sont doués, & qui leur est essentielle, se nomme *inertie*, & leur convient aussi de remonter à l'étendue & l'impenétrabilité ; tellement qu'il feroit impossible qu'il y eut un corps sans inertie. (Ce terme d'inertie a d'abord été introduit dans la philosophie, par ceux qui soutenoient que tout corps avoit un penchant pour le repos. Ils envisageoient les corps comme des hommes paresseux, qui préfèrent le repos au travail, & attribuoient aux corps une horreur pour le mouvement, semblable à celle que les hommes paresseux ont pour le travail, le terme d'inertie signifiant à-peu-près la même chose que celui de paresse. Mais quoiqu'on ait connu depuis la fausseté de ce sentiment, & que les corps se soutiennent dans leur état de mouvement comme dans celui de repos, on a retenu le même mot d'inertie, pour marquer en général la propriété de tous les corps de se conserver dans le même état, soit de repos, soit de mouvement. On ne fauroit donc concevoir l'inertie, sans une répugnance pour tout ce qui tendroit à faire changer les corps d'état; car puisqu'un corps, en vertu de sa nature, conserve le même état de mouvement ou de repos, & qu'il ne fauroit en être détourné

D'ALLEMAGNE. ; 287 que par des caufes externes, il s'enfuit que, pour qu'un corps change d'état, il faut qu'il y foit forcé par quelque caule étrangère, fans quoi il demeureroit toujours dans le même état. De là vient qu'on donne à cette caufe externe le nom de force: c'est un terme dont on fe fert communément, quoique beaucoup de ceux qui emploient n'en aient qu'une idée fort imparfaite. V. À. verra par ce que Je viens de dire, que le nom de force fignifie tout ce qui eft capable de changer l'état des corps. Ainfi, quand un corps, qui a été en repos, eft mis en mouvement, C'est une force qui a produit cet effet; & quand un corps en mouvement change de direction ou de viteffe, c'est aufli une force qui a caule ce changement. Tout changement de direction ou de viteffe dans le mouvement d'un corps demande ou une augmentation, ou une diminution des forces. Ces forces font donc toujours hors du corps dont l'état elt changé, attendu que nous avons vu qu'un corps abandonné à lui même conferve toujours le même état, à moins qu'une force de dehors w'agille fur lui. Or l'inertie, par laquelle le corps tend à fe conferver dans le même état, réfide dans le corps même, & en eft une propriété effentielle. Lors donc qu'une force externe change l'état de quelque corps, l'inertie, qui voudroit le maintenir dans le même état, s'oppole à l'action de la force; & de là on comprend que l'inertie eft une qualité {ufceptible de mefure, ou que l'inertie d'un corps peut

288 LETTRES À UNE PRINCESSE être plus ou moins grande que celle d'un autre corps. Or les corps sont doués d'inertie, en tant qu'ils renferment de la matière. C'est même de l'inertie, ou de la résistance qu'ils opposent à tout changement d'état, que nous jugeons de la quantité d'un corps; ainsi l'inertie d'un corps est d'autant plus grande, qu'il contient plus de matière. Aussi avons nous, qu'il faut plus de force pour changer l'état d'un grand corps que celui d'un petit; & nous en concluons que le grand corps contient plus de matière que le petit. On peut même dire que cette {eule circonstance, l'inertie, nous rend la matière {enfinible. Il est donc clair que l'inertie est une quantité, & qu'elle est la même que la quantité de matière qu'un corps contient; & puisqu'on nomme aussi la quantité de matière d'un corps sa mesure, la mesure de l'inertie est la même que la mesure de la mesure. Voilà donc à quoi se réduit notre connoissance des corps en général. Premièrement, nous savons que tous les corps ont une étendue à trois dimensions: en second lieu, qu'ils sont impénétrables; & de là résulte leur propriété générale connue sous le nom d'inertie, par laquelle ils {e conservent dans leur état; c'est-à-dire, que quand un corps est en repos, c'est par son inertie qu'il y demeure, & que quand il est en mouvement, c'est aussi par {on inertie qu'il continue à {e mouvoir avec la même vitesse & {elon la même direction; & cette conservation du même état dure jusqu'à ce qu'il survienne une

D'ALLEMAGNE: 289 üne force extérieure, qui y caufequelque changement. Toutes les fois que l'état d'un corps change, il n'en faut jamais chercher la caufe en lui-même; elle éxifte toujours hors de lui, & c'elt la jufte idée qu'on doit {e former d'une force: le 8 Novembre 1760. PROS ILR Ras Le principe fondamental de la mécanique avec l'idée de l'ixertie que j'ai eu. l'honneur d'expliquer à V: À: nous met en état de rai{onner folidement fur quantité de phénomènes qui fe préfentent dans la nature: En voyant un corps en mouvement; qui marcheroit uniformément {elon-une ligne droite, .c'eft-à-dire, qui conferveroit la même direction & la même vitefle, nous dirions.que la caufe de cette continuation de mouvement ne {e trouve pas hors du corps; mais qu'elle efk renfermce dans fa nature même, - & que c'eft en vertu de fon inertie, qu'il demeure dans le même état: comme; file. corps étoit en repos; nous dirions; gue cela fe fait en vertu de fon #ertie. Nous aurions aufli raifon de dire, que ce corps n'éprouve l'action. d'aucune force externe; ou que s'il y en avoit, .ces forces fe détruifent les unes les autres, deforte qu'il en feroit comme s'il n'y en avoit point: S1 donc l'on demandoit, Tom. I. F

290 LETTRES À UNE PRINCESSE poutquoi ce corps continue à fe mouvoir de cette manicte, la reponde feroit fans difficulté; mais fi l'on demandoit, pourquoi ce corps avoit commente à fe mouvoir ainli? la queition {eroit tout-à-fait diférente. Il faudroit dire que ce mouvement lui a ete imprimé par quelque force externe, s'il étoit auparavant en repos; mais il ne feroit pas poffible de rien aflurer fur la quantité de cette force, puifqu'il f'en refte peut-être plus aucune marque. C'eft donc une queition aflez ridicule, que de demander, qui a imprimé. le mouvement à chaque corps au 'commencement du monde? ou qui étoit le premicr moteur? Ceux qui font cette queition -avouënt donc un commencement, & confequemment une. création ; & ils s'imaginent que Dieu-à créé tous les corps en repos. Or on peut leur répondre; que celui qui a pu créer les corps, a pu leur imprimer le mouvement. Je leur demande à mon tour, s'ils croyent plus facile de créer un corps en repos, que d'abord en mouvement? L'un & l'autre demande également la toute - puiflance de Dieu, & cette queition n'eft plus du reflort de la philofophie. Mais des qu'un corps a reçu le mouvement, il {e conferve par fa propre nature, ou par fon inertie, dans le même état 'où il doit demeurer inaltérablement, tant qu'il n'eft point troublé par quelque caufe étrangère , ou par une force. Toutes les fois donc que nous voyons qu'un corps ne demeure pas dans le. même état, qu'un Corps en repos commence à {e mouvoir, ou

D'ALLEMAGNE. 89 qu'un corps en mouvement change de direction ou de vitesse, nous devons dire que ce changement a été causé hors du corps, & qu'il est causé par une force étrangère. Airnifi, puis: qu'une pierre, que je lâche de la main, tombe en bas; la cause de cette chute est étrangère au corps, & ce n'est pas par sa propre nature que le corps tombe; c'est une force étrangère; & celle qu'on nomme gravité: la gravité n'est donc pas une propriété intrinsèque des corps; elle est plutôt l'effet d'une force étrangère dont il faut chercher la source hors du corps. Cela est géométriquement sûr; quoique nous ne connoissions point ces forces étrangères qui causent la gravité. Il en est de même quand on jette la pierre; on voit bien que la pierre ne se meut pas par une ligne droite, & que sa vitesse ne demeure pas toujours la même: C'est aussi cette force de la gravité, qui change sans cesse dans le corps sa direction ou sa vitesse; sans la gravité, la pierre volerait suivant une ligne droite, toujours avec la même vitesse, & si la gravité s'évanouissait subitement, pendant le mouvement de la pierre, elle continuerait à se mouvoir uniformément selon une ligne droite; & continuerait la même direction & la même vitesse; qu'elle aurait eue à l'instant où la gravité a cessé d'agir: Mais puisque la gravité dure toujours; & qu'elle agit sur tous les corps; on ne doit pas être surpris, qu'on ne rencontre aucun mouvement, où la direction & la vitesse demeurent les mêmes: le cas FE 3

292 LETTRES À UNE PRINCESSE du repos peut bien avoir lieu, quand on tient un corps si fort qu'il le faut pour empêcher sa chute; c'est ainsi que le plancher de ma chambre me soutient & que je ne tombe pas dans la cave. Mais les corps qui nous paroissent en repos, sont emportés par le mouvement de la terre, qui n'étant ni rectiligne, ni uniforme, on ne fauroit dire que ces corps demeurent dans le même état. Aussi, parmi les corps célestes, ne s'en trouve-t-il aucun qui s'en-voie en ligne droite, & toujours avec la même vitesse: ils changent donc continuellement leur état; & même les forces qui causent ce changement continuel ne nous sont pas inconnues; ce sont les forces attractives dont les corps célestes agissent les uns sur les autres. J'ai déjà remarqué que ces forces pourroient bien être causées- par la matière subtile qui environne tous les corps célestes, en remplissant tout l'espace du ciel; mais suivant le sentiment de ceux qui regardent l'attraction comme une force inhérente à la matière, cette force est toujours étrangère au corps sur lequel elle agit. Ainsi, quand on dit que la terre est attirée vers le soleil, on avoue que la force qui agit sur la terre ne réside pas dans la terre même, mais qu'elle a sa source dans le soleil; puisqu'en effet, si le soleil n'existoit pas, cette force seroit nulle. Cependant ce sentiment, que l'attraction est essentielle à toute matière, est sujet à tant d'autres inconvénients, qu'il n'est presque pas possible de lui accorder place dans une philo

D'ALLEMAGNE. 293 fophie raifonnable. Il vaut toujours mieux croire, que ce qu'on nomme attraction eft une force renfermée dans la matière {ubtile qui remplit tout l'efpace du ciel, quoique nous ne fachions pas comment. Il faut s'accoutumer à convenir de fon ignorance fur quantité d'autres chofes importantes. le 11 Novembre 1760. B'ET TRE: LXXVIE A van fait fentir à V. A. la vérité du prin: cipe, que tous les corps, par eux-mêmes, fe confervent toujours daris le même état de repos ou de mouvement; je remarque, qu'en ne consultant la-deffus que Pexpérience, fans approfondir les chofes par le raifonnement, on devroit conclure précifément le contraire, & foutenir que les corps ont toujours un penchant à changer continuellement d'état; puifque nous ne voyons dans le monde, qu'un changement continuel dans l'état des-corps. Mais nous venons de remarquer les chofes qui produifent ces changemens, & nous favons qu'elles ne fe trouvent pas dans les corps dont l'état eft changé, mais hors d'eux : bien loin donc, que le principe que nous avons établi foit contredit par Pexpérience , elle le confirme au contraire. V, À. jugera aifément de là, combien plufeurs F3 x PSS D CE re

294 LETTRES À UNE PRINCESSE grands philofophes, féduits par cette expérien. ce mal-entendue fe trompent en foutenant que tous les corps font doués de forces qui font changer continuellement leur état, C'eft ainfi que le grand Wolf a raifonné; Il difoit, re, FPexperience nous fait voir que tous les corps changent d'état perpétuellement : 29. Tout ce qui eft capable de changer l'état d'urt corps, elt appelle force: 30. Donc tous lestæorps font doués de la force de changer leur état: 4°. Donc chaque corps fait des eHorts continuels pour le changer : 95°, Or cette force ne convient au corps qu'en tant qu'il renferme de la matière: 69. Donc c'eft une propriété de la matiere de changer continuellement fon propre état: 7e. La matière eft un compofe d'une multitude de- parties, qu'on nomme les élemens de la ma. tière: 8°. Donc, puifque le compoile ne fauroit rien avoir qui ne foit fonde dans la nature de {es élemens, il fautque chaque élément foit doué de la force de changer fon propre état. Ces £éléments font des êtres fimples:s car s'ils étoient compoies de parties, ils ne feroient plus des célémens, mais leurs parties le feroient, Or un.etre fimple eft aufli nommé monade; donc chaque monade a la force de changer continuellement fon état. Voilà l'établiflement du fyflème des monades, dont V. À. a peut-être * déjà entendu parler, quoiqu'il ne fañle plus autant de bruit qu'autrefois; & j'ai defigné par chiffres les propofitions {ur lefquelles il eft fon dé, pour pouvoir mieux y rapporter mes ré

D'ALLEMAGNE. 295 fléxions. Il n'y a rien à dire {ur les deux pre. mières ; mais la troifième eft fort équivoque, & tout-à-fait faufle dans le fens où on.la prend. Sans vouloir dire que les forces qui changent Pétat des corps, proviennent de quelqu'efprit, je tombe volontiers d'accord, que celles qui changent l'état de chaque corps, fubfiftent dans les corps, mais dans d'autres corps, & iamais dans celui qui éprouve le changement d'étaf, qui a plutôt une qualité contraire, celle de fe conferver dans le même état, En tant donc que ces forces {ubfiftent dans des corps, on devrait dire que ces corps tant qu'ils ont. certaines liaifons entr'eux,-peuvent fournir des forces, par lefquelles Pétat d'un autre corps eft change. Des-lors la quatrième proportion eft ablolument faufle; & il réfulte plutôt de tout ce qui précède, que tout corps eft doué de la force de demeurer dans le même état, ce qui eft précifément le contraire de ce que: ces: philofophes en ont conclu. Et-je dois remarquer ici, que c'eft nommer fort mal à propos, force, cette qualité des corps, par laquelle ils reftent dans leur état; car fi lon. comprend {ous le mot de force tout ce qui et capable de changer létat des corps, la qualité, par la. quelle ils fe confervent dans le leur, eit.plutôt l'oppole d'une force. C'elt donc: par abus, que quelques auteurs donnent le nom de force à l'inertie, qui efb cette qualité, & qu'ils la nomment force d'inertie. Mais. pour ne pas T 4

— A te te ee AR “ f ; Û LE ————— EE mms -
 "© = — ent D ” = +. s ER — DENT SRE LE SENS mm ES GE se re 1 296
 LETTRES À UNE PRINCESSE disputer fur les termes, quoique cet abus
 puisse jetter dans des erreurs de grossièreres, je retourne au système des
 monades; & puisque la proposition n°. 4. est fautive, les suivantes qui en
 découlent immédiatement, le sont aussi nécessairement; il est donc faux
 aussi, que les élémens de matière, ou les monades, s'il y en a, {oient
 pourvues de la force de changer d'état. On doit préférablement trouver la
 vérité dans la qualité opposée, celle de se conserver dans le même état; &
 par là tout le système des monades est entièrement renversé. Ils cherchoient
 à ramener les élémens de matière dans la classe des êtres, qui comprend les
 esprits & les âmes, doués sans contredit, de la faculté de changer d'état;
 car, pendant que j'écris, mon âme se représente continuellement d'autres
 objets, & ces changemens sont fondés dans mon âme même, & nullement
 hors d'elle. J'en suis très convaincu, & que je suis le maître de mes pensées;
 au lieu que les changements qui arrivent dans un corps, sont l'effet d'une
 force étrangère. Que V. A. y ajoute encore la différence infinie entre l'état du
 corps, qui ne renferme qu'une vitesse & une direction, & les pensées
 de l'âme; & elle sera entièrement convaincue de la fausseté des sentimens
 des matérialistes, qui prétendent, qu'un esprit n'est que le mélange de
 quelque matière. Ces gens-là n'ont aucune connoissance de la véritable
 nature des corps: cependant presque tous les esprits forts adoptent ce faux
 système. le 25 Novembre 1760.

D'ALÉEMAGNE. 297 L'E TE RE EE XV TT, Hz eft fort furprenant fans doute , que fi chaque corps a une difpofition natürliche à {e conferver dans le même état, & à s'oppofer même à tout changement , tous les corps du monde changent cependant perpétuellement leur état. Nous favons bien que ce changement ne fauroit avoir lieu que par une force dont l'exiftence foit hors du corps dont l'état eft changé; mais où faut-il donc chercher les forces qui opèrent ces changemens continuels dans tous les corps du monde, & qui foient cependant étrangères au corps? Faudra - t - il donc {uppofer, outre ces corps qui exiftent, des êtres particuliers qui renferment ces forces? Ou les forces mêmes feroient - elles. des fubftances particulières exiftantes dans le monde? Nous n'y connoiffons que deux efèces d'êtres, dont l'une comprend tous les corps; & l'autre tous les êtres intellectuels, favoir les efprits & les âmes des hommes, & celles des animaux: faudroit-il donc établir dans le monde, outre le corps & les efprits, une troifième efèce d'êtres,.qui foient les forces ? Ou {ont ce les efprits qui changent continuellement l'état des corps ? L'un & l'autre renferme trop d'inconvéniens, pour y acquiefcer. Quoiqu'on ne puiffe pas nier que les âmes des hommes & des bêtes aient le pouvoir de pro

293 LETTRES À UNE PRINCESSE duire des changemens dans leurs corps, il se. roit pourtant absurde de soutenir, que le mouvement d'une bille sur le-billard fut retardé & réduit au repos par quelque'esprit; ou que la gravité fut opérée par un esprit qui pouffait fans-cesse les corps en bas; & que les corps célestes, qui, dans leur mouvement, changent de direction & de vitesse, soient soumis à l'action des esprits, suivant le système de quelques philosophes. de l'antiquité, qui ont assigné à chaque corps céleste un esprit ou un ange qui le conduisoit dans sa route, Or, en raisonnant solidement sur les phénomènes du monde, il faut convenir, qu'à l'exception des corps animés, c'est-à-dire, ceux des hommes & des bêtes, tous les changemens d'état, qui arrivent aux autres corps, sont produits par des causes corporelles auxquelles les esprits n'ont aucune part, Toute la question se réduit donc à examiner, si les forces, qui changent l'état des corps, existent à part, & constituent une espèce particulière d'êtres, ou si elles existent dans le corps ? Ce dernier sentiment paroît d'abord fort étrange; car si tous les corps ont le pouvoir de se conserver dans le même état, comment feroit-il possible qu'ils renfermaient des forces qui tendent à le changer ? En pesant bien toutes ces difficultés, V. À. ne sera pas surpris que l'origine des forces ait été de tout tems la pierre d'achoppement des philosophes.. Tous l'ont regardée comme le plus grand mystère dans la nature, qui se

D'ALLEMAGNE, 299 ra toujours impénétrable aux mortels. F'ef. père cependant de présenter-à V, À une ex. plication fi claire de ce prétendu myftère, que toutes les difficultés, cenfées jufqu'ici inÀ able , S'évanouiront entièrement. Je dis donc, & cela doit paroître bien: étrange, que cette. faculté des corps , par laquelle ils s'efforcent de fe conferver dans le même état, eit capable de fournir des forces qui changent celui des autres. « Je-ne-dis pas, qu'un corps change jamais fo propre état, mais qu'il peut devenir capable de changer celui d'un autre. Pour mettre V. A. en état d'approfondir ce myftère fur l'origine des forces, il fuffra de confidérer deux corps Tab: IL. fig: 4: comme s'ils étoient feuls-au monde. Que le corps À doit en repos, & que le corps B ait reçu un mouvement fuivant la direction BA avec une certaine viteñle, Cela pole, le corps À voudroit toujours. refter en repos ; & le corps B:voudroit continuer fon mouvement felon la ligne droite BA, tou: jours: avec la même vitefle; & l'un: & lautre en vertu de fon inertie. Il arrivera donc que le corps B parviendra à toucher le corps 4; qu'arrivera-t-11 alors? Tant que le corps À relte en repos, le corps B ne fauroit continuer {on mouvement fans pañler à travers du corps À, c'elt-à-dire, fans le pénétrer; il eft donc impoible que chaque corps fe conferve dans fon état fans que l'un pénètre l'autre. Mais cette pénétration ef impoffible, lPimpé

=: 2e cénneetr mom er emmeguete À; - 4m L 300 LETTRES À
 UNE PRINCESSE nètrabilité étant une propriété de tous les corps:étant
 donc impoflible que l'un & lautre fe conferve dans {on état, il faut
 abfolument, que le corps À commence à fe mouvoir pour faire place au
 corps B, afin qu'il puifle continuer {on mouvement, ou que le corps B,
 parvenu à toucher le corps À, foit réduit fubitement au repos, ou que l'état
 de tous les deux foit changé autant qu'il le faut, pour que l'un & l'autre
 puifle enfuite demeurer dans le fien, fans fe pénétrer mutuellement. : Il faut
 donc abfolument que lun ou autre corps, ou tous les deux, fouffrent un
 changement dans leur état; & la caufe de ce 'changement exifte
 infailliblement dans limpé: nètrabilité des corps mêmes; puis donc que toute
 caufe capable de changer l'état des corps, eft nommée force, c'elt
 néceffairement l'impénétrabilité des corps mêmes qui fournit les forces qui
 l'opèrent. En effet, puifque l'impénétrabilité renferme limpoffbilité que les
 corps fe pènètrent mutuellement, chaque corps s'oppofe à toute pénétration,
 juiques dans les moindres parties; &s'oppofer à la pénétration, n'eft autre
 chofe que déployer les forces nceffaires pour l'empêcher: toutes les fois
 donc que deux ou plufieurs corps ne fauroient fe conferver dans leur état
 fans fe pénétrer mutuellement, leur impénétrabilité déploye toujours les
 forces néceffaires pour le changer, autant qu'il le faut pour qu'il n'arrive
 aucune pénétration. C'eft donc limpenétrabilité des

D'ALLEMAGNE: 301 corps qui renferme. la véritable origine des forces qui changent continuellement leur état en ce monde: & c'est là le vrai dénouement du grand mystère qui a tant tourmente les philosophes. le 18 Novembre 1760. L'EST TRE LXXVIEL *;. À. vient de faire un très-grand pas dans la connoissance de la nature, par l'explication de la véritable origine des forces capables de changer l'état des corps; elle peut, à présent, comprendre aisément, pourquoi tous ceux de ce monde sont assujettis à des changemens continuels dans leur état, tant de repos que de mouvement. D'abord, il est sûr que le monde est rempli de matière. Nous savons qu'ici-bas tout l'espace qui se trouve entre les corps grossiers, que nous pouvons toucher, est occupé par l'air, & que quand on le tire de quelque espace, c'est l'éther qui lui succède tout de suite; & qui remplit aussi tout l'espace du ciel entre les corps célestes. Tout étant donc ainsi plein, il est impossible qu'un corps en mouvement le continue un seul instant, sans en rencontrer d'autres à travers lesquels il devrait passer, s'ils, n'étoient pas impénétrables. Et puisque cette impénétrabilité des

! = æ + AD mg mg Te qu US à mr nt 1m 302 LETTRES À UNE PRINCESSÉ corps déploie toujours & par-tout des forcés pour empêcher toute pénétration, ces forces doivent changer continuellement l'état des corps ; il n'est donc point surprenant, que nous observions des changemens continus dans l'état des corps, non-obstant que chacun d'eux fasse des efforts. pour se maintenir dans le même, Si les corps se laissoient pénétrer librement, rien n'empêcheroit que chacun d'eux ne demeurât perpétuellement dans son état; mais étant impénétrables, il en doit résulter nécessairement des forces suffisantes pour prévenir toute pénétration ; & elles n'en résulteront, qu'autant qu'il s'agit d'empêcher que les corps ne se pénétrant. Quand ils peuvent continuer leur état, sans aucune atteinte à l'impénétrabilité, elle n'exerce alors aucune force, & les corps restent dans leur état; ce n'est que pour empêcher la pénétration, que l'impénétrabilité devient active, & fournit des forces {suffisantes pour cela: Quand donc une petite force suffit pour empêcher la pénétration , l'impénétrabilité la déploie seule; mais quelque grande que soit la force requise pour-éviter la pénétration., l'impénétrabilité est toujours en état de la fournir. Ainsi, quoique l'impénétrabilité fournisse ces forces, on ne fauroit dire qu'elle soit douée d'une force déterminée; elle est plutôt en état de fournir toutes sortes de forces, grandes ou petites, {selon les circonstances ; elle en est même une source inépuisable. Tant que le corps font

D'ALLEMAGNE. 303 doués d'impénétrabilité, cette force ne fau. roit tarir: il faut âbfolument que ces forces foient excitées, ou que les corps fe pénètrent, ce qui feroit contraire à la nature. Il faut auflî remarquer, que ces forces ne font jamais l'effet de l'impénétrabilité d'un {eul corps; elles réfultent toujours de celle de tous les corps à la fois; car fi l'un des cotps étoit pé: nètrable, la pénétration auroît lieu fans qu'il fut befoin de force pour changer leur état. Quand donc, deux corps concourent enfemble, & qu'ils ne fauroient demeurer dans leur état fans fe pénétrer, l'impénétrabilité de tous deux s'oppolé également à la pénétration; & cet par eux, conjointement, que la force néceffaire pour empêcher 'dla pénétration elt fournie: on dit alors, qu'ils agiffent l'un {ur l'autre, & la force engendrée par leur impénétrabilité opère l'action qu'ils exercent l'un fur l'autre. Cette force agit fur tous les deux à la fois; car, comme ils voudroient fe pénétrer mutuellement, elle repoulfe lun & l'autre, & empêche ainfi leur pénétration. « Il eff donc sûr, qué les corps peuvent agir les uns fur les autres, & Von parle fi fouvent de l'action des corps, comme l'on dit quand deux billes fe choquent fur le billard, que l'une agit fur l'autre, que cette maniere de parler ne fauroit être inconnue à V. À. Mais il faut bien remarquer, qu'en général, les corps agiffent les uns fur les autres, qu'autant que leur impénétrabilité eff attaquée d'où réfulte une for

804 LETTRES A-UNE PRINCESSE ce capable. de changer l'état de chaque corps; précilément autant qu'il le faut, pour qu'il n'arrive aucune pénétration de force qu'une force moindre ne suffiroit pas pour produire: cet effet. Il est bien vrai qu'une force plus grande empêcheroit aussi la pénétration; mais quand le danger que les corps se pénétrant celle, leur impénétrabilité n'agit plus, & il n'en résulte. que la plus petite force, qui soit capable d'empêcher la pénétration. Puis donc que la force est la plus petite, l'effet qu'elle produit, c'est: à-dire, le changement d'état qu'elle opère, pour empêcher la pénétration {era proportionel; & conséquemment,; quand deux ou plusieurs corps concourent ensemble, en sorte que chacun ne feroit demeurer dans {on état sans pénétrer les autres, il y arrive une action mutuelle, qui est toujours la plus petite; qui soit capable d'empêcher la pénétration. V. À. trouvera donc ici contre toute attente. le fondement du système de feu Mr. de Maupertuis; si vanté & tant contesté. Son principe est celui de la plus petite action, par lequel il prétend que; dans tous les changemens qui arrivent dans la nature, celle qui les opère est toujours la moindre possible. De la manière que j'ai l'honneur de présenter ce principe à V. À. il est évident, qu'il est parfaitement fondé sur la nature même des corps, & que ceux qui le nient ont grand tort, mais moins encore que ceux qui s'en moquent. V. À. aura peut-être déjà remarqué, que certaines per

D'ALLEMAGNE, 30\$ perfonnes peu amies de Mr. de
Maupertuis, faifoient toutes les occafions de {fe moquer du principe de la
moindre action, ainfi que du trou jufqu'au centre de la terre; mais
heureufement, la vérité l'y perd rien. le 22 Novembre 1760. LETTRE
TXREX LortGINE des forces fondée fur l'impénétrabilité des corps, que
j'ai eu l'honneur d'expliquer à V. À: ne détruit pas le fentiment de ceux qui
foutiennent que lame des hommes & celle des bêtes ont le pouvoir d'agit
fur leur corps. Rien n'empêche qu'il n'y ait deux efèces de forces, qui
caufent tous les chancemens dans le monde, L'une, celle des forces
corporelles, qui tirent leur origine de l'impénétrabilité des corps; & l'autre,
celle des forces {pirituelles ; que les ames des animaux exercent {ur leur
corps; mais cette efèce n'opère que {ur les corps animés, que lé créateur a
fi bien diftingués des autres, qu'il n'eft pas permis en philofophie de les
confondre. Mais l'attraction ; regardée comme qualité intrinfeque des corps,
en recoit un coup fort rude; car fi les corps n'agiffent les uns fur les autres
que pour maintenir leur impénétrabilité , Pattraétion ne fauroit 'y "être
rapportée, Deux Tom, I. R V

4 306 LETTRES À UNE PRINCESSE corps éloignés peuvent conferver chacun fon état, fans que leur impeénétabilité y foit intéreflée, & fans, par conféquent , aucune raïfon que l'un agifle fur l'autre, même en lattirant a {oi.. Alors lattraction devroit être rapportée à une troifieme efèce de forces, qui ne {eroient. ni corporelles ni {pirituelles. Mais il eit toujours contre les règles d'une philo{ophie raifonnable, d'introduire une nouvelle efèce de forces, avant que leur éxiftence foit incontestablement démontrée. Il faudroit avoir, pour cela, prouvé fans replique, que les forces dont les corps s'attirent mutuellement, ne fauroient tirer leur origine de Ja matiere fubtile qui les environne ; maïs cette impoffibilité n'eit point encore prouvée. . Il femble au contraire que le créateur ait rempli exprès tous les efaces du ciel d'une matière fubtile, pour donner naïfflance à ces forces, qui poufient les corps les uns vers les autres, conformément à la loi établie ci-devant. fur leur limpénétabilité. En effet, la matière {ubtile pourroit bien avoir un mouvement tel, qu'un corps qui s'y trouve ne fauroit conferver. {on état {ans en être penètré , & il faudroit bien alors que cette force fût tirée. tant de l'impénétabilité de la matière fubtile, que de celle du corps même.: S'il y avoit un feul cas au monde, où deux corps s'attirent fans que l'efpace entr'eux fût rempli d'une matière fubtile, il faudroit bien admettre la réalité de lattraction; mais ce cas n'exif

D'ALLEMAGNE. 307 te point; & par conféquent on a railon d'en douter, & même de la rejeter. Nous ne connoiflons donc que deux fources de toutes les forces qui opèrent ces changemens, l'impénétrabilité des corps & Paction des efprits. Les fectateurs de Wolf rejettent aufli cette derniere, & foutiennent qu'aucun efprit ou fubftance immatérielle ne peut agir fur un corps: & ils font fort embarraslés, quand on leur dit que, felon eux, Dieu même, qui eft une f. prit, n'auroit pas le pouvoir d'agir {ur les corps, ce qui fentiroit fort l'athéifme. Aufl n'y donnent-ils que cette réponfe bien froide, que c'elt par linfinité, que Dieu peut agir fur les corps : mais s'il eft impoffible à un efprit, en tant qu'efprit, d'agir fur les corps, cette impuiffance réjaillit néceffairement fur Dieu même. Et qui pourroit nier que notre ame n'agiffe fur notre corps. Je fuis tellement le maître de mes membres, que Je puis les mettre en action à mon gré. La même chofe peut fe dire aufli des bêtes: & comme fuivant le fyflème de Descartes, dont on a railon de fe moquer, les bêtes ne font que des machines fans aucun fentiment, femblables à une montre, {fuivant les Wolfens les hommes, ne font aufli que de fimples machines. Ces mêmes philofophes, dans leurs fpéculations, vont aufli jufqu'à nier la première efèce de forces, dont ils ne connoiffent rien. Car ne pouvant comprendre comment un corps agit fur un autre, ils en nient l'a@ion V2 JL

Mo em ar pm ts Ts 308 LETTRES À UNE PRINCESSE

hardiment, & foutiennent que tous les chan: gemens qui arrivent dans un corps, font cau{es par {es propres forces. Ce font les mêmes philofophes, dont j'ai déjà eu l'honneur de parier à V. À., qui nient le premier principe de la mécanique fur la confervation du même état; ce qui {uffit pour renverfer tout leur fyftème. Leur égarement, comme je lai dé. ja remarqué ; provient de ce qu'ils ont com. mencé à mal raifonner fur les phénomènes que les corps du monde nous préfentent. Ils ont conclà avec précipitation, de ce qu'on voit prefque tous les corps changer continuellement leur état, qu'ils renferment en euxmemes des forces, par lefquelles ils s'efforcent fans-cefle à le changer , & äils auroient dû en conclure le ccontraire, : C'elt ain. fi qu'en ne confidérant les chofes que fuperficiellement, on fe précipite dans les erreurs les plus groffières. fai deja fait fentir à V. À. le défaut de ce raifonnement; mais une fois tombés dans cette erreur, ils {e font livres aux idées les plus abfurdes. Ils ont d'abord transferé ces forces internes aux premiers élémens de la matière, qui felon eux font des efforts continuels pour changer leur état, & en ont conclù, que tous les changemens auxquels chaque élément eft aflujetti , font produits par {a propre force, & que deux élémens, ou êtres fimples, ne fauroient agir l'un fur l'autre. Cela pofé, les efprits étant des êtres fimples, il falloit les dépouiller de tout

D'ALLEMAGNE. 309 pouvoir d'agir sur les corps (ils en exceptent pourtant l'être suprême) & ensuite, puisque les corps sont composés d'êtres simples, ils ont été obligés de nier aussi que les corps puissent agir les uns sur les autres On avait beau leur objecter le cas des corps qui se choquent, & le changement de leur état qui en est la suite ; trop entêtés de la solidité de leur raisonnement pour l'abandonner , ils aiment mieux dire, que chaque corps, par sa propre nature, opère le changement qui lui arrive, & que le choc n'y fait rien; que ce n'est qu'une illusion, qui nous fait croire que le choc en est la cause; & finissent par vanter beaucoup la subtilité de leur philosophie, que le vulgaire ne saurait comprendre. V. À. est en ce état à présent d'en porter un jugement très-juste. le 2^e Novembre 1760. Fin du premier Volume.

The text on this page is estimated to be only 47.33% accurate

Thu. 4, Rd. 11 Ita

Ton .1 Tab, 17 7. | * 8 di ae ”

Le

The text on this page is estimated to be only 49.42% accurate

ÿ- + 2m — ET manne Le ane A

DMA Oeuvres 01 EUL 2001 293

The text on this page is estimated to be only 42.93% accurate

qe27 Sa9IAI8S 10/09 |[2SUNW ÂQ S10/09 | bOZ 2491 [TAN
860 S/0 600 00 e—————"AlisuoQ JaA185q0 nou £ '\UeUILUNI|| 0GC
£40 090 +0 0- 100 \ rALt €zo | €ti IS 81 10 9+y- 0966 St Gr rz- cac | 62 ce: |
S0'0- so 8t'0- 9+ 0 - GL'0- 090" 0r0 GS 8r 8 bt gare AAA 86 08'EL ver | 6t+
91 98 82 1 C x T0 26 90 46 pa cs 26 6€ iS'€9g ra 36 GG 92 vr 18 6r | PAT
TEA RCE ROUE || ZV6E TT TOME Si8jenue9