GEOMETRIE.

SUR L'HYPOTHESE DU TOURNOYEMENT DE LA TERRE,

Compliquée avec celle de Galilée touchant la pesanteur des Corps.

JUsqu'ici c'étoit une question que de sçavoir si l'hypothêse du tournoyement de la Terre peut s'accorder avec celle de Galilée sur la Pesanteur. De grands Geometres ont pris les deux partis contraires, & l'on ne doit pas en être surpris; ces sortes de questions qui demandent une fine Theorie du mouvement sont par elles-mêmes fort délicates, & elles étoient encore plus difficiles avant la découverte des Infiniment petits. Maintenant M. Varignon ayant en main ses formules des forces centrales, dont nous avons tant parlé, il s'en sert pour décider infailliblement le procés, & il donne en même temps un exemple de l'usage dont elles peuvent être. V. les M. p. 12.

Supposé que la Terre tourne sur son axe, il faut que son Atmosphere la suive, & tourne avec elle d'un mouvement parfaitement égal, car sans cela une Pierre qui tombe verticalement d'une hauteur considerable, ne tomberoit pas sur le même endroit de la terre auquel elle répondoit au commencement de sa chute. D'ailleurs Galilée a supposé que la Pesanteur est une force constante, c'est-à-dire, dont l'action est toûjours égale dans tous les instans de la chute d'un corps, & delà il a conclu que dans une même chute les hauteurs verticales parcouruës en differens temps étoient comme les quarrés des temps employés à les parcourir.

A rassembler ces conditions, un corps tombant en l'air décrit donc une Courbe qui résulte du mouvement circulaire de l'Atmosphere par laquelle il est emporté, & du mouvement en ligne droite imprimée par la pesanteur, & tel que les differentes parties de cette ligne droite sont entre elles comme les quarrés des temps correspondans. La pesanteur est une force centrale que l'on conçoit comme inherente au centre de la Terre, & qui tire les corps vers ce point par des rayons qui y concourent tous. En déterminant l'expression des Infiniment petits de la Courbe que décrit le corps qui tombe, M. Varignon trouve aussi-tôt l'expression de la force centrale qui a part à la description de cette Courbe, & l'on voit que cette force est variable, & non pas constante, comme la suppose Galilée.

Ce qui la rend variable, ou pour parler plus précisément, ce qui rend son action inégale, c'est que de la vitesse qu'elle imprime au Corps selon une ligne droite, le mouvement circulaire, parce qu'il est circulaire, en retranche necessairement une partie, ainsi que le démontre M. Varignon. Delà il suit que le mouvement circulaire en retranche une partie d'autant plus grande, qu'il est plus circulaire, ou décrit un plus petit cercle, ou, ce qui est la même chose, que le Corps approche plus du centre de la Terre. L'action de la pesanteur diminuë donc toûjours à mesure que le Corps qui tombe approche de ce centre, & s'il y arrivoit, elle deviendroit nulle. Aussi voit-on par la formule, qui selon la Theorie de M. Varignon exprime la pesanteur, qu'elle devient dans ce dernier cas infinie, c'est-à-dire que son action, modifiée comme elle doit l'être, étant nulle, il faudroit que la force fût infinie pour agir encore. On voit pareillement que quand le mouvement circulaire est infiniment peu circulaire, c'est-à-dire, quand le Corps tombe d'un point infiniment éloigné du centre de la Terre qui tourne, ou quand

quand elle ne tourne point, & qu'il tombe d'un point qui n'eſt qu'à une diſtance finie de ſon centre, ou quand elle tourne, & qu'il tourne d'une diſtance finie, mais que l'on prend les rayons concourans au centre de la Terre pour paralleles, à cauſe de la grande diſtance où ils concourent, la peſanteur agit toute entiere, & devient une force conſtante.

Il eſt donc certain que ſi la Terre tourne, & ſi l'acceleration de la chute des Corps ſe fait ſelon les quarrés des temps, la peſanteur n'eſt pas une force conſtante, que ſi elle eſt conſtante, l'une ou l'autre de ces ſuppoſitions n'eſt pas vraie, & enfin que ces trois choſes ne ſont compatibles enſemble que priſes deux à deux de telle maniere qu'on voudra.

Il y a même encore plus. Le même raiſonnement par lequel M. Varignon prouve que ſi la Terre tourne, & ſi l'acceleration des chutes ſe fait ſelon le Syſtême de Galilée, la peſanteur n'eſt pas conſtante, prouve qu'elle ne l'eſt pas non plus dans les chutes obliques à l'Horizon, quoique la Terre ſoit ſuppoſée immobile.

Mais tout cela ne doit s'entendre que dans la rigueur geometrique. La formule même de M. Varignon fait voir que dans les deux hypothêſes qui empêchent l'action de la peſanteur d'être égale, ſon inégalité ne pourroit être ſenſible, à moins qu'un Corps ne tombât d'une hauteur ſans comparaiſon plus grande que toutes celles d'où nous pouvons faire des experiences. Car que l'on tire au centre de la Terre deux lignes, l'une qui parte du point d'où le Corps tombe, l'autre du point où il tombe ſur la terre, toute l'inégalité de l'action de la peſanteur eſt renfermée dans la difference de ces deux lignes, & cette difference n'eſt qu'un point par rapport à la longueur de la plus courte, qui eſt de 1500 lieuës. On peut donc ſuppoſer hardiment en Phyſique les trois choſes que la préciſion geometrique rendroit incompatibles, & en effet on les a toûjours ſuppoſées ſans s'appercevoir d'aucune erreur.

Voilà à quoi sert l'exactitude de la Geometrie. Elle nous donne dans toute sa pureté le Vrai, que la Physique & les experiences alterent toûjours, & elle nous fait voir jusqu'à quel point, nous qui ne pouvons éviter de nous tromper, nous nous trompons impunément.

SUR QUELQUES PROPRIETE'S DES PENDULES,

Et de la Parabole par rapport aux Pendules.

V. les M. p. 49.

UN Corps étant suspendu à un fil, si on le tire de son point de repos, qu'on lui fasse décrire un arc quelconque, qui sera necessairement circulaire, & aura pour rayon la longueur du fil, ou du Pendule, & qu'ensuite on laisse retomber ce corps, il décrira en descendant le même arc qu'on lui avoit fait décrire en montant, passera de l'autre côté de son point de repos, & décrira de ce côté là en remontant un arc égal à celui qu'il avoit décrit en descendant par son poids. Cette force qu'il a pour remonter lui vient de ce qu'en descendant pendant toute la premiere moitié de sa vibration, il a acquis de la vitesse par l'acceleration continuelle de sa chute, & comme cette vitesse est toûjours proportionnée à la hauteur d'où il est descendu, & qu'elle est en quelque sorte l'effet, elle est toûjours capable de le faire remonter à cette même hauteur. On suppose ici, selon le Systême de Galilée reçû de tous les Philosophes, que les Vitesses sont comme les racines quarrées des Hauteurs.

La hauteur d'où descend un corps qui décrit un arc circulaire est le *sinus verse* de cet arc. Les sinus verses aussi bien que les *droits*, augmentent avec les arcs, & lorsqu'enfin l'arc est de* 90 degrés, le sinus verse & le droit sont égaux au rayon du cercle. Si une ligne déterminée, qui est le sinus droit ou verse d'un certain arc ou angle dans un cercle déterminé, est prise aussi pour sinus droit ou verse dans un autre cercle, elle sera sinus d'un plus grand arc ou d'un plus grand angle dans un plus petit cercle, & réciproquement.

J'appelle *Axe du mouvement* d'un Pendule, la ligne tirée de son point de suspension à son point de repos. Un Pendule qui vient de décrire en descendant un arc quelconque, étant arrivé à ce point, on suppose que dans cet instant il vienne à être raccourci, de quelque maniere que cela se fasse; il est certain qu'il avoit acquis la force de remonter de l'autre côté de l'axe de son mouvement à la même hauteur ou au même sinus verse d'où il étoit descendu, & il est évident que pour être raccourci, il ne doit rien perdre de cette force. Mais parce qu'il est raccourci, son mouvement se fera dans un plus petit cercle, puisque la longueur du Pendule est toûjours le rayon du cercle où se fait le mouvement, donc le sinus verse qui demeure le même sera sinus d'un plus grand angle, ou, ce qui est la même chose, le Pendule fera un plus grand angle avec l'axe de son mouvement, & s'en écartera davantage que s'il n'eût pas été raccourci. Quand il sera revenu pour la seconde fois à son point de repos, qu'on le raccourcisse encore, il a encore la force de remonter à la même hauteur que la premiere fois, il y remontera, mais en s'écartant encore davantage de l'axe de son mouvement. On voit que cet écart s'augmentera toûjours, tant que l'on continuëra d'accourcir le Pendule, & que la hauteur à laquelle il remontera dans toutes ses vibrations ou révolutions sera toûjours celle qui aura été déterminée par le premier arc qu'il aura décrit en descendant.

Lorsque la longueur du Pendule en diminuant toûjours viendra à être égale à cette hauteur ou à ce sinus verse constant, le Pendule décrira en remontant un quart de cercle entier, & fera un angle droit avec l'axe de son mouvement, ou, ce qui est la même chose, remontera à la hauteur de son point de suspension. Si sa longueur devient encore plus petite, il décrira plus d'un quart de cercle, fera un angle obtus avec l'axe, remontera plus haut que le point de suspension, & enfin quand sa longueur ne sera précisément que la moitié du sinus verse constant, il décrira une demi-circonference, & s'élevera jusqu'à l'axe au-dessus du point de suspension. Delà il tombera perpendiculairement le long de l'axe, & sans décrire aucun arc.

Si de ce point de l'axe jusqu'où le Pendule s'étoit alors élevé, on tire une ligne droite à l'extrémité du premier arc circulaire d'où il est tombé, il est clair qu'à l'exception des deux points extrêmes de cette ligne, il n'y en aura aucun où il se trouve à la fin des vibrations qu'il fera en se raccourcissant toûjours, car cette ligne, puisqu'elle est droite, fait dans toute son étenduë le même angle avec l'axe, & le Pendule au contraire en fait toûjours un plus grand. Tous les points où il se trouvera à la fin de ses vibrations, feront donc une Courbe, puisqu'elle aura deux points communs avec la ligne droite supposée, & ne se confondra pas avec elle. On demande quelle est cette Courbe, en supposant le raccourcissement successif du Pendule toûjours égal & uniforme.

M. Carré trouve par une voïe fort simple, que c'est une Parabole, dont le parametre est double du sinus verse constant. Son sommet est le point où le Pendule s'éleve lorsqu'il s'éleve jusqu'à l'axe, car les Ordonnées de la Courbe sont des perpendiculaires à l'axe du mouvement, tirées de l'extrémité de l'arc où le Pendule s'est élevé, & alors puisqu'il s'est élevé jusqu'à l'axe en décrivant une demi-circonference, l'Ordonnée est nulle. De plus, quand le Pendule s'éleve jusqu'à l'axe, sa longueur, ou, ce qui est alors la même chose, la distance du sommet au point de suspension, est la moitié du sinus verse constant, & par consequent le quart du parametre de la Parabole; donc le point de suspension est le foyer, puisqu'en toute Parabole la distance du sommet au foyer est le quart du paramettre. Ainsi en imaginant que du foyer de la Parabole pris pour centre ſoient décrits ſur differens rayons une infinité d'arcs circulaires, terminés à la circonference de la Parabole, ces arcs ſeront ceux que parcourra le Pendule toûjours raccourci, il les parcourra tous, ſelon M. Carré, avec la même viteſſe, & il eſt vrai que le ſinus verſe, ou la hauteur dont la racine quarrée exprime la viteſſe acquiſe, eſt toûjours la même, & de plus M. Carré trouve qu'il les parcourra en temps égaux, parce que dans la chute accelerée des corps les temps ſont comme les viteſſes.

Si donc une infinité de cercles concentriques étant donnés, on demandoit la Courbe qui les coupât de maniere que les arcs qu'elle détermineroit fuſſent parcourus par un Pendule en temps égaux, ou avec la même viteſſe, cette Courbe ſeroit une Parabole qui auroit pour foyer le centre commun de tous ces cercles ; & ſi de plus la viteſſe que devroit avoir le Pendule étoit déterminée, il faudroit que le parametre de la Parabole fût double de la hauteur d'où le Pendule devoit tomber pour acquerir cette viteſſe. Ce ſont-là de nouvelles proprietés de la Parabole par rapport aux Pendules, quoique d'un côté cette Courbe ſoit ſi connuë & ſi maniée, & que de l'autre les plus habiles Geometres depuis Galilée aïent eu pour la Theorie des Pendules une curioſité particuliere. Mais il n'eſt pas aiſé que la plus longue ſuite des plus profondes recherches, épuiſe rien parfaitement.

En conſiderant le raccourciſſement ſucceſſif du Pendule, nous ne l'avons point pouſſé plus loin que la moitié du ſinus verſe conſtant, & c'eſt alors que le Pendule atteint juſqu'au ſommet de la Parabole ; mais il eſt indubitable qu'il pourroit être encore plus court à l'infini, & quels effets en devroient arriver ? Nous ne les avons pas examinés juſqu'ici, afin de démêler davantage les idées.

On voit alors en jettant les yeux ſur l'équation qui exprime la Parabole, que ſes Ordonnées deviennent imaginaires, & par conſequent le Pendule ne peut plus aller jusqu'à cette Courbe, ce qui est naturel, puisqu'il a parcouru tous ses points jusqu'à son sommet, le dernier de tous, mais ce n'est pas à dire qu'il n'ait plus aucun mouvement. Il s'éleve toûjours jusqu'à un point de l'axe, mais plus bas que le sommet de la Parabole, car quoiqu'il ait une force suffisante pour s'élever jusque-là, son peu de longueur ne le lui permet plus, & moins il a de longueur, plus le point où il s'éleve est bas par rapport à celui où il tend à s'élever. Il a donc une tendance à s'élever qui n'est pas entierement remplie ni satisfaite, & comme, lorsqu'elle l'étoit entierement, il s'élevoit jusqu'au sommet de la Parabole en décrivant une demi-circonference, il doit lorsqu'il ne s'éleve pas tant décrire plus d'une demi-circonference, pour emploïer ce qui lui reste encore de force. On trouve qu'il décrit une circonference entiere autour de son point de suspension lorsque sa longueur est au sinus verse constant comme 2 à 5. Cette détermination dépend de la Theorie des forces centrifuges, car c'en est une veritable que la force avec laquelle le Corps tend à s'élever plus haut qu'il ne peut, & tire le fil qui le tient suspendu, mais nous n'entrerons pas presentement dans cette consideration. Si le sinus verse constant étant toûjours 5, la longueur du fil est entre 2 & 2 $\frac{1}{2}$, le corps ne décrira pas une circonference entiere, mais fera quelques vibrations au-dessus du point de suspension, plus ou moins grandes selon qu'il sera plus ou moins court dans les limites marquées. Si sa longueur est au-dessous de 2, il décrira une circonference & fera de plus quelques vibrations au-dessous du point de suspension, & pourra même recommencer plusieurs fois la même circonference.

Jusqu'ici nous n'avons supposé le Pendule que faisant ses vibrations laterales, & dans un même plan, ce qui est la consideration la plus ordinaire, mais si l'on supposoit qu'il les fit de maniere à décrire la surface d'un Cone droit, & qu'on le conçût toûjours raccourci comme l'on a fait, il faut voir quels changemens s'ensuivroient. Il est facile de les déterminer. L'axe du mouvement du corps, est le même que celui du Cone droit, & la distance où il en est dans sa premiere révolution & avant que d'être accourci, donne la même hauteur à laquelle il est élevé, ou le même sinus verse que s'il faisoit ses vibrations laterales. Ce sinus est encore constant. Au lieu que le Pendule faisant ses vibrations laterales décrivoit par son raccourcissement des arcs de cercles de differens rayons, il décrit maintenant des circonferences entieres, dont les rayons sont les differentes distances de l'extrémité du Pendule à l'axe; au lieu qu'il se trouvoit successivement dans tous les points d'une Parabole, il se trouvera dans tous ceux d'un Solide ou Conoïde parabolique, & comme il parcouroit en temps égaux tous les arcs circulaires terminez à la Parabole, il parcourra de même en temps égaux toutes les circonferences qui composent la surface du Conoïde. Dans le cas où il s'élevoit à la hauteur de son point de suspension, & faisoit un angle droit avec l'axe, il s'élevera encore à cette hauteur, & fera ce même angle, mais il décrira autour de son point de suspension un cercle horizontal; & dans le cas où il s'élevoit au sommet de la Parabole, il s'élevera au sommet du Conoïde parabolique, & décrira au tour de ce point un cercle infiniment petit, qui répondra à l'Ordonnée nulle de la Parabole. S'il manque encore quelque chose à cette comparaison, il est trop aisé de le suppléer.

SUR LES ROULETTES.

Lorsque M. Nicole apporta à l'Academie son Problême general sur les Roulettes, dont nous avons parlé dans l'Hist. de 1706 *, il étoit étranger, mais depuis étant devenu membre de la Compagnie, il lui a fait revoir ce même Problême, & elle le donne maintenant comme une chose qui lui appartient. V. les M. p. 81. * p. 94.

L'exemple de cette Theorie suffiroit seul pour prouver complet. M. Descartes s'étoit contenté d'énoncer simplement ses vûës, & d'une maniere si succincte, qu'il a eu besoin de Commentateurs. M. de l'Hôpital les rend tous inutiles, & il va beaucoup plus loin qu'eux. Il falloit à M. Descartes un tel Interprete, ou plutôt un tel successeur de son genie.

ASTRONOMIE.

SUR LA SECONDE INEGALITE'
DES SATELLITES DE JUPITER,

Les observations des Satellites de Jupiter faites par l'Academie depuis l'an 1670. jusqu'en 1675, découvrirent dans leurs mouvemens une inégalité que l'on n'y connoissoit pas encore. On voyoit quelquefois le premier Satellite, par exemple, sortir de l'ombre de Jupiter plus tard qu'il n'auroit dû faire selon le calcul des Tables, qui d'ailleurs répondoit assés juste aux observations, & quelquefois il en sortoit précisément dans le temps prescrit par le calcul. Cette inégalité n'étoit point assés legere pour être attribuée à de petites erreurs qui se glissent toûjours dans les operations les plus exactes, elle alloit dans son plus grand excés jusqu'à 14.' V. les M p. 25.

M. Cassini, & M. Roëmer, alors membre de l'Academie, l'ayant examinée de prés, trouverent qu'elle se rapportoit aux differentes distances de Jupiter à la Terre, ou, ce qui revient au même, à ses diverses configurations avec le Soleil, qu'immediatement aprés une opposition de Jupiter au Soleil, qui est le temps où Jupiter est le plus proche de nous, le premier Satellite sortoit de l'ombre de Jupiter dans le temps marqué par les Tables, qu'enſuite il en ſortoit toujours plus tard, juſqu'à ce qu'enfin il en ſortit 14′ plus tard, proche la conjonction de Jupiter au Soleil, qui eſt le temps où Jupiter eſt le plus éloigné de nous, & où il l'eſt plus que dans l'oppoſition de toute l'étenduë du diametre de l'Orbe annuel décrit par la Terre autour du Soleil. Comme cette inégalité du mouvement du Satellite ſembloit dépendre de ce que Jupiter & lui ſont vûs de la Terre & non du Soleil, on l'appella *ſeconde* inégalité, ſelon les principes établis dans l'Hiſt. de 1704.*.

* p. 70.

Une conjecture fort ingenieuſe ſur la cauſe de cette inégalité ſe preſenta d'abord aux deux Aſtronomes. Ils conçûrent que le mouvement de la Lumiere n'étoit pas *inſtantanée*, comme l'avoient crû juſque-là tous les Philoſophes, mais qu'elle emploïoit quelque temps à ſe répandre, que cela ſuppoſé, ſi le Satellite ſortoit plus tard de l'ombre quand nous étions plus éloignés de lui, ce n'étoit pas qu'il en ſortît effectivement plus tard, mais que ſa lumiere avoit été plus de temps à venir juſqu'à nous, parce que, pour ainſi dire, nous avions fui devant elle.

M. Caſſini propoſa cette penſée dans un Ecrit qu'il publia au mois d'Aouſt 1674, pour annoncer aux Aſtronomes la ſeconde inégalité qu'il avoit découverte dans les Satellites de Jupiter. Il leur prédiſoit pour les en aſſurer qu'elle ſeroit cauſe qu'une Emerſion du premier Satellite qui devoit arriver le 16 Novembre ſuivant, arriveroit 10′ plus tard qu'elle n'étoit calculée.

Mais M. de Caſſini ne demeura pas long-temps dans la penſée que la propagation ſucceſſive de la Lumiere produiſiſt cette ſeconde inégalité, & au contraire M. Roëmer s'attacha à cette hypothêſe, & la ſoûtint avec tant de force & de ſubtilité qu'il ſe la rendit propre, & qu'un grand nombre d'habiles Philoſophes l'ont priſe de lui.

Elle étoit digne en effet d'inſpirer à un Homme d'un grand eſprit une eſpece de paſſion. Pourquoi la Lumiere pourroit-elle traverſer un eſpace en un inſtant, plutôt qu'un Bloc de marbre? Le mouvement du corps le plus ſubtil ne peut être que plus prompt que celui du corps le plus peſant & le plus maſſif, mais il ne peut pas plus être inſtantanée. Un préjugé trop favorable aux Cieux & aux Corps celeſtes leur a fait donner bien des prérogatives qu'ils commencent à perdre. On les avoit crus incapables d'alteration, on en eſt preſentement deſabuſée par l'experience, mais ſi on avoit bien raiſonné, ç'auroit été de tout temps un grand préjugé contre eux, que les changemens des Corps ſublunaires. Les mêmes Loix de la Nature ont cours par tout, & les Cieux ne doivent nullement être privilegiés. Si l'on veut que le mouvement de la Lumiere ne ſoit pas un changement réel de lieu, un tranſport effectif, mais une ſimple preſſion de quelque matiere ſubtile, une ondulation, le Son n'en eſt qu'une non plus, & il ne ſe répand pas en un inſtant. De plus les 14 Minutes que la Lumiere doit emploïer à traverſer l'Orbe annuel, c'eſt-à-dire à parcourir 66 millions de lieuës, donnent une facilité agréable à faire des calculs ſur ce mouvement, à lui comparer celui du Son, à fonder des ſpeculations élevées & ſubtiles, & tout cela perſuade en faveur de l'hypothêſe.

Cependant M. Maraldi la combat preſentement, & d'une maniere aſſés forte. Il prouve que tout ne s'y accorde pas, & c'eſt aſſés, car une hypothêſe eſt obligée de répondre à tout.

Il eſt vrai que d'une oppoſition de Jupiter à une conjonction, ou d'une conjonction à une oppoſition les Eclipſes du premier Satellite varient ſelon que le demanderoit le mouvement ſucceſſif de la Lumiere. Il eſt vrai de plus qu'entre ces deux termes, c'eſt-à-dire, vers les quadratures de Jupiter avec le Soleil, la variation des Eclipſes du Satellite eſt la moitié de la variation totale, de même que la variation de la diſtance de Jupiter à la Terre eſt alors la moitié de la variation totale de cette même diſtance depuis une oppoſition juſqu'à une conjonction.

Mais il faudroit encore que du Perihelie à l'Aphelie de Jupiter ou reciproquement, il y eût une variation dans les Eclipſes du Satellite: car du Perihelie à l'Aphelie de Jupiter la variation de ſa diſtance à l'égard du Soleil, eſt le quart du diametre de l'Orbe annuel de la Terre, & ſi la lumiere traverſe cet Orbe en 14′, elle parcour le quart de ſon diametre en 4′ à peu prés, qui ſont une quantité aſſés ſenſible pour l'Aſtronomie d'aujourd'hui. Il s'enſuit donc que ſi l'on a pluſieurs obſervations des Eclipſes du Satellite pendant l'oppoſition de Jupiter, mais que dans les unes Jupiter ait été à ſon Perihelie, & dans les autres à ſon Aphelie, elles doivent donner une variation ſenſible dans les Eclipſes du Satellite; mais M. Maraldi, qui a un grand nombre d'obſervations entre les mains, prouve que cette variation ne s'y rencontre jamais, & que l'on gâteroit les Tables ſi l'on y vouloit introduire à cet égard la conſideration du Perihelie & de l'Aphelie de Jupiter.

Il faudroit de plus dans l'hypothêſe du mouvement ſucceſſif de la lumiere, que la ſeconde inégalité du premier Satellite lui fût commune avec les trois autres; les differences de leurs diſtances à la Terre ne ſont rien, ni par rapport à l'énorme diſtance où ils en ſont tous, ni par rapport à la prodigieuſe rapidité qu'on eſt obligé d'attribuer à la lumiere. Mais M. Maraldi fait encore voir que les trois Satellites les plus élevés ont, à la verité, des ſecondes inégalités, auſſi-bien que le premier, mais fort differentes, & beaucoup plus grandes, au lieu qu'elles devroient être égales à la ſienne.

Il paroît donc qu'il faut renoncer, quoique peut-être avec regret, à l'ingenieuſe & ſéduiſante hypothêſe de la propagation ſucceſſive de la lumiere, ou du moins à l'unique preuve certaine que l'on crût en avoir, car une preuve manquée ne rend pas une choſe impoſſible. Il eſt vrai que ſi la lumiere traverſe 66 millions de lieuës ſans y emploïer le moindre temps dont nous puiſſions nous appercevoir, il y a ſujet de craindre qu'elle ne ſe répande en un inſtant, il faudroit qu'elle eut une vîteſſe au-delà de toute vrai-ſemblance. A quoi tient-il que nous ne tombions dans de grandes erreurs? Si Jupiter n'eût eu qu'un Satellite,

Satellite, & si son excentricité à l'égard du Soleil eût été moindre, & ces deux choses-là étoient fort possibles, nous nous serions tenus sûrs que la lumiere traversoit en 14′ l'Orbe annuel de la Terre.

SUR L'ECLIPSE DE LUNE
DU DIX-SEPT AVRIL.

L'Eclipse de Lune du 17 Avril ne fut observée que fort imparfaitement par les Astronomes de l'Academie; des nuages qui passoient presque à chaque moment devant la Lune leur déroberent un grand nombre de Phases, & leur rendirent douteuses la plûpart de celles qu'ils leur laisserent appercevoir. V. les M. p. 168. 172. 555.

M^rs Cassini & Maraldi virent au travers des nuages le bord oriental de la Lune déja un peu éclipsé à 11^h 57′ du 16 Avril, & M^rs de la Hire observerent pour premiere phase 3 doits 36′ éclipsés à 0^h 11′ du 17. Ces deux observations s'accordent à donner le commencement de l'Eclipse beaucoup plutôt que 0^h 5′ du 17, temps auquel il avoit été marqué par la *Connoissance des Temps*. Elle s'est trop écartée du Ciel sur ce point, & l'Academie ne fait point de difficulté de l'avoüer. Les calculs, quoique longs & penibles, ont été refaits tout de nouveau par ceux même qui ne les avoient pas faits en premier lieu, & qui n'y avoient nul interest personnel; on n'a pû y découvrir d'erreur. Il se peut que les irrégularités de la Lune, qui en a plus qu'aucune autre Planette, ne soient pas encore toutes connuës, ou ne le soient pas parfaitement.

C'est dans les observations difficiles que les Astronomes ont lieu de faire paroître plus d'industrie. M. de la Hire avoit deux observations sûres, éloignées l'une de l'autre de 23′, & entre ces deux il en avoit 8 de douteuses. Il fit réflexion que cette Eclipse étoit centrale à tres-peu de chose prés, c'est-à-dire, que le centre de la Lune passoit par celui de l'ombre, & qu'en vertu de ce passage direct & perpendiculaire, l'ombre devoit marcher d'un pas égal sur le corps de la Lune, & y couvrir ou y laisser découvertes des parties égales en des temps égaux. Comme il avoit 8 observations douteuses entre 2 sûres, il partagea en 10 intervalles des temps égaux les 23 Minutes qui étoient l'intervalle des deux bonnes observations, & par là il trouva les 10 parties égales correspondantes du diametre de la Lune, où l'ombre devoit s'être trouvée successivement. En comparant à ces phases certaines celles qu'il avoit par ses observations douteuses, ou celles qu'elles lui donnoient, il vit à quoi pouvoit monter l'erreur, & jusqu'où il pouvoit se fier à des operations faites dans cette espece de desordre. D'un autre côté Mrs Cassini & Maraldi suppléerent aux observations qui leur manquoient par celles qui leur vinrent de divers endroits. Par exemple, ils avoient observé avec sûreté le commencement de l'Emersion, M. le Marquis Salvago leur envoïa de Gennes le moment de l'Immersion totale, & par la difference connuë des Meridens de Paris & de Gennes, ils eurent ce moment pour Paris. Ils eurent donc le temps de la demeure entiere de la Lune dans l'ombre, & ils le trouverent de 1h 47′ 50″, & se rencontrerent dans la même Minute avec la *Connoissance des Temps*, qui le donne de 1h 47′ 8″. Son erreur ne consiste donc qu'à avoir retardé l'Eclipse.

Si l'on se souvient de ce qui a esté dit dans l'Hist. de 1704 * sur les differentes refractions de l'Atmosphere, & sur les changemens qu'elles peuvent causer dans l'ombre de la Terre, on ne sera étonné, ni que pendant l'obscurité totale la Lune ait toûjours été fort rouge, ni que vers le centre de l'ombre on y ait vû une espece de Tache plus noire, ni que cette Tache ait paru changer de figure & de place, ainsi que l'a observé M. de la Hire.

* p. 59. & suiv.

Le même P. Boutin Missionnaire Jesuite, qui, comme nous l'avons dit dans l'Hist. de 1706 *, avoit observé au Port de Paix dans l'Isle de S. Domingue l'Eclipse de Lune

* p. 113. & 114.

du 28 Avril 1706, observa celle-ci dans le même lieu. Par son observation de la premiere Eclipse l'Isle de S. Domingue, & par consequent toute l'Amerique étoit de 6 degrés, c'est-à-dire, de 150 lieuës à peu prés plus occidentale qu'elle ne l'est par les meilleures Cartes que nous aïons euës jusqu'à present ; mais par l'observation de la seconde Eclipse, cette grande difference diminuë, & l'Amerique n'est plus que de 2 degrés & demi plus occidentale qu'on ne croïoit. Les observations de l'une ni de l'autre Eclipse n'ont été faites avec tous les Instrumens necessaires, mais il paroît que ce sont celles de la premiere dont on peut le plus se défier.

SUR LA DERNIERE CONJONCTION ECLIPTIQUE DE MERCURE AVEC LE SOLEIL

Et en general sur la Planete de Mercure.

NOus avons dit dans l'Hist. de 1706.* que Mercure est assés difficile à voir, tant parce qu'il est fort petit, que parce qu'il est toûjours fort proche du Soleil, & par-là son mouvement doit être difficile à déterminer, mais il l'est encore par deux autres raisons. Cette Planete va fort vîte, & son Orbe est fort excentrique au Soleil, ce qui rend son mouvement fort inégal dans de petits intervalles de temps.

V. les M. p. 175. 198. 200. & 359.
* p. 106. & suiv.

Les Conjonctions *écliptiques* de Mercure avec le Soleil, c'est-à-dire, celles où il passe devant le Soleil, & en éclipse une petite partie, doivent donc être fort importantes, puisque de tous les points de son cours ce sont les plus propres à des déterminations exactes & précises. Depuis qu'il y a des Astronomes, on n'a encore que 6 de ces Conjonctions, toutes 6 dans le Siécle passé.

La plûpart des Tables Astronomiques en promettoient une ſeptiéme le 5 May de cette année, & qui devoit être viſible à Paris. Par les Tables Rudolphines, Mercure devoit entrer dans le Soleil à 5^h 15′ du matin, & n'en ſortir qu'à midi & demi. Par les Tables de M. de la Hire, Mercure ne devoit entrer dans le Soleil que vers les 4^h du ſoir, & par conſequent il n'y avoit qu'environ la moitié de ſon paſſage qui dût être viſible ſur nôtre Horizon.

D'un autre côté, M. Halley, habile Aſtronome Anglois, & qui a obſervé dans l'Iſle de Sainte Helene en 1677 la quatriéme conjonction écliptique de Mercure, avoit trouvé par ſon calcul qu'il ne devoit entrer dans le Soleil qu'à 8^h 15′ du ſoir à Paris, & qu'il en devoit ſortir à 4^h 15′ du matin, c'eſt-à-dire, que la conjonction dans toute ſa durée devoit nous être inviſible. Il ne faut point être étonné de voir de grands Aſtronomes s'accorder ſi peu ſur Mercure, c'eſt la moins connuë de toutes les Planetes.

L'évenement répondit au calcul de M. Halley, du moins en ce qu'il n'y eut point de conjonction, tant que le Soleil fut ſur l'Horizon de Paris le 5 May, car le temps permit aſſés d'obſerver, & l'on ne vit rien. M. Wrzelbaur a écrit depuis à l'Academie qu'il avoit auſſi obſervé le Soleil à Nuremberg tout ce jour-là, & le jour ſuivant, ſans rien appercevoir.

M. de la Hire le fils, étonné de voir manquer les Tables de M. ſon Pere pour Mercure, quoiqu'elles euſſent paru juſque-là ſi juſtes* fit pluſieurs obſervations de Mercure aſſés proches du Meridien aprés le 5 May, & trouva les Tables conformes. Il en avoit fait d'autres pareilles avant ce jour-là, auſquelles les Tables ſe rapportoient auſſi fort exactement. Si l'on ſuppoſe, comme il y a beaucoup d'apparence, que la conjonction ſoit arrivée ſelon le calcul de M. Halley, il y aura environ 4 heures de difference entre ce calcul & celui de M. de la Hire, & pour produire ces quatre heures, il ne faut dans l'endroit de ſon Orbe où Mercure étoit alors, que 6 ou 7′ de degré dans ſa poſition de plus ou de moins, ce qui eſt une quantité

* V. l'Hiſt. de 1706. à l'endroit cité ci-deſſus.

peu confiderable pour cette Planette,& peut-être une erreur caufée par quelque irrégularité de fon mouvement. Si la Lune même peut avoir des inégalités que nous ne connoiffons pas encore, ainfi que nous l'avons dit ci-deffus*, à plus forte raifon fera-t-il permis à Mercure d'en avoir. *p. 81.

A cette occafion M. Caffini fit de nouvelles recherches fur Mercure. Il faut d'abord établir fon moïen mouvement. Pour cela on ne fçauroit avoir des obfervations de Mercure dans les mêmes points de fon cours, faites dans des temps trop éloignés. Nous en avons dit les raifons dans l'Hift. de 1703* en parlant du Soleil, & elles s'appliquent à toutes les autres Planettes. Leurs révolutions vraïes ou apparentes font inégales entre elles, & elles fe réduifent à l'égalité avec d'autant moins d'erreur, que l'on en confond enfemble, pour ainfi dire, un plus grand nombre, car on en eft plus fûr que toutes les irrégularités poffibles, combinées de toutes les manieres, y font comprifes. Mais à l'égard de Mercure les obfervations les plus anciennes rapportées par Ptolomée font fort groffieres, & fort incertaines. On connoiffoit même fi peu le mouvement de Mercure, auffi bien que celui de Venus, que quelques Aftronomes ne croyoient pas que ces Planettes euffent une partie de leurs Orbites entre le Soleil & la Terre, & que Ptolomée, tout habile qu'il étoit, crut du moins qu'elles ne pouvoient paffer directement fous le Soleil, parce qu'en effet on n'en avoit aucune obfervation. Dans les Siécles qui fuivirent celui de Ptolomée, on cultiva peu l'Aftronomie, & Mercure fut moins obfervé qu'aucune autre Planette. On crut l'avoir vû dans le Soleil du temps de Charlemagne, quoique felon les hypothêfes de Ptolomée, qui dominoient alors, ce phenomene fût impoffible. Averroës au 12me Siécle fit la même obfervation. Kepler lui-même la fit auffi en 1607, & il en fut fi tranfporté de joye & fi glorieux qu'il la chanta en vers Latins. Mais quand quelques années aprés on eut inventé les Lunettes, quand on eut découvert dans le Soleil des Taches qui font quelquefois fi

*p. 86. & 87.

grandes qu'on les peut appercevoir à la vûë ſimple, enfin quand on ſe fut bien aſſuré que Mercure vû dans le Soleil, & par conſequent dépoüillé d'un certain faux éclat, qui dans l'obſcurité nous augmente tous les corps lumineux, ſeroit ſi petit qu'on ne pourroit abſolument le voir ſans Lunette, on reconnut que tout ce qu'on avoit pris juſque-là pour lui n'étoit que quelque grande Tache, & Kepler avoüa ſa mépriſe en grand homme, & rectifia dans la ſuite le calcul qui l'avoit trompé. Il le rectifia ſi bien que ce fut lui qui annonça la conjonction qui devoit arriver le 7 Nov. 1631, la premiere des 6 du Siécle paſſé, obſervée par Gaſſendi, & ſi fameuſe chés les Aſtronomes. La derniere des 6 arriva le 3 Nov. 1697, & fut obſervée par les Aſtronomes de l'Academie. Ce ſont donc là les deux les plus éloignées ſur leſquelles on puiſſe fonder la recherche du mouvement moïen de Mercure, & elles ne comprennent qu'un eſpace de 66 ans. Elles ne ſont pas non plus entierement à ſouhait, en ce qu'elles n'ont pas eu leur milieu préciſément au même point du Zodiaque, mais à 3 degrés l'une de l'autre; or il ſeroit à propos que les deux termes extrêmes, entre leſquels ſont renfermées toutes les révolutions d'un Aſtre, fuſſent au même point du Zodiaque, afin qu'ils renfermaſſent un certain nombre de révolutions parfaites, mais une difference de 3 degrés eſt aſſés legere, & de plus M. Caſſini répare ce défaut en comparant des conjonctions moins éloignées, où il ſe trouve heureuſement de trop, ce qu'il y avoit dans celle-ci de trop peu. Ces deux conjonctions extrêmes ſont avantageuſes en ce qu'elles ont été toutes deux prés du même nœud, qui eſt l'aſcendant, & en ce qu'elles comprennent 274 révolutions de Mercure. M. Caſſini trouve enfin & par leur moïen & par celles qui ſont arrivées entre deux, que le mouvement moïen journalier de cette Planette eſt de 4° 5′ 32″, comme M. Boüillaud l'avoit trouvé, & comme M. de la Hire le donne dans ſes Tables. Nous negligeons ici les *Tierces* & les *Quartes*, ſur leſquelles les Aſtronomes peuvent diſconvenir, sans cesser de s'accorder fort exactement.

Les conjonctions de Mercure avec le Soleil ne pouvant arriver que fort prés d'un des nœuds de l'Orbite de Mercure avec l'Ecliptique, puisque le centre du Soleil ne sort point de l'Ecliptique, chaque conjonction est fort propre à la détermination du point du Zodiaque où étoit alors le nœud*, & differentes conjonctions donnent le changement qui est arrivé au lieu du nœud, ou le mouvement qu'il a fait pendant un certain temps, car on sçait que les nœuds de toutes les Planettes sont mobiles. M. Cassini trouve que le mouvement de ceux de Mercure est de 1′ 26″ en un an. M. de la Hire dans ses Tables lui donne une seconde de moins.

* V. l'Hist. de 1706. p. 95. & 96.

Quoique les conjonctions de Mercure ne soient pas fort favorables pour déterminer l'inclinaison de son Orbe sur l'Ecliptique, car, selon ce qui a été dit à l'endroit cy-dessus cité de l'Hist. de 1706, elles arrivent dans des points trop éloignés de la plus grande latitude qui donne cette inclinaison, M. Cassini n'a pas laissé de s'en servir à ce tusage. Par son calcul l'inclinaison de l'Orbite de Mercure est de 6° 40′, par les Tables Rudolphines de 6° 54′, par celles de M. de la Hire de 6° 52′.

Mercure ainsi que toutes les autres Planetes a son Orbe excentrique au Soleil. On observe que dans une révolution sa plus grande digression à l'égard du Soleil est plus ou moins grande que celle d'une autre révolution, & il est évident que deux plus grandes digressions les plus inégales que l'on ait observées donnent la plus grande variation de la distance de Mercure au Soleil, ou son excentricité. Elle est plus grande à proportion de l'Orbe, que celle d'aucune autre Planete. Il n'est pas si difficile de la déterminer pour Mercure, que de distribuer dans toutes les parties de son Orbe l'Equation qu'elle produit. Nous supposons toutes ces idées connuës par l'Hist. de 1704*. La raison de cette difficulté, selon M. Cassini, est que pour sçavoir quel est le mouvement vrai qui répond à un certain arc de l'Orbe d'une Planete, il faut sçavoir

* p. 65. & suiv.

précisement & sûrement la grandeur de cet arc ; or quand Mercure est vers ses plus grandes digressions, les arcs qu'on lui voit parcourir sont vûs de la Terre si obliquement, qu'il est aisé de se tromper sur leur grandeur, & quand il est dans ses conjonctions, les arcs qu'il parcourt sont, à la verité, vûs directement, mais le mouvement qui leur répond ne tire pas à consequence pour le reste de l'Orbe, à cause de la grande excentricité.

M. Cassini ayant établi les principes du calcul de Mercure, conclut que la conjonction a dû arriver la nuit entre le 5 & le 6 May, & que comme Mercure a passé fort prés du centre du Soleil, ce qui augmente la durée de la conjonction, elle a pû égaler à peu prés celle de la nuit qui étoit de 8 heures pour notre climat.

Si Mercure étoit vû du Soleil, & qu'on supposât son mouvement vrai égal au moïen, tel qu'on l'a établi, il ne seroit pas 8 heures, mais seulement 3 à parcourir un demi degré, c'est-à-dire, un espace égal au diametre apparent du Soleil. Mercure emploïe 8 heures à parcourir ce même espace, parce qu'il est vû de la Terre dont le mouvement se compliquant avec le sien en change beaucoup l'apparence. C'est la même chose pour toutes les Planetes, tant superieures qu'inferieures. L'apparence de leur mouvement est changé à tel point par celui de la Terre, que quelquefois elles paroissent n'avoir aucun mouvement, & c'est alors qu'on les appelle *Stationnaires*. Par-là on peut aisément comprendre que leur mouvement apparent soit extrêmement rallenti. Mercure dans ses conjonctions inferieures avec le Soleil, telle qu'étoit celle dont il a été question ici, est toûjours entre deux *Stations*, c'est-à-dire, entre deux points de son secours où il paroît n'avoir aucun mouvement.

SUR

SUR LES REFRACTIONS.

Monsieur Cassini a continué de traiter avec le P. Laval la matiere des Refractions, qu'ils avoient commencée l'année précedente, ainsi que l'a dit l'Hist. de 1706*. V. les M. p. 195.

Nous y avons remarqué que de ce que l'arc de la circonference de la Terre, compris depuis l'Observatoire du P. Laval, jusqu'au point de la Mer le plus éloigné qu'il pût appercevoir, varioit en apparence selon ses observations entre 13′ ½, & 15, M. Cassini avoit conclu que cet Observatoire étoit élevé sur la surface de la Mer de 175 pieds. Maintenant le Pere Laval a mesuré actuellement cette hauteur, & il ne l'a trouvée que de 144 pieds. Il y a plus. Par les dernieres observations du P. Laval, son horizon varie entre 11′ 46″, & 14′ 30″. * p. 101. & suiv.

La connoissance assés exacte que l'on a du rayon de la Terre, & la hauteur de l'Observatoire du P. Laval actuellement mesurée, donnent sûrement l'arc de la circonference qui doit être apperçû de cette hauteur. M. Cassini le trouve de 13′ 14″. Les refractions élevent & par consequent rapprochent de la ligne horizontale qui passe par notre œil l'extrémité de cet arc, & en font paroître l'inclinaison moindre, ainsi toutes les variations qu'il a au-dessous de 13′ 14″ doivent être attribuées aux refractions, mais celles qu'il a au-dessus ne leur appartiennent point, car il seroit contre leur nature d'abaisser l'extrémité de l'horison. Voici quelle est, selon M. Cassini, la cause de cette seconde espece de variations. Quand on pointe la Lunette à l'extrémité de l'horizon de la Mer, on veut attraper l'endroit où la Mer paroît se joindre au Ciel. Or il y a des temps où une lisiere de la Mer d'une certaine étenduë fait la fonction de Miroir, & renvoïe à notre œil l'image du Ciel, de sorte qu'on croit voir le bord inferieur du Ciel où il n'eſt pas, & que l'on pointe plus bas qu'il ne faudroit.

M. Caſſini dit que d'une hauteur 10 fois plus grande que l'Obſervatoire du P. Laval, il a obſervé pluſieurs fois que l'arc terminé à l'horizon de la Mer étoit de 42′ ſans aucune variation ſenſible, d'où il conclut que les variations ſont plus grandes dans les petites hauteurs, & peut-être ne ſubſiſtent plus dans les grandes. Cela ſemble contraire à ce qui a été dit dans l'Hiſt. de 1706. à l'endroit cité cy-deſſus, que la hauteur apparente des objets vûs ſur terre varie d'autant plus, qu'ils ſont plus éloignés, ou plus élevés, parce que les differentes couches de vapeurs que traverſent les rayons viſuels, en ſont plus differentes, & cauſent par conſequent de plus grandes refractions; mais cette contradiction peut-être levée.

Un quart de la circonference de la Terre, compris depuis un Obſervateur juſqu'à l'Horizon *rationel*, étant diviſé en 90 degrés égaux, à compter du point où eſt l'Obſervateur, il eſt clair que pour voir le 89^{me} degré cet Obſervateur devroit être très-élevé, ou, ce qui eſt la même choſe, que la Tangente du 89^{me} degré prolongée juſqu'à ce quelle rencontrât une ligne tirée par le centre de la Terre, & par le point d'où l'on compte les degrés, ne la rencontreroit qu'à un point fort élevé. Mais enfin cette Tangente, quoique fort longue, feroit une ligne infinie. Pour voir le 90^{me} degré, il faudroit que cette Tangente fût infinie, ou, ce qui eſt le même, que l'Obſervateur fut infiniment élevé. d'où il ſuit que dans l'étenduë du 89 au 90^{me} degré les arcs apperçûs augmenteront peu, & que les hauteurs où il faudra s'élever pour les appercevoir augmenteront prodigieuſement, & qu'en general dans tout le quart de cercle les arcs augmenteront d'autant moins, & que par conſequent differens arcs ſeront d'autant plus aiſés à confondre, que les hauteurs ſeront plus grandes. Il ſe peut donc faire qu'à une hauteur de 1440 pieds, les differens arcs apparens cauſés par des refractions, même plus grandes qu'à de moindres hauteurs, ſe confondent les uns avec les autres, & avec l'arc *veritable*, qui feroit apperçû dans un milieu uniforme. Il eſt évident que ce raiſonnement ne peut avoir lieu pour les objets élevés ou éloignés vûs ſur terre comme des Clochers.

Les refractions qui diminuënt l'arc terminé à l'horizon font le même effet, que ſi la Terre avoit une grande circonference, car en ce cas-là on n'en appercevoit d'une même hauteur qu'un arc d'un moindre nombre de degrés ou de minutes. Ceux qui voudroient trouver par cette voïe la grandeur de la circonference ou du rayon de la Terre, & qui n'obſerveroient pas de plus grands arcs que celui de l'horizon du P. Laval, s'expoſeroient donc à faire toûjours le rayon de la Terre plus grand qu'il n'eſt, & leur erreur, ſelon la remarque de M. Caſſini, pourroit preſque aller à $\frac{1}{7}$, ce qui eſt très-conſiderable, parce qu'entre 11′ 46″, & 13′ 14″, qui eſt l'arc veritable, la difference eſt à peu près $\frac{1}{7}$ de la moindre grandeur. Si l'on obſervoit d'une plus grande hauteur, & que l'on eut un arc, par exemple de 42′, on ne feroit pas ſujet au même inconvenient, mais il feroit très-difficile de s'aſſurer que l'on eut un arc de 42′ préciſément, & la moindre erreur neceſſairement repetée un grand nombre de fois ſur la circonference entiere iroit fort loin. Il eſt très-important d'avoir une eſpece de Balance, où l'on puiſſe peſer les erreurs de differentes Methodes qui vont à une même fin. On ſçait par-là quelle Methode eſt à préferer, quand on eſt le maître du choix, & quand on ne l'eſt pas, on ſçait juſqu'où doit aller la confiance pour celle qu'on emploïe.

SUR LES TACHES
DES SATELLITES DE JUPITER.

V. les M. p. 289.

Les Satellites de Jupiter, invisibles à la vûë simple, sont si petits même avec les plus excellentes Lunettes, que s'ils ont des Taches, c'est-à-dire, des parties moins propres à reflechir vivement la lumiere du Soleil, & plus obscures que le reste de leur globe, il est absolument impossible de les distinguer sur leur disque. Mais ce qui ne se voit pas immediatement peut être vû par des consequences necessaires que la raison fournit, & c'est ainsi que M^rs Cassini & Maraldi ont vû des Taches dans les Satellites de Jupiter. Comme cette maniere de voir demande des yeux préparés, il faut auparavant avoir de crtaines connoissances sur la Theorie de ces Satellites.

Un Satellite ne jette son ombre sur Jupiter que lorsqu'il est dans la partie inferieure de son Orbite, & en conjonction avec Jupiter à l'égard du Soleil, c'est-à-dire placé sur une ligne droite tirée du Soleil à Jupiter. Si dans le même temps la Terre est sur cette ligne entre le Soleil & Jupiter ce qui fait l'opposition de Jupiter au Soleil, il est manifeste que nous ne pouvons voir l'ombre du Satellite, puisqu'il nous la cache lui-même, & qu'elle est directement derriere lui. Si la Terre n'est plus sur cette ligne, nous pouvons voir en même temps & le Satellite & l'ombre qu'il jette sur Jupiter, & cela d'autant plus facilement, ou, ce qui revient au même, nous voyons le Satellite & son ombre d'autant plus séparés, que la Terre est plus loin de la ligne supposée. Et comme elle ne peut s'en éloigner plus que d'un quart de cercle, & qu'alors Jupiter est en quadrature avec le Soleil, c'est dans les quadratures de Jupiter qu'on voit le mieux & un Satellite & son ombre en même temps, & qu'on voit une plus grande distance entre le Satellite & son ombre sur Jupiter. On voit un Satellite hors de dessus le disque de Jupiter, & quelquefois assés éloigné, tandis que son ombre est sur ce disque. Alors le Satellite est veritablement en conjonction avec Jupiter, puisqu'il ne peut lui jetter son ombre, sans être entre lui & le Soleil, mais il n'est pas en conjonction avec Jupiter à notre égard, car puisque nous ne le voyons pas sur le disque de Jupiter, il n'est pas entre Jupiter & la Terre. Il y a un autre temps où il passe entre la Terre & Jupiter, mais alors il n'est pas veritablement & à l'égard du Soleil en conjonction avec Jupiter, aussi ne lui jette-t-il pas son ombre. On ne doit donc point voir l'ombre d'un Satellite sur Jupiter, tandis qu'il est en conjonction à notre égard, ou tandis que nous le voyons passer sur le disque de Jupiter, mais seulement avant ou aprés cette fausse conjonction, & dans le temps de la vraïe.

Toutes les Planettes principales tournent autour du Soleil, & les Subalternes autour des Principales & le Soleil autour de lui-même d'Occident en Orient. C'est le mouvement universel & unique de notre Tourbillon. Mais à moins que nous ne soyons au centre d'un mouvement circulaire, ou à moins que nous n'ayons nous-mêmes un mouvement circulaire que nous attribuons au Corps qui en est le centre, il ne nous paroît pas toûjours que ces mouvemens se fassent dans le sens qu'ils se font réellement. Nous voyons toûjours le Soleil & la Lune aller d'Occident en Orient, parce que l'un est le centre de notre mouvement, & que nous sommes au centre du mouvement de l'autre. Mais un Satellite de Jupiter, qui réellement & à l'égard de Jupiter va toûjours d'Occident en Orient, ne nous paroît avoir cette direction que dans la moitié superieure de son Orbe, & nous lui en voyons une contraire dans l'inferieure. De même les Taches du Soleil nous paroissent toûjours aller sur son disque d'Orient en Occident, parce que nous ne voyons que la moitié inferieure de la révolution du Soleil sur son axe. Cette même raison s'étend aux Retrogradations & aux Stations des Planettes. Cela supposé.

Quand la Terre a passé entre Jupiter & le Soleil, comme elle fait sa révolution en moins de temps que Jupiter, elle avance vers l'Orient plus que lui, & le laisse derriere elle à l'Occident. D'un autre côté les Satellites vûs de la Terre dans la moitié inferieure de leur Orbe, tournent autour de Jupiter d'Orient en Occident. De là il arrive qu'aprés que la Terre a passé entre Jupiter & le Soleil, la fausse conjonction d'un Satellite précede la vraie, c'est-à-dire, que la Terre, plus orientale que Jupiter, voit un Satellite qui va d'Orient en Occident, passer entre elle & Jupiter, avant qu'il passe entre le Soleil & Jupiter, & par consequent elle ne verra l'ombre du Satellite sur Jupiter qu'aprés qu'elle aura vû passer sur Jupiter le Satellite même, &, ce qui revient au même, l'ombre sera orientale à l'égard du Satellite. Ce seroit le contraire, si au lieu de considerer la Terre qui a passé entre Jupiter & le Soleil, on la consideroit qui s'achemine pour y passer.

Lorsque les Satellites sont en conjonction avec Jupiter à notre égard, nous ne les voyons point sur le disque de cet Astre, si ce n'est quelquefois vers les bords, lorsqu'ils entrent dans Jupiter, ou qu'ils en sortent. Les parties de Jupiter, qui sont vers ses bords, vûës plus obliquement, & par conseqnent avec moins d'éclat, & dans une espece de penombre, peuvent laisser appercevoir les Satellites ; hors delà l'éclat est trop grand.

Par la même raison de l'obliquité des bords, quand les Taches du disque de Jupiter y sont arrivées par la révolution de cette Planette autour de son axe, elles paroissent diminuer de grandeur & de vitesse.

Ces connoissances supposées, il sera facile d'entendre comment on a découvert des Taches dans les Satellites de Jupiter. Le 26. Mars à $6^h\ 50'$ du soir, M. Maraldi apperçut dans Jupiter une Tache qu'il n'y connoissoit point. Elle avoit déja passé le milieu du disque, & quand elle approcha du bord occidental, ni sa grandeur, ni sa vitesse apparentes ne diminuerent, ce qui fit d'abord juger qu'elle n'étoit pas inherente au corps de Jupiter. De plus, ſon mouvement étoit beaucoup plus lent qu'il n'auroit dû être par la révolution de Jupiter ſur ſon axe en 10 h. Elle étoit ronde & noire, comme ſont les ombres que les Satellites jettent ſur Jupiter, mais des 4 Satellites les 3 les plus proches de Jupiter étoient trop éloignées de la conjonction, & pour le 4me, il eſt vrai qu'il étoit alors en conjonction à notre égard, & qu'il paſſoit ſur le diſque de Jupiter; mais par cette raiſon même ſon ombre n'y étoit pas, ſelon le calcul aſtronomique, elle ne devoit être à l'endroit où étoit la Tache que 7 heures plus tard. Il falloit donc que cette Tache fût une partie plus obſcure du 4me Satellite lui-même qui parcouroit le diſque de Jupiter. En effet, la ſituation, le mouvement, tout convenoit, & peu de temps aprés que la Tache fut ſortie du diſque de Jupiter, on vit le Satellite qui en étoit ſorti auſſi par le même endroit, & dont juſque-là la partie lumineuſe avoit été inviſible. Delà M. Maraldi conjectura que la Tache & la partie claire plus orientale que la Tache, faiſoient le diametre entier du Satellite, & le temps que le tout emploïa à ſortir de Jupiter eſt aſſés exactement celui que doit emploïer ce diametre, dont la grandeur eſt connuë d'ailleurs.

Par une obſervation & des raiſonnemens ſemblables, M. Maraldi reconnut auſſi une Tache dans le 3me Satellite le 4 Avril au ſoir. M. Caſſini en avoit découvert ou ſoupçonné dans tous les 4 en divers autres temps.

La conformité de nature que les Satellites doivent avoir avec toutes les autres Planettes, ſemble prouver ſuffiſamment que les parties de la ſuperficie de leurs globes ſont moins propres les unes que les autres à reflechir vivement la lumiere, cependant il eſt bon de s'en aſſurer encore plus préciſément, & il eſt du moins très-agréable de pouvoir porter ſi loin la ſubtilité de l'obſervation. Encore une preuve des Taches des Satellites, c'eſt que leurs grandeurs apparentes varient beaucoup, indépendamment de leurs differens éloignemens, ſoit à l'égard du Soleil, ou de Jupiter, ou de la Terre. Elles varient à tel point, que le 4^me Satellite qui est ordinairement le plus petit de tous, paroît quelquefois le plus gros, & que le 3^me qui est ordinairement le plus gros, est quelquefois le plus petit. Il en va de même des 2 autres. Tout cela ne peut s'expliquer plus naturellement, qu'en leur donnant de grandes Taches, qui selon qu'elles sont ou entierement ou en partie tournées vers la Terre, diminuënt plus ou moins l'apparence de leur grandeur, & laissent paroître cette grandeur telle qu'elle est, lorsqu'elles sont tout à fait dans l'hemisphere caché à nos yeux. Il y a plus. Quelquefois quand on voit en même temps un Satellite à quelque distance de Jupiter, & son ombre sur Jupiter, on voit l'ombre plus grande que le Satellite, quoiqu'elle soit certainement beaucoup plus petite, & d'une figure conique. Mais c'est qu'alors le Satellite fait ombre par son globe entier, & n'est vû que par la partie claire de ce globe.

Il seroit bien hardi de vouloir déterminer présentement si ces Taches sont fixes comme celle de la Lune, ou passageres comme celles de Jupiter & de Mars, & M. Cassini ne l'entreprend pas. Si elles sont fixes, il est clair que puisqu'on ne les voit pas toûjours lorsqu'un même Satellite passe devant Jupiter, ses Satellites tourneront sur leurs axes, & qu'il faudra un grand nombre de leurs conjonctions avec Jupiter pour s'assurer qu'une Tache soit la même, & pour prédire ses retours qui dépendront de la composition de leur mouvement autour de Jupiter, & de leurs révolutions sur leurs propres axes. Si elles sont passageres, il faudra encore une plus longue suite d'observations pour s'assurer qu'aucune periode ne les ramene.

M. Cassini donne un exemple du péril qu'il y a à ces sortes de déterminaisons trop précipitées. Le 5^me Satellite de Saturne, dont nous avons dit dans l'Hist. de 1705*. qu'il devenoit toûjours invisible dans la moitié Orientale du Cercle qu'il decrit autour de Saturne, a commencé au mois de Sept. 1705. à y être visible, aussi-bien que dans la

* p. 121.

la moitié Occidentale où il l'avoit toûjours été. Par-là les conjectures que nous avons rapportées cessent d'avoir lieu. Des Philosophes n'ont point de regret à ces petits commencemens de Systêmes, que la Nature dément ensuite; ils ne les aiment qu'autant qu'ils la representeroient, & non parce qu'ils leur appartiennent.

SUR LES FORCES CENTRALES

DES PLANETES,

APrés avoir tant parlé des forces Centrales dans cinq des Volumes précedens, après avoir même regardé ce sujet comme épuisé, il semble qu'il ne soit plus permis de le traiter encore, sans se justifier envers le Public. Cette espece de justification, & le fond de la matiere vont se trouver mêlés ensemble. V. les M. p. 477.

Nous avons parlé assés au long dans l'Hist. de 1705 *, de la proportion que Kepler a si ingenieusement & si heureusement découverte entre les distances des Planetes au Soleil, & leurs révolutions autour de ce centre commun. Les distances sont comme les racines cubiques des quarrés des révolutions. Nous avons dit comment cette Regle a été verifiée au-delà de ce que Kepler même eût osé esperer, & combien on a lieu maintenant de la tenir pour absolument sûre, mais nous avons ajoûté qu'elle n'étoit fondée que sur une *induction* de plusieurs faits, & non pas démontrée *à priori* par les Loix du Mouvement.

* p. 118. & suiv.

Si l'on suppose qu'elle soit vraïe, & en même-temps que les Orbes des Planetes soient des Cercles dont le Soleil soit le centre commun, ce qui est assés vrai sensiblement, & peu different du vrai exact, on voit aussitôt par un calcul d'une ligne, que les vitesses réelles des Planetes sont en raison renversée des racines quarrées de leurs distances au Soleil, c'est-à-dire, par exemple, qu'une

Planete 4 fois plus éloignée du Soleil qu'une autre auroit 2 fois moins de viteffe. Mercure tourne autour du Soleil en 3 mois à peu prés, & il en eft environ 3 fois plus proche que la Terre, d'où il fuit évidemment que la Terre pour avoir une viteffe égale à celle de Mercure devroit tourner en 9 mois autour du Soleil, cependant elle ne tourne qu'en 12, elle a donc moins de viteffe réelle, & ce qu'elle en a eft à peu prés à celle de Mercure comme 3 eft à 4, ou, felon la confequence de la regle de Kepler, comme 1 eft à la racine de 3, car comme 3 eft plus que la moitié de 4, ainfi 1 eft plus que la moitié de la racine de 3, puifqu'il eft précifément la moitié de la racine de 4 qui eft 2. Il en va de même de Venus, qui a moins de viteffe que Mercure, & plus que la Terre, & pour les autres Planetes principales, dont on ne voit pas immediatement les diftances au Soleil, comme celles de Mercure & de Venus, quand on ne fuppoferoit pas leurs diftances connuës par la regle de Kepler, on ne laifferoit pas de les tirer d'ailleurs, & par-là on verroit toûjours que leurs viteffes réelles diminuënt à mefure qu'elles s'éloignent du Soleil. Les Planetes *fubalternes*, c'eft-à-dire, les 4 Satellites de Jupiter, & les 5 de Saturne dont on voit immediatement les diftances à un centre commun, fuivent exactement la regle de Kepler. Elle eft fi inviolablement obfervée par les Corps celeftes, qu'une même Planete la fuit dans tous fes changemens de diftance à l'égard du Soleil, & qu'elle augmente de viteffe à mefure qu'elle approche de fon Perihelie, ou au contraire ; & en effet une Planete qui s'approche ou s'éloigne du Soleil, ce qu'elles font continuellement à caufe de l'excentricité de leurs Orbes, eft dans le même cas que fi c'étoient deux ou plufieurs Planetes differentes, qui euffent des Orbes differens, peu éloignés les uns des autres. Quand le Soleil approche de fon Perigée, on voit fa viteffe augmenter plus que fon diametre, ce qui marque que l'augmentation de viteffe n'eft pas une fimple apparence, caufée par une plus grande proximité, mais qu'il y entre auffi quelque chofe de réel, ou, ce qui eſt la même choſe, que la Terre ſe meut réellement plus vîte, quand elle eſt plus proche du Soleil. Il en arrive autant aux autres Planetes. Mais dans leurs changemens de diſtance, on ne s'apperçoit pas que leurs viteſſes changent ſelon la raiſon renverſée des racines des diſtances, elles ne paroiſſent changer que ſelon les diſtances mêmes. La raiſon en eſt que la difference des deux diſtances d'une même Planete au Soleil, lorſqu'elle eſt dans ſon Aphelie & dans ſon Perihelie, eſt fort petite en comparaiſon de la difference des diſtances de deux Planetes. Ainſi ſi les diſtances d'une même Planete ſont 36 & 37, & celles de deux Planetes 1 & 5, les racines de 36 & de 37, qui ſont 6 & un nombre irrationnel un peu plus grand que 6 & beaucoup plus petit que 7, auront un rapport tres-peu different de celui de 36 & de 37, mais les racines de 1 & 5, qui ſont 1 & un nombre irrationnel un peu plus grand que 2, ont un rapport tres-different de celui de 1 & de 5. Auſſi ſuffit-il dans la pratique de l'Aſtronomie de s'en tenir à la regle de Ptolomée, que les viteſſes réelles d'une même Planete changent ſelon ſes diſtances au Soleil, mais dans la rigueur geometrique, elles changent ſelon les racines des diſtances, ſi la regle de Kepler eſt admiſe.

Ptolomée ne réglant les viteſſes d'une même Planete que ſur ſes diſtances, a dû par une ſuite neceſſaire établir, comme il a fait, que les temps qu'une planete emploïe à parcourir des arcs de cercle ſemblables dans ſon Aphelie, & dans ſon Perihelie ſont entre eux comme les quarrés des diſtances, mais ſelon Kepler ils doivent être comme les diſtances multipliées par leurs racines, ce qui à l'égard d'une même Planete eſt peu different de la regle de Ptolomée, & ne l'eſt beaucoup qu'à l'égard de deux differentes Planetes, où Ptolomée n'a pas prétendu étendre ſa regle. Mais il paroît que ſi elle étoit geometriquement vraïe à l'égard d'une même Planette, elle le ſeroit auſſi à l'égard de deux, que quoiqu'elle ſuffiſe pour la pratique de l'Aſtronomie, elle ne ſuffit pas pour la Phyſique, qui doit avoir des regles plus generales, & qu'enfin il en faut revenir à celle de Kepler, sauf à la dispenser d'une précision inutile en certaines occasions.

Il seroit donc tres-avantageux pour le Systême Physique de la pouvoir démontrer, & de découvrir tout d'un coup des causes necessaires de ce qui n'a été jusqu'à present connu que par une longue suite de lentes observations. Ce seroit exposer aux yeux des Hommes l'interieur, pour ainsi dire, de la Machine des Cieux, ou du moins un de ses principaux ressorts. M. Villemot Docteur en Theologie, Curé d'un Faubourg de Lyon, en a formé le dessein dans un Livre tres-ingenieux, qui a paru cette année, intitulé *Nouveau Systême, ou Nouvelle Explication du Mouvement des Planetes.* Cet Ouvrage brille d'invention & de genie, & il merite que les Sçavans y fassent beaucoup d'attention, soit pour en embrasser les découvertes, qui seront fort importantes, lorsqu'elles seront vraïes, soit pour ne se pas laisser éblouïr à des idées qui ne seroient que specieuses. Nous n'en toucherons ici que ce qui regarde la regle de Kepler.

M. Villemot applique aux Corps Celestes la Theorie des Forces centrales. Nous avons dit dans l'Hist. de 1700 * que M. le Marquis de l'Hôpital avoit donné pour principe fondamental de ces forces considerées seulement dans le Cercle, que comme le Rayon d'un Cercle que décrit un Corps, est au double de la hauteur d'où il faudroit qu'il fût tombé pour acquerir selon le Systême de Galilée la vitesse qu'il a, ainsi sa Pesanteur est à sa force Centrifuge. De là il suit évidemment que puisque les Hauteurs d'où les Corps tombent sont toûjours comme les quarrés des vitesses qu'ils ont acquises en tombant, si l'on prend d'ailleurs la Pesanteur pour constante, ou pour 1, l'expression de la force centrale sera le quarré de la vitesse divisé par le rayon du Cercle. C'est cette expression que prend M. Villemot. La force centrale d'une Planete sera donc d'autant plus grande que sa vitesse réelle sera plus grande, & le rayon de son cercle, ou sa distance au Soleil plus petite. Or par les observations Astronomiques,

* p. 81.

& plus précisément encore par la regle de Kepler, qui donne la proportion des vitesses réelles des Planetes à leurs distances, il est constant que les moins éloignées du Soleil ont plus de vitesse, donc elles ont une force centrale plus grande, donc elles devroient sortir de leurs spheres, s'échaper vers les extrémités du Tourbillon, & faire descendre en leur place les Planetes superieures.

M. Villemot répond que quoique les forces centrales de deux Planetes, de Venus & de Mars, par exemple, soient inégales, celles des deux surfaces spheriques qui contiennent Venus & Mars, sont égales, & il le démontre d'une maniere tres-simple & tres-aisée, en multipliant la force centrale de Venus & de Mars, pris chacun pour un point de sa sphere, par le quarré du rayon de chaque sphere, car ces quarrés expriment le rapport des deux surfaces spheriques, & ces deux produits qui expriment les forces centrales des deux surfaces, se trouvent égaux. On conçoit aisément que la plus grande surface, qui est celle dont tous les points ont moins de force centrifuge, en est récompensée par être plus grande.

Ce ne seroit pas là seulement une réponse à une difficulté formée contre la regle de Kepler, ce seroit une démonstration *à priori* de cette regle, & M. Villemot auroit incontestablement la gloire de l'avoir trouvée le premier, car puisque les Spheres, ni les Corps celestes ne se confondent pas, il y a un équilibre ; il est fort naturel de le mettre entre les differentes surfaces spheriques, puisqu'enfin ce n'est que de ces surfaces qu'est composé tout le Tourbillon ; de cet équilibre naît la regle de Kepler par une suite necessaire.

Mais l'Equilibre de M. Villemot, quoiqu'imaginé fort spirituellement, n'est pas sans difficulté. On lui peut opposer que malgré l'inégalité des forces centrifuges de deux surfaces spheriques, prises chacune dans leur totalité, il suffit, pour confondre tout, que chaque point de la Sphere inferieure ait plus de force centrifuge que chaque point correspondant de la superieure ; car puisque ces points composent un fluide, & n'ont nulle liaison ensemble, chacun des plus forts doit s'échaper pour aller prendre la place du plus foible qui lui répond, & la force de la surface superieure totale n'ajoûte rien à celle de chacun de ses points, qui est détaché de tout autre.

Pour prévenir cette difficulté, on pourroit mettre l'équilibre entre les parties mêmes des differentes surfaces spheriques, en supposant leurs densités ou pesanteurs specifiques inégales. Alors on diroit que Mars surpasse Venus en pesanteur specifique, autant qu'il est necessaire pour récompenser précisément le moins de force centrifuge qu'il a par sa vitesse & par sa distance au Soleil. Il en iroit de même de chaque partie du fluide qui compose la surface spherique où Mars se meut. En effet, l'expression que M. Villemot donne à la force centrale, suppose, comme nous l'avons dit, que la pesanteur soit constante, ou égale entre differens corps, or il n'est nullement vrai-semblable qu'elle le soit, & dés qu'elle ne l'est pas, elle entre necessairement dans la force centrale, & la fait croître ou diminuer avec elle. Il est d'ailleurs fort apparent que la matiere qui est vers le centre du Tourbillon soit la plus subtile, & qu'elle aille toûjours en devenant plus grossiere & plus dense vers les extrémités. Il est visible que l'équilibre étant en ce cas là entre chaque partie d'un fluide inferieur quelconque, & chaque partie correspondante d'un autre fluide superieur, il ne pourroit plus être entre les surfaces spheriques, & que les plus grandes auroient une plus grande force centrifuge, sans qu'il arrivât cependant aucun dérangement.

Mais si l'on prenoit cette idée, ce ne seroit pas démontrer que la regle de Kepler est necessaire selon la Theorie des forces centrales, ce seroit seulement faire voir qu'elle est possible & s'accorde avec cette Theorie, lorsqu'on supposera que les densités de la matiere fluide du Tourbillon augmentent depuis le centre jusqu'aux extrémités.

Voilà quelques-unes des reflexions qu'on peut faire sur l'une des plus belles vûës du Livre de M. Villemot. M. Bomia a proposé une autre difficulté que nous renvoyons entierement à son Memoire. Il a principalement fait voir que plusieurs Theorêmes de cet Auteur se tirent fort naturellement de la Theorie connuë des forces Centrales, mais enfin si M. Villemot a démontré la regle de Kepler, la gloire qui lui en appartient n'en est pas moindre, parce que les sources de la démonstration étoient, pour ainsi dire, publiques, elles ne laissoient pas d'être en même temps cachées pour tous les autres.

SUR L'APPARITION D'UNE COMETE.

UNe Comete qui a paru cette année, & qui, selon ce que nous avons dit dans l'Hist. de 1706 * est la cinquiéme qu'on ait vûë depuis 9 ans, rend encore plus vrai ce que nous dîmes alors, que les Cometes n'avoient été rares jusqu'à present, que faute d'Observateurs, & comme leur rareté étoit une des principales causes qui les rendoient si terribles, on auroit cette raison de moins pour les craindre, s'il étoit encore question de se rassurer sur un sujet si frivole. V. les M. p. 558. * p. 104.

La Comete de cette année fut apperçûë à l'Observatoire pour la premiere fois le 28 Novembre par M[rs] Cassini & Maraldi, proche de plusieurs petites Etoiles qui sont entre la Constellation d'Antinoüs, & celle du Capricorne. Elle paroissoit à la vûë simple comme une Etoile de la seconde grandeur, & avec une Lunette de 12 pieds elle étoit assés claire & assés grande, mais mal terminée, ce qui est assés ordinaire, environné d'une nebulosité, & sans aucune apparence de queuë, ni de chevelure. Le 29 Novembre on reconnut qu'elle avoit fait environ 4 degrés $\frac{1}{2}$ en 24 heures, & le 30, 3 degrés $\frac{1}{2}$, d'où l'on conclut qu'elle avoit déja passé son Perigée, puisque son mouvement apparent diminuoit, & même comme il diminuoit assés considerablement, il y avoit lieu de soupçonner qu'au premier jour qu'on l'avoit apperçûë elle avoit déja passé le Perigée de quelques jours. Par les observations suivantes, on détermina que ç'avoit été le 22, 6 jours avant qu'on l'eût vûë.

Dans l'Article que nous venons de citer de l'Hist. de 1706, nous avons donné une idée de la Methode par laquelle M. Cassini en supposant que pendant le peu de tems qu'une Comete paroît, elle a un mouvement sensiblement égal, & qui se fait sur une ligne sensiblement droite, il donne pour chaque jour la diminution de sa vitesse apparente depuis le Perigée, & prédit par consequent les lieux du Ciel où elle se doit trouver. Il faut pour cela des observations du mouvement de la Comete en 24 heures, immediatement avant ou après le Perigée. Mais si on ne les a pas, & que, comme il est arrivé cette fois-ci, on n'ait vû la Comete qu'aprés son Perigée, on peut par le moyen de quelques observations exactes qui l'auront suivi, retrograder jusque-là, & déterminer ce point.

Le mouvement de la Comete étoit du Midi au Septentrion, & M^rs Cassini & Maraldi déterminerent qu'il se faisoit à peu près sur un grand Cercle, qui coupoit l'Ecliptique au 5^me degré d'Aquarius, & passoit obliquement entre les Poles de l'Ecliptique, & ceux de l'Equateur, de sorte qu'à l'égard des Poles de l'Ecliptique sa plus petite distance étoit de 4 degrés, & de 9 à l'égard de ceux de l'Equateur. Puisqu'il s'en falloit si peu que son Cercle ne passât par les Poles de l'Ecliptique, il lui étoit presque perpendiculaire, ce qui est extrêmement rare. Le cours de cet Astre étoit donc presque entierement perpendiculaire au mouvement general du Tourbillon, & cela favoriseroit le Systême de M. Villemot qui place les Cometes au-dessus de Saturne, dans une Region où il n'y a plus de mouvement commun ni reglé, tel que celui du fluide qui emporte toutes les Planetes, mais seulement des

des *Courans* irréguliers, dont les directions peuvent être en tous ſens.

La Comete de cette année, qui venoit du Midi, n'aura pû être viſible dans le Perigée ou le 22 Novembre qu'à la partie Meridionale de la Terre, ſelon la Theorie de M. Caſſini. Deux jours aprés nous aurions pû la voir peu élevée ſur l'Horizon, mais il eſt aſſés naturel que ſoit à cauſe des broüillards dont l'Horizon eſt ordinairement couvert dans cette ſaiſon, ſoit faute de chercher ce qu'on ne doit effectivement pas chercher à chaque moment & dans toute l'étenduë du Ciel, on n'ait rien apperçû juſqu'au 28.

Le mouvement journalier de cette Comete ſuppoſé égal, étoit, ſelon M. Caſſini, de $\frac{1000}{13}$ de ſa plus petite diſtance à la Terre, au lieu que celui de la Comete de 1706 étoit de $\frac{100}{7}$ ou de $\frac{1000}{70}$. Si l'on ſuppoſe les diſtances des deux Cometes égales, celle de 1706 avoit donc prés de 4 fois plus de viteſſe réelle que l'autre, & ſi les diſtances ne ſont pas égales, les viteſſes réelles ne leur ſont pas proportionnées.

La Comete de cette année étoit la plus grande, car à 48 degrés de ſon Perigée elle le paroiſſoit encore plus que la précedente dans ſon Perigée même. Le 5 Decembre, environ à 60 degrés de ſon Perigée, celle de cette année paroiſſoit à la Lunette auſſi grande que Jupiter. Dans le Syſtême de ceux qui placent toutes les Cometes au-deſſus de Saturne, qui eſt à une diſtance de la Terre double de celle de Jupiter, une Comete qui paroît égale à Jupiter a un diametre au moins double de celui de Jupiter, & eſt 8 fois plus groſſe, & puiſqu'on croit Jupiter 8000 fois plus gros que la Terre, elle eſt 64000 fois plus groſſe, dans le cas où elle aura été vûë à ſon Perigée égale à Jupiter. Mais comme celle de cette année a été vûë de cette grandeur, lorſqu'elle étoit deux fois plus éloignée de la Terre que dans ſon Perigée, il s'enſuivroit que ſon diametre ſeroit au moins 4 fois plus grand que celui de Jupiter, & qu'elle ſeroit 64 fois plus groſſe, c'eſt-à-dire, 512000 fois plus grosse que la Terre.

Elle diminua toûjours de grandeur & de vitesse apparente. Le 22 Decembre on avoit beaucoup de peine à la voir sans Lunette.

SUR DES TACHES
DU SOLEIL.

CEt amas de Taches que l'on avoit commencé de voir le 7 Decembre 1706*, & qui, s'il eût été spherique, eût été 1728 fois plus gros que la Terre, paroissoit assés considerable, pour pouvoir durer pendant plus d'une révolution du Soleil autour de son axe, & pour revenir sur l'Emisphere apparent, aprés s'être caché dans l'autre, durant la derniere moitié à peu prés du mois de Decembre. Cependant on n'apperçut le 2 Janvier qu'une *Facule* fort claire, au milieu de laquelle il paroissoit une Tache grisâtre, tres-foible. La facule passa par le Meridien 1′ 7″ aprés le centre du Soleil, qui étoit plus élevé qu'elle de 1′ 23″. Le lendemain il n'y avoit plus ni Facule ni Tache.

* V. l'Hist. de 1706. p. 123.

Avant que d'aller plus loin, & de commencer une nouvelle histoire des Taches, il est bon d'expliquer pourquoi nous en marquons toûjours si soigneusement les hauteurs par rapport au centre du Soleil, & de quelle importance est cette détermination.

Pour s'assurer si une Tache qui reparoît est la même qui a été vûë en premier lieu, il ne suffit pas qu'elle reparoisse dans le temps que demande l'hypotese des 27 jours & demi, il faut encore qu'elle ait la même position sur le globe du Soleil; or on observe exactement sa position *apparente* afin d'en pouvoir conclure la *vraie*, fort differente de la premiere, & la seule dont on ait besoin.

Un Cercle diurne du Soleil, c'est-à-dire, ou l'Equateur, ou un Parallele à l'Equateur, étant conçû comme s'il en traversoit le disque apparent, la portion de ce Cercle comprise dans le disque en est un diametre parallele à l'Horizon, lorsque le Soleil est au Meridien, temps où l'on observe ordinairement les Taches. Leur hauteur apparente, ou ce qui revient au même, leur position au-dessus ou au-dessous du centre du disque se prend par rapport à ce diametre, & des deux moitiés dans lesquelles il divise le disque, on peut appeller la superieure *Septentrionale*, & l'inferieure *Meridionale*. Mais le Soleil ayant un Equateur réel de son mouvement de 27 jours $\frac{1}{2}$, il a par consequent deux Hemispheres réels, dont le superieur par rapport à nous peut être appellé Septentrionnal, & l'inferieur Meridional, & cette division réelle & vraïe du globe du Soleil ne répond pas à la division apparente du disque, de sorte que les Taches qui paroissent dans la moitié meridionale, par exemple, soient toûjours dans l'hemisphere meridional.

Si le Soleil est dans l'Equateur, le diametre horizontal de son disque à midi étant donc une petite portion de l'Equateur, il faut concevoir que l'Ecliptique coupe dans le Soleil ce diametre horizontal au centre du disque apparent sous un angle de 23 degrés $\frac{1}{2}$. Si le Soleil est dans un Parallele à l'Equateur, l'Ecliptique coupe dans le Soleil ce parallele, ou le diametre horizontal au centre du disque apparent sous un angle moindre que 23 degrés $\frac{1}{2}$, parce que l'angle sous lequel l'Ecliptique coupe les Paralleles, va toûjours en diminuant depuis l'Equateur jusqu'à un Tropique où il devient un angle de *contingence* ou d'attouchement, & infiniment petit. On sçait quelle est pour chaque Parallele ou pour chaque jour cette diminution. Ainsi l'on a pour chaque jour d'observation l'angle sous lequel le diametre horizontal du Soleil à midi est coupé dans le Soleil par l'Eclipitique. On la peut donc tracer sur le disque apparent. L'Ecliptique étant tracée, ses Poles sont necessairement éloignées de 90 degrés, & tous deux toûjours sur la circonference du disque apparent, parce que le centre du Soleil & celui de la Terre ne ſortant jamais du plan de l'Ecliptique, ſes Poles doivent toûjours être vûs par la Terre ſur le Soleil. Les Poles de l'Ecliptique ſur la circonference du diſque apparent étant déterminés, on ſçait d'ailleurs que ceux de l'Equateur rêel du Soleil en ſont toûjours éloignés de 7 degrés $\frac{1}{2}$, parce que telle eſt l'inclinaiſon de l'axe du Soleil ſur le plan de l'Ecliptique, mais il reſte à ſçavoir où ils ſont, ou, ce qui revient au même, à décrire l'Equateur du Soleil ſur ſon diſque.

Si l'on rapporte un cercle ſur une ſuperficie plate, ou ce qui eſt la même choſe qu'on en faſſe la *projection*, & ſi l'œil eſt dans le plan de ce cercle, il ne paroîtra ſur cette ſuperficie que comme une ligne droite, mais ſi l'œil n'eſt pas dans le plan du cercle, il paroîtra comme une demi-Ellipſe, d'autant plus ouverte, que l'œil ſera plus éloigné de ce plan. On ſçait que quand le Soleil eſt dans le 8me des Gemeaux ou du Sagittaire, les deux Poles de ſon Equateur réel ſont vûs en même-temps par la Terre ſur la circonference du diſque apparent, ou, ce qui revient au même, que la Terre eſt alors dans le plan de l'Equateur du Soleil, auſſi-bien que dans le plan de l'Ecliptique où elle eſt toujours. Elle voit donc & l'Ecliptique & l'Equateur du Soleil comme deux lignes droites qui ſe coupent dans leur milieu ſous un angle de 7 degrés $\frac{1}{2}$; mais hors de ces deux temps-là, la Terre n'étant plus dans le plan de l'Equateur du Soleil, & au contraire s'en éloignant toûjours pendant 3 mois, elle le voit comme une demi-Ellipſe, qui s'ouvre toûjours de plus en plus, & devient plus differente d'une ligne droite. Cette demi-Ellipſe à meſure qu'elle s'ouvre, coupe toujours auſſi l'Ecliptique du Soleil dans un point plus éloigné de ſon milieu, juſqu'à ce qu'enfin au bout de 3 mois la demie-Ellipſe étant la plus ouverte qu'elle puiſſe être, elle coupe l'Ecliptique du Soleil à ſes deux extrémités ou à deux points de la circonference du diſque, ce qui fait que le grand axe de l'Ellipſe eſt cette Ecliptique même, & que le petit axe eſt la diſtance du milieu de l'Ecliptique ou du centre du disque apparent à l'Ellipse. Cette distance sera de 7 degrés $\frac{1}{2}$ pris sur un grand Cercle du Soleil. Supposons qu'en cet état la demi-Ellipse soit au-dessous du centre apparent du disque, il faut comme elle represente l'Equateur du Soleil qui a toûjours ses Poles éloignés de 90 degrés, qu'un de ces Poles, qui étoient tous deux visibles 3 mois auparavant sur la circonference du Soleil, se soit abaissé de 7 degrés $\frac{1}{2}$ vers le centre, & soit même au milieu d'une corde du disque. Par-là il est aisé de comprendre & comment il retourne pendant les 3 mois suivans vers un autre point de la circonference du disque jusqu'à ce qu'enfin il y arrive, & quelles sont toutes ses situations moïennes pendant ces six mois, & comment le Pole opposé qui avoit été invisible devient visible à son tour, & fait un chemin tout semblable. En un mot, le mouvement annuel de la Terre autour du Soleil, fait que les Poles de l'Equateur du Soleil paroissent décrire en un an autour de ceux de son Ecliptique un cercle dont le rayon est de 7 degrés $\frac{1}{2}$. On sçait donc pour chaque jour de l'année quelle ligne ou droite ou Elliptique, ou plus ou moins Elliptique doit representer l'Equateur du Soleil sur son disque, & comment elle est posée par rapport à son Ecliptique, dont on a la position pour ce même jour par rapport à un diametre horizontal, & par consequent on sçait quelle est sur le globe du Soleil & par rapport à son Equateur la position réelle des Taches, dont on avoit observé la position apparente. Reprenons maintenant l'Histoire des Taches.

Le 25 Fevrier, on en apperçût vers le bord oriental du Soleil plusieurs, qui formoient trois petits amas, dont les deux superieurs avoient chacun une Tache assés grande, & assés noire. Elles étoient toutes environnées d'une nebulosité. Quelques-unes étoient plus hautes, & quelques-autres plus basses que le centre du disque. On les vit s'avancer vers le bord occidental selon l'hypothêse des 27 jours $\frac{1}{2}$, jusqu'au 1 Mars, aprés quoi le temps ne permit plus de les observer. M. Cassini le fils trouva selon la

Theorie que nous venons d'expliquer, qu'elles étoient dans l'Hemisphere meridional du Soleil avec une declinaison de 6 ou 7 degrés pris sur la circonference du Soleil. Celles du mois de Decembre 1706. devoient avoir à peu prés la même position, & il voulut voir si elles pouvoient être les mêmes selon l'hypothêse des 27 jours. Mais parce que la plus Occidentale de celles de Decembre avoit passé par le milieu du Disque le 12 à 6 heures du soir, & que la plus Occidentale de celles de Fevrier y avoit dû passer le 1 Mars à 8 heures du soir, l'intervalle de ces deux passages ne contenant point $27\frac{1}{2}$ un nombre de fois à peu prés juste, il s'ensuit ou que ces deux Taches étoient differentes, ou que si c'étoit la même, elle avoit quelque mouvement particulier, ce qu'on ne doit pas supposer tout-à-fait gatuitement.

Le 20 Mars, on apperçût dans le Soleil un amas de Taches, dont la plus occidentale étoit la plus grosse. Elle dût passer par le milieu du disque le 28 à 9 heures du soir. Le 24 on apperçût vers le bord oriental un nouvel amas de Taches, de sorte que l'on en vit deux en même-temps, phenomene qui, selon ce que nous avons déja dit dans l'Hist. de 1705 *, commence à n'être plus si rare qu'il l'étoit. M. Cassini le fils détermina que la plus grosse Tache du premier amas étoit dans l'Hemisphere meridional du Soleil avec une declinaison de 9 degrés, & la plus grosse du second dans le même Hemisphere avec une declinaison de 6 à 7 degrés.

* p. 128.

On n'apperçut point de Taches depuis le 3 Avril jusqu'au 15 May, que l'on en vit un amas dont la plus grosse étoit la plus occidentale. Elle devoit avoir passé par le milieu du disque le 11 à midi avec une declinaison meridionale de 6 à 7 degrés.

Le 28 Septembre il parut une Tache vers le bord oriental. On continua de l'observer jusqu'au 3 Octobre, & on trouva qu'elle avoit passé par le milieu du disque le 2 Octobre vers le minuit, avec une declinaison de 7 à 8 degrés.

Le 14 Novembre, on vit une Tache si proche du centre du Soleil, qu'elle devoit passer par le milieu du disque le même jour sur les 5 heures du soir, avec une declinaison meridionale de 12 à 13 degrés. Le 16 elle disparut, fort éloignée encore du bord occidental, & l'on en vit une autre beaucoup plus grosse vers le bord oriental. On continua de l'observer, & le 27 qu'elle approchoit fort du bord occidental, on en vit un autre vers le bord oriental, & le phenomene qu'on croyoit si rare parut deux fois en cette seule année. Mais ce qui est encore plus extraordinaire, c'est que la nouvelle Tache étoit dans l'Hemisphere septentrionnal, où elle avoit une declinaison de 13 degrés à peu prés.

Mrs Cassini & Maraldi ne se souviennent point d'avoir vû dans cet Hemisphere du Soleil aucune autre Tache que celle qui parut au mois d'Avril 1705 depuis le 7 jusqu'au 17 *. Nous ne marquâmes point alors la circonstance de sa position sur le globe du Soleil, elle y avoit une declinaison septentrionale de 12 à 13 degrés. En general les Taches qui paroissent en si grande quantité, sont toutes dans l'Hemisphere meridional, & il y en a un grand nombre qui ont les mêmes declinaisons. * V. l'Hist. de 1705. p. 127.

Cette remarque favorise une pensée de M. de la Hire, rapportée dans l'Hist. de 1700 *, que la plûpart des Taches pourroient être les pointes ou les éminences de quelque grande masse solide & iréguliere, fixe dans un certain endroit du Soleil, à cela prés qu'elle peut ou s'élever sur la surface de ce grand liquide, ou s'y enfoncer plus ou moins. Ce sera la même chose, si l'on veut que ce liquide ait un mouvement par lequel tantôt il couvre entierement la grande masse solide, tantôt il la laisse plus ou moins découverte. * p. 118.

La conformité & l'égalité de declinaison des deux Taches Septentrionales de 1705 & de 1707 donna lieu de chercher si elles ne pourroient point être la même Tache, selon l'hypothêse des 27 jours $\frac{1}{2}$. Celle de 1705 dût passer par le milieu du Soleil le 12 Avril sur les 8 heures du matin, & celle de 1707. le 30 Novembre à 7 heures du soir, & il se trouva que l'intervalle des deux passages divisé par 27 $\frac{1}{2}$ donnoit 35 révolutions juste & sans reste. Il y a donc lieu de croire que ce n'étoit que la même Tache, & que l'Hemisphere Septentrionnal du Soleil a quelque grande masse solide pareille à celle du Meridional, mais qui se tient plus long-temps enfoncée, ou que le liquide découvre plus rarement. Il n'est pas étonnant que la Philosophie begaye sur des choses si éloignées de la portée de nos yeux, & si foiblement apperçûës, il l'est seulement qu'on ait été si loin, & qu'on ait pû, par exemple, distinguer geometriquement les deux Hemispheres réels du globe du Soleil.

Le 15 Decembre on vit une Tache vers le bord oriental. Par sa declinaison meridionale de 13 degrés, & par l'hypothêse des 27 jours $\frac{1}{2}$, elle pouvoit être la même que celle qui commença à paroître le 16 Novembre. On l'observa jusqu'au 21 Decembre, elle étoit fort diminuée, & le mauvais temps acheva de la dérober aux yeux.

Nous renvoyons aux Memoires

V. les M. p. 110. Les Observations de Saturne, de Mars, & d'Aldebaram vers le temps de la conjonction de Saturne avec Mars, par M. de la Hire.

V. les M. p. 193. Les Reflexions de M. Cassini le fils sur l'Eclipse de Mars par la Lune observée à Montpellier & à Marseille.

V. les M. p. 297. L'Observation qu'a faite M. de la Hire de la conjonction de Jupiter avec Regulus.

V. les M. p. 352. L'Observation qu'a faite M. Maraldi du passage de Mars par l'Etoile nebuleuse de l'Ecrevisse.

GEOGRAPHIE.

à l'Oreille le défaut de tout le reste, & lui rappellent trop vivement le souvenir d'une justesse, qu'il faut au contraire lui faire oublier. C'est par cette raison que les Facteurs d'Orgues, & de Clavecins suivent le Sistême de M. Sauveur, & non celui des Musiciens ordinaires.

Comme les nombres 31, 43, & 55. sont en progression arithmetique, & que 43 qui appartient à M. Sauveur, est le terme moyen, on peut voir en general pourquoi son Sistême tient le milieu entre les deux autres, & altere tous les accords avec plus d'uniformité.

La difference du Sistême de M. Sauveur soit à celui de M. Huguens, soit à celui des Musiciens, quoique peut-être legere en elle-même, ne l'est nullement par rapport au but que l'on se propose. Il s'agit de la perfection, & plus on en approche, plus le peu de chemin qui reste à faire est important. Souvent même on ne croit pas qu'il en reste à faire, & il n'appartient pas à tout le monde de s'en appercevoir.

MECHANIQUE.

SUR LE JET DES BOMBES, OU EN GENERAL SUR LA PROJECTION DES CORPS.

V. les M. p. 140.

IL y a deux cens ans que les Philosophes croyoient que la ligne décrite en l'air par un boulet de canon étoit droite, tant que l'impulsion de la poudre l'emportoit considerablement sur la pesanteur du boulet, qu'aussi-tôt que cette impulsion venoit à être balancée par la pesanteur, cette ligne devenoit courbe, & qu'enfin elle redevenoit droite

droite dés que la pesanteur l'emportoit sur l'impulsion. Il paroît bien que la science des Mouvemens composés n'étoit alors guere connuë. Nicolo Tartaglia de Bresce, qui vivoit au commencement du 16me Siécle, & l'un des premiers qui ait travaillé à l'Algebre, fut le premier qui s'apperçut de la fausseté de cette idée, & qui soûtint que la ligne du boulet étoit courbe dans toute son étenduë. Il découvrit aussi que les coups tirés d'un canon élevé de 45 degrés ont une plus grande portée, que dans toute autre élevation de la piece, mais selon la destinée de tous les grands Genies, qui défrichent une matiere nouvelle, il se trompa sur beaucoup d'autres choses, & quand il n'eût pas été arrêté, comme il le dit, par le scrupule d'enseigner une science funeste, il n'eût pas fait beaucoup de mal au genre humain; si cependant, à juger bien sainement, c'est une invention funeste que l'Artillerie, & si tout ce qui rend la Guerre plus courte & plus décisive, ne la rend pas moins meurtriere & plus innocente. Il a dû perir plus d'hommes dans Troye par un Siége de 10 ans, que dans aucune Place qui ait été bombardée. Tartaglia n'avoit pas déterminée la courbe du boulet de canon, & il ne l'auroit pas pû sans le Sistême de l'acceleration des Chutes, reservé au Grand Galilée. C'est lui qui a démontré le premier qu'un boulet tiré horizontalement d'un lieu élevé décrit un demi-Parabole, dont le sommet est au point où il sort de la bouche du canon, & que s'il est tiré obliquement à l'horizon, il décrit une Parabole, dont le sommet est précisément au milieu de sa course, supposé qu'il doive tomber sur le même plan horizontal où est la batterie. Ensuite il a comparé ensemble les projections faites toûjours avec la même force, mais sous differens angles par rapport à une ligne verticale, & il a fait voir que les étendues des projections, ou les *amplitudes* des Paraboles sont entre elles comme les sinus droits, & les hauteurs des sommets des Paraboles sur le plan horizontal de la batterie comme les sinus verses du double de ces angles; d'où il suit que la plus grande étenduë possible appartient au jet fait sous l'angle de 45, puisque le sinus droit du double de cet angle est le rayon du Cercle, le plus grand de tous les sinus, que toutes les étenduës qui appartiennent à des jets également éloignés du jet de 45 en dessus, & en dessous, sont égales, que les hauteurs des Paraboles sont d'autant plus grandes que l'angle du jet avec la verticale est plus petit, que quand cet angle est de 45 la hauteur de la Parabole correspondante tient précisément le milieu entre toutes les autres hauteurs possibles, & que quand l'angle est de 90 la hauteur de la Parabole sur le plan de la batterie est nulle, de même que le sinus de 180 est nul.

Galilée n'a consideré que les projections terminées au plan horizontal de la batterie, mais Toricelli son Disciple est allé plus loin, parce qu'il est venu après lui. Il a recherché où les coups devoient porter sur les endroits situés au-dessus ou au-dessous de l'horizon, par exemple, sur une Montagne, les angles de projection étant connus, & il s'en est tenu là. Mais ce qu'il ajoûtoit à Galilée étoit moins important pour l'usage de l'Artillerie, que ce qu'il laissoit encore à découvrir. On ne se soucie pas tant de sçavoir où ira le coup, que de le faire aller où l'on veut, sur une Tour, par exemple, sur un Bastion, & il faut connoître sous quel angle on doit pointer les pieces, pour y tirer juste. La Parabole que le boulet décriroit entiere en l'air, s'il devoit tomber sur un plan qui fût au niveau de la batterie, doit être coupée & arrêtée dans sa course par le haut de la Tour, & il s'agit de trouver sous quel angle il faut pointer la piece, afin que le boulet décrive la Parabole que le haut de cette Tour rencontrera.

Feu M. Blondel de l'Academie des Sciences y proposa ce Problême en 1677, & tous les Geometres de la Compagnie s'exercerent sur ce sujet. M. Buot, M. Roëmer, M. de la Hire donnerent differentes résolutions, & M. Cassini renferma toute la Theorie de la projection des Corps dans une seule Proposition tres-simple, & tres-ingenieuse. M. Blondel qui avoit étudié encore plus particulierement toute cette matiere, en composa un Livre qui parut en 1683 sous ce titre, *de l'Art de jetter les Bombes.*

Il ne paroît pas que l'on ait presentement rien à desirer sur la pratique de cet Art. Peut-être seulement pourroit-on encore perfectionner l'Instrument qui sert à pointer la piece ou le Mortier, & l'on a parlé sur cela d'une idée de M. de la Hire dans l'Hist de 1700 *. * p. 144.

Mais la Geometrie étant quitte, pour ainsi dire, envers la Pratique, est en droit de pousser plus loin la speculation, & de donner quelque chose à la simple curiosité, quand l'utilité est satisfaite.

Nous avons dit que la force de la projection, ou la vitesse du boulet étant toûjours la même, les hauteurs des differentes Paraboles décrites par des jets de differens angles diminuënt toûjours depuis le plus petit angle que puisse faire le jet avec la verticale tirée par le point d'où le jet sort, jusqu'à l'angle de 90; par consequent les foyers de ces Paraboles, qui sont toûjours dans la même ligne verticale que les sommets, & au-dessous, baissent aussi dans tout ce mouvement. D'un autre côté, depuis l'angle infiniment petit fait avec la *verticale du jet* jusqu'à l'angle de 45 les étenduës des jets ou les amplitudes des Paraboles augmentent toûjours, & comme la ligne où sont le sommet & le foyer, c'est-à-dire, l'axe de la Parabole coupe toûjours l'amplitude par le milieu, les sommets & les foyers baissent jusqu'à l'angle de 45 en s'éloignant toûjours de la verticale du jet, aprés quoi les amplitudes au-delà de l'angle de 45 redevenant égales à ce qu'elles étoient en deçà, chacune à sa correspondante, les sommets & les foyers se rapprochent de la verticale du jet, en continuant toûjours de baisser. Il faut sçavoir quelles lignes les uns & les autres décrivent dans ce mouvement.

La hauteur verticale d'où le boulet auroit dû tomber pour acquerir la vitesse qu'il a au sortir du canon, & qu'on peut appeller *hauteur déterminatrice*, étant repreſentée par une ligne, ſi le point d'où le jet ſort pris pour centre, & de cette ligne priſe pour rayon, on décrit un demi-cercle, on voit tres-facilement que tous les foyers des differentes Paraboles depuis l'angle infiniment petit juſqu'à celui de 90, ſont autant de points de cette demi-circonference. Et en effet, l'angle du jet étant infiniment petit, ou, ce qui eſt la même choſe, le boulet étant tiré verticalement de bas en haut, la Parabole, dont l'amplitude eſt alors nulle, n'eſt que la verticale du jet, ou la ligne qui repreſente la hauteur déterminatrice, & ſon ſommet & ſon foyer ſe confondent en un ſeul point, qui eſt l'extrémité ſuperieure de cette ligne, & en même-temps de la demi-circonference dont elle eſt le rayon. Quand l'angle du jet eſt de 45, le ſommet de la Parabole qui en eſt formée eſt au milieu de tous les autres ſommets, ou, ce qui revient au même, il répond au milieu de la hauteur déterminatrice, & il eſt tres-aiſé de voir que le foyer de cette Parabole eſt ſur la ligne horizontale de la batterie, & que par conſequent depuis le jet vertical juſqu'à celui de 45, les foyers ont décrit un quart de cercle, d'où il ſuit qu'ils décriront l'autre quart depuis l'angle de 45 juſqu'à celui de 90, qui appartient au jet horizontal.

Quant aux ſommets des Paraboles qui ſont toûjours plus élevés que les foyers, il eſt viſible que dans tout le mouvement qu'ils font depuis le jet vertical juſqu'à l'horizontal, ils ne peuvent deſcendre que juſqu'à la ligne horizontale de la batterie, c'eſt-a-dire, qu'ils deſcendent la moitié moins que les foyers, car quand le jet eſt horizontal, le ſommet de la demi-Parabole qui ſe décrit alors eſt au point d'où le jet ſort. On voit par une Propoſition de M. le Marquis de l'Hôpital dans ſon *Analiſe des Infiniment petits*, que la Courbe décrite par les ſommets des Paraboles depuis le jet vertical juſqu'à l'horizontal eſt une demi-Ellipſe, qui a pour ſon petit axe la hauteur déterminatrice, & ſon grand axe double du petit.

Comme les ſommets & les foyers vont enſemble en s'éloignant de la ligne du jet vertical depuis ce jet jusqu'à celui de 45, & qu'ensuite ils se rapprochent toûjours de cette même ligne jusqu'à ce qu'ils y arrivent, il s'ensuit qu'ils repassent par les mêmes lignes verticales par où ils avoient déja passé, mais en d'autres points, & que par consequent chacune de ces lignes coupe en deux points tant le demi-cercle décrit par les foyers, que la demi-Ellipse décrite par les sommets. Il en faut excepter la verticale qui appartient au jet de 45, le plus étendu de tous, ou, ce qui est le même, la verticale où se trouvent le sommet & le foyer de la Parabole correspondante. Cette ligne touche en même-temps & le demi-cercle, & la demi-Ellipse, parce que le jet de 45 est unique & n'en a aucun autre qui lui réponde. C'est aussi un principe établi en Geometrie qu'un point d'attouchement en vaut deux d'intersection.

Cette speculation a été encore poussée plus loin. Toutes ces differentes Paraboles qui depuis le jet vertical s'en éloignent toûjours jusqu'au jet de 45, & s'ouvrent toûjours de plus en plus, se coupent necessairement les unes les autres, & la suite de tous leurs points d'intersection forme une ligne Courbe, ou, ce qui est la même chose, il y a une Courbe qui dans toute son étenduë touche toutes ces differentes Paraboles. On demande quelle elle est. M. le Marquis de l'Hôpital a démontré dans son Livre des Infiniment petits, que c'est une Parabole dont le parametre est quadruple de la hauteur déterminatrice. On la peut appeller Parabole *generale* ou *exterieure*, parce qu'elle envelope toutes les autres par dehors. Elle est le terme au-delà duquel le boulet ne peut jamais aller, n'étant poussé que de la force representée par la hauteur déterminatrice, & si l'on veut qu'il aille à l'extrémité d'une ligne inclinée au-dessus de l'horizon, par exemple, sur le haut d'une Montagne, il faut qu'il aille au point qui est commun à la Parabole generale, & à celle du jet qu'il faudra faire.

Voilà quelle est l'histoire des découvertes qui ont été faites jusqu'à present sur les Projections. M. Guisnée a démontré le tout d'une maniere fort naturelle & fort claire; & quand on donne des preuves plus faciles de verités déja connuës, c'est un progrés pour les Sciences, aussi bien que celui qui consiste à trouver des verités nouvelles. La maniere de sçavoir n'est pas indifferente & devient elle-même une science à part. Nous avons dit dans l'Hist. de 1704 * que d'habiles Geometres ont eu bien de la peine à prouver que les projections obliques à l'horizon formoient des Paraboles aussi-bien que les horizontales, & maintenant les deux cas se trouvent sans peine envelopés dans la même Proposition, & même avec les nouvelles lumieres que l'on a, il seroit difficile de les séparer, quand on le voudroit.

* p. 112.

M. Guisnée a cependant trouvé moyen d'ajouter quelque chose à la Theorie des Projections. Si l'on ne veut pas que le boulet aille jusqu'où il pourroit aller par la force qu'on lui suppose, c'est-à-dire, jusqu'à la Parabole generale, & qu'il demeure en deçà, il détermine quel est l'angle qu'il faut donner au jet, ou la Parabole *particuliere* qu'il décrira, differente de celle qu'il auroit décrite, si le coup eût dû avoir toute son étenduë. Il est visible qu'en deçà de 45, & à 45, l'angle du jet doit être plus petit, qu'il n'eût été, & au-delà plus grand. M. Guisnée a donné en general cette détermination précise par plusieurs voïes differentes.

SUR LA RESISTANCE
DES TUYAUX CILINDRIQUES
PLEINS D'EAU.

V. les M. p. 105.

QUand il faut mesurer exactement des mouvemens, ou, ce qui est encore plus difficile, de simples efforts dont les directions, les leviers, les appuis, ne sont

Dés que l'on a une Equation qui donne l'épaisseur des Tuyaux necessaire pour résister à l'eau, tout le reste étant déterminé ou connu, on a par la même Equation la hauteur qu'ils pourront avoir, si l'épaisseur est déterminée avec tout le reste. De même on aura, si l'on veut, le diametre qu'on leur pourra donner. C'est sur ces principes que M. Parent a construit une Table pour les Tuyaux de Cuivre & de Plomb, & seulement pour les dimensions qu'ils peuvent avoir dans l'usage. Elle épargnera le calcul de son Equation à ceux qui voudront aller jusqu'à la pratique.

SUR UNE THEORIE GENERALE
DES MOUVEMENS, SOIT UNIFORMES, SOIT VARIE'S A DISCRETION.

S'Il n'étoit question précisément de considerer les Mouvemens accelerés, ou ce qui revient au même, les retardés, & même les uniformes, que par rapport à l'usage & aux applications Physiques, le Sistême de Galilée seroit suffisant. Ce grand Homme a eu cette gloire, tres-peu commune, que quoique premier Inventeur en cette matiere, il a frapé droit au but, & que son hypothêse qui a passé par le severe examen de tant d'habiles Philosophes, subsiste toûjours en son entier. Elle s'est trouvée aussi exactement conforme à l'experience qu'on le puisse desirer, & même on a transporté avec succés à d'autres forces constantes & continuellement appliquées, telles que les forces centrales, ce que Galilée avoit pensé sur la Pesanteur, ainsi que nous l'avons dit dans l'Hist. de 1700 *. V. les M. p. 222.

Mais c'est une curiosité tres-digne de l'Esprit philosophique que de s'élever au-dessus de la Theorie de Galilée, & de penetrer jusqu'à la premiere source d'où ce * p. 87.

ruiſſeau apris ſon cours. De plus on ſaiſit avec plus de force les verités particulieres, quand on tient les verités generales, qui les produiſent, & on en eſt plus éclairé, quand on peut être admis à les contempler dès leur naiſſance. C'eſt-là ce que prétend principalement M. Varignon dans la Theorie que nous allons expliquer.

D'abord pour mettre enſemble, & ſous un même coup d'œil les mouvemens accelerés ou retardés, ou en un mot les mouvemens variés avec les uniformes, il ne faut ſonger qu'aux variés, de même que pour former une idée generale d'une Ligne qui pourra être ou droite ou courbe, il faut la concevoir courbe. Une legere difference de ſuppoſition changera, quand on voudra, la ligne courbe en droite, & le mouvement varié en uniforme. Le plus composé renferme toûjours le plus ſimple, & l'inégal ſe réduit aiſément à ce qui eſt égal.

Un Mouvement varié eſt celui dont la Viteſſe augmente ou diminue à chaque inſtant. La variation de la viteſſe, pour pouvoir être l'objet de nos recherches, doit avoir quelque Regle, & il faut que cette regle, ſoit priſe ſur quelque autre grandeur qui entre dans le Mouvement même. Or il n'y en a que deux, l'Eſpace & le Temps.

M. Varignon ne regle les mouvemens variés que ſur les Temps, & il inſinuë que l'autre maniere de les regler eſt impoſſible, & qu'il pourra le faire voir quelque jour, mais en attendant nous donnerons quelque idée de cette impoſſibilité, afin que la matiere que nous traitons en ſoit plus complete.

Si l'on regle la variation de la viteſſe ſur l'Eſpace, ſoit un mouvement acceleré dont l'augmentation de viteſſe ſuive les eſpaces parcourus, de ſorte que la viteſſe d'un Corps qui eſt tombé de 2 Toiſes ayant été exprimée par 1 à la fin de la 1re Toiſe, le ſoit par 2 à la fin de la 2de; il eſt clair que cette hypothêſe produit une abſurdité, car le Corps qui en acquerant ſucceſſivement 1 degré de viteſſe a parcouru une Toiſe, doit, tandis qu'il acquiert ſucceſſivement un 2d degré de viteſſe égal, parcourir plus d'une

2de Toiſe, puiſque quand il n'auroit eu que ſon 1er degré de viteſſe entierement acquis, il auroit dû avec ce ſeul degré parcourir plus d'une 2de Toiſe dans un temps égal au premier, & à plus forte raiſon doit-il parcourir plus d'une 2de Toiſe dans le 2d tems, puiſqu'u 1er degré de viteſſe entierement acquis, il ſe joint inceſſamment quelque portion du 2d degré qu'il acquiert ſucceſſivement. L'abſurdité ſeroit plus grande, ſi l'augmentation de viteſſe ſuivoit les quarrés des Eſpaces, & que le Corps à la fin de la 2de Toiſe eût 4 degrés de viteſſe, & ce ſeroit encore pis ſi la puiſſance des Eſpaces étoit plus élevée.

En general, il ſuit de ce raiſonnement qu'afin qu'une hypothêſe ſur l'augmentation de la viteſſe ſoit poſſible, il faut que la viteſſe acquiſe à la fin de la 2de Toiſe ſoit moins que double de celle qui étoit acquiſe à la fin de la 1re, & par conſequent l'augmentation de la viteſſe ne peut ſuivre aucune puiſſance parfaite des Eſpaces parcourus.

Je dis *parfaite*, car notre raiſonnement ne comprend pas les *imparfaites* ou Racines quelconques, & ſi l'on veut que la viteſſe ſuive les Racines quarrées ou cubiques &c. des Eſpaces on trouvera que ces hypothêſes ſont poſſibles, puiſque la viteſſe acquiſe à la fin de la 2de Toiſe étant la racine quarrée ou cubique &c. de 2 ne ſera pas double de la viteſſe 1 acquiſe à la fin de la 1re Toiſe. Mais il faut remarquer que ces hypothêſes retombent dans celles où l'augmentation de la viteſſe ſuit quelque puiſſance parfaite des Temps, & ſi, par exemple, on veut qu'elle ſuive les racines quarrées des Eſpaces, c'eſt-là une conſequence neceſſaire du Siſtême de Galilée, qui la regle ſur la 1re puiſſance des Temps, c'eſt-à-dire ſur les Temps même. On la peut donc regler ſur quelque puiſſance parfaite des Temps, ce qui produira la puiſſance imparfaite correſpondante des Eſpaces.

On peut auſſi ſelon le principe que nous avons établi regler la viteſſe ſur les Racines quelconques des puiſſances quelconques des Eſpaces, pourvû que l'Expoſant de ces Racines ſoit un nombre plus grand que celui des Puiſ ſances ; par exemple, la viteſſe acquiſe à la fin de la 2de Toiſe peut être la racine 3^{me} de 4, 2de puiſſance de l'eſpace, car cette grandeur eſt beaucoup au deſſous de 2. Mais ces hypothêſes ſont les mêmes que ſi on avoit reglé la viteſſe ſur les puiſſances imparfaites des Temps, & dans l'exemple propoſé elle ſuivroit leurs racines quarrées. Il n'y a donc d'hypothêſes poſſibles que celles qui reglent la viteſſe ſur quelque puiſſance des Temps parfaite ou imparfaite.

Les Puiſſances n'étant, comme il a été dit dans l'Hiſt. de 1706 * qu'une eſpece particuliere d'un genre qu'on appelle *Fonctions*, ou *Affections*, M. Varignon, pour s'élever à la plus grande univerſalité poſſible, ſuppoſe la variation de la viteſſe reglée ſur telle fonction des Temps que l'on voudra.

* p. 70.

Il s'agit de trouver une formule infiniment generale, par laquelle on puiſſe pour un inſtant quelconque d'un mouvement varié déterminer l'eſpace parcouru en vertu de la viteſſe de ce mouvement depuis qu'il a commencé.

Les effets ſont toûjours proportionnels aux cauſes, & tout eſpace parcouru eſt un effet dont la cauſe eſt la viteſſe qui l'a fait parcourir. Si cette viteſſe eſt uniforme, la cauſe eſt toûjours la même, & l'effet ou l'eſpace plus grand en même raiſon qu'elle eſt plus grande, & qu'elle a agi plus long-temps. Si la viteſſe eſt variée, il faut la concevoir comme l'aſſemblage ou la ſomme d'une infinité de cauſe differentes, dont chacune a agi dans chaque inſtant infiniment petit, & par conſequent l'eſpace parcouru eſt proportionnel à cette ſomme infinie de cauſes.

Puiſque la viteſſe variée doit toûjours ſe regler ſur quelque fonction des Temps, il doit y avoir un Courbe *generale*, qui par ſes Ordonnées croiſſantes ou décroiſſantes repreſente les viteſſes de tous les inſtans, & par ſes Abſciſſes correſpondantes les fonctions des Temps. Ainſi l'art de trouver la valeur d'une ſomme infinie quelconque des Ordonnées de cette Courbe, ou, ce qui eſt le même, l'espace curviligne quelconque formé par la Courbe, sera l'art de trouver la valeur de la vitesse variée d'un temps fini quelconque, toûjours proportionnelle à l'espace parcouru; & si l'on veut comparer ensemble deux differens espaces parcourus, soit en vertu de la même vitesse variée qui aura agi pendant deux temps inégaux, soit en vertu de deux vitesses differemment variées, il faudra comparer les deux espaces curvilignes, soit de la même Courbe, soit des deux differentes Courbes produites par les deux differentes suppositions de vitesse. Voilà quelle est la formule generale de M. Varignon, avec laquelle il entreprend de satisfaire à tout.

Si l'on veut que la vitesse soit uniforme, il est évident que l'espace curviligne devient rectiligne, & ne le devient qu'en ce cas-là. Comme hors delà ce sont des espaces curvilignes qui donnent le rapport des espaces parcourus, on ne peut se dispenser d'emploïer le Calcul Integral, & les *integrations* sont d'autant plus difficiles, que les Courbes qui representent la variation de la vitesse ont une équation plus composée, ou, ce qui revient au même, que les fonctions des Temps sont plus compliquées. M. Varignon donne d'abord quelques exemples de ces sortes d'integrations, où il paroît avoir eu en vûë de faire briller l'art de ce calcul, que l'on ne sçait pas encore, & que l'on ne sçaura peut-être jamais manier comme le Differentiel. Mais ensuite il se réduit à des exemples plus simples, où la variation de la vitesse ne suit que les puissances des Temps.

La vitesse qui est reglée sur les Temps peut l'être de deux manieres, ou sur les temps écoulés, ou sur les temps qui sont à écouler dans le reste de la durée totale du mouvement. La vitesse d'un mouvement acceleré se regle plus naturellement de la premiere maniere, & celle d'un mouvement retardé de la seconde, car elles sont d'autant plus grandes, l'une que le temps écoulé, l'autre que le temps à écouler est plus grand. Mais cela n'empêche pas que la vitesse d'un mouvement acceleré ne se puisse regler sur les temps à écouler, seulement elle sera d'autant plus grande que ce temps sera plus petit, ou, ce qui est le même, elle sera en raison *renversée* de ce temps, au lieu qu'elle étoit en raison *directe* du temps écoulé. De même la vitesse d'un mouvement retardé peut se regler sur le temps écoulé, mais elle sera en raison renversée de ce temps, au lieu qu'elle étoit en raison directe du temps à écouler. Or ce changement de raison directe en renversée arrive necessairement par la seule expression algebrique, quand l'exposant de la puissance des temps devient de positif negatif, & par consequent cet exposant pris indéterminement pour positif ou pour negatif, convient à toutes les vitesses soit accelerées, soit retardées, que l'on regle sur quelque puissance des temps. Puisqu'il est si facile de changer un mouvement acceleré en retardé, dans quelque hypothêse que ce soit, ou reciproquement, nous ne parlerons ordinairement que des mouvemens accelerés, que l'on rendra, si l'on veut, retardés en les renversant.

Naturellement, & en ne concevant aucune limitation arbitraire, un mouvement acceleré commence par être infiniment petit, & finit par être infiniment grand dans un temps infini. Mais il peut aussi commencer par être fini, ainsi qu'il arrive, lorsqu'on ne laisse pas tomber librement une pierre dans l'air, mais qu'on la jette de haut en bas avec une certaine force. Alors la vitesse accelerée que produit la seule pesanteur s'ajoûte continuellement à la vitesse *initiale* qui a été imprimée par la cause étrangere, & qui demeure toûjours la même. C'est-là la maniere la plus naturelle dont ce cas-là puisse être consideré, mais M. Varignon pour ne laisser échaper aucune hypothêse possible, suppose encore que la vitesse initiale fût considerée comme ayant commencé à Zero, & comme étant produite par l'acceleration que la pesanteur auroit causée pendant un certain temps, il y joint la vitesse réellement causée par l'acceleration dans un instant quelconque du mouvement à compter depuis qu'il a commencé,

&

& il regarde la somme de ces deux vitesses ensemble comme devant suivre une puissance quelconque de la somme des deux temps qui leur répondent. Cette hypothêse entre aussi facilement qu'une plus simple dans sa formule generale. Il remarque qu'on ne peut pas supposer que la vitesse initiale & l'accelerée prises ensemble suivent une puissance des temps necessaires pour acquerir la seule accelerée, car quand le temps où l'accelerée commence est nul, & l'accelerée aussi, l'initiale seroit donc pareillement nulle, ce qui est contre la supposition que l'initiale est finie.

Si l'on veut regler la vitesse sur les temps à écouler, il sera plus naturel, ainsi que nous l'avons dit, qu'il s'agisse de mouvemens retardés. La difficulté n'est que de trouver l'expression de la vitesse ainsi reglée. Pour cela, il faut considerer, qu'elle doit à chaque instant être d'autant plus grande. 1°. Que le temps à écouler est plus grand, ou, ce qui est la même chose, que le temps total pendant lequel le mouvement doit durer, le temps moins écoulé, est plus grand. 2°. Que la vitesse initiale est plus grande par rapport à ce temps total, car il est visible & qu'il se perdra d'autant moins de vitesse que ce temps total durera moins, & que plus elle aura été grande au commencement, plus il en restera à chaque instant. Ces deux grandeurs, c'est-à-dire, le temps, à écouler, & le rapport de la vitesse initiale au temps total, multipliés l'une par l'autre expriment donc la vitesse d'un mouvement retardé reglée sur les temps à écouler.

La formule qui en résulte est telle, que quand on suppose le temps écoulé nul, la vitesse se réduit à la seule vitesse initiale, & que quand on suppose ce même temps écoulé égal au temps total pendant lequel le mouvement doit durer, la vitesse est nulle ou éteinte. Delà il suit, en renversant ces idées, que dans un mouvement acceleré, qui auroit eu la même vitesse initiale, la vitesse deviendroit infinie, aprés le temps total fini entierement écoulé, si ce mouvement avoit sa vitesse reglée sur les temps à écouler. Mais comme il eſt impoſſible qu'une viteſſe finie devienne réellement infinie dans un temps fini, l'hypothêſe qui produiroit cette conſequence eſt impoſſible, & il en faut dire autant de quelques autres hypothêſes, d'où ſuivroit la même conſequence. Par exemple, une Hiperbole équilatere, ou plutôt une portion infinie de cette Hiperbole étant ſuppoſée, telle qu'elle eût pour axe une portion finie de l'une des Aſimptotes, & pour Ordonnées des lignes paralleles à l'autre Aſimptote, ſi l'on vouloit que les Abſciſſes repreſentaſſent les Temps d'un mouvement acceleré commençant par une viteſſe finie, & les Ordonnées, les viteſſes croiſſantes de ce mouvement, il s'enſuivroit que dans un temps fini la viteſſe deviendroit infinie, puiſque la derniere Ordonnée tirée ſur l'axe fini ſuppoſé ſeroit infiniment grande, ou l'Aſimptote même, mais l'impoſſibilité qu'une viteſſe finie devienne infinie dans un temps fini, fait voir que dans la nature la viteſſe d'un mouvement acceleré ne peut jamais croître comme ces Ordonnées d'Hiperbole. La Geometrie dans ſes ſpeculations generales embraſſe également & ce qui eſt poſſible, & ce qui eſt impoſſible à la Phyſique, & la Phyſique ſe réduit encore du poſſible à l'actuel, infiniment moins étendu.

M. Varignon ayant en main les formules generales des mouvemens variés quelconques reglés ſur les puiſſances quelconques des Temps ſoit écoulés, ſoit à écouler, n'a plus qu'à faire des comparaiſons des uns avec les autres, ſelon toutes les combinaiſons qu'on veut imaginer, & il n'eſt plus queſtion que de calcul, & quelquefois de certaines adreſſes de calcul, dont il eſt bon de donner des exemples. Il compare auſſi les mouvemens variés avec les uniformes, & en ſuppoſant dans un de ſes cas particuliers un mouvement varié ſelon l'hypothêſe de Galilée, il trouve auſſi-tôt la fameuſe Regle de ce grand Auteur, que la viteſſe d'un mouvement uniforme étant égale à la derniere viteſſe d'un mouvement acceleré, qui a commencé par être infiniment petit, l'eſpace parcouru en vertu du mouvement uniforme est double de l'autre. M. Varignon pousse même la curiosité jusqu'à chercher le rapport de ces deux espaces dans plusieurs autres hypothêses des temps, & l'on voit que l'espace parcouru d'un mouvement uniforme étant double de l'autre, lorsque la puissance des temps est 1 selon Galilée, il est triple lorsque cette puissance est 2, quadruple lorsqu'elle est 3, & toûjours ainsi de suite, ce qui a lieu même dans les puissances imparfaites, & dans les negatives, les modifications necessaires y étant apportées.

Comme M. Varignon dans les Memoires imprimés en 1693 avoit déja donné des Regles des Mouvemens accelerés, mais moins generales, il fait voir comment elles rentrent dans cette derniere Theorie, & enfin pour n'y laisser rien à desirer, il donne le moyen d'exprimer les rapports des forces qui seroient necessaires pour produire tous les differens mouvemens variés qu'on peut supposer. Cela retombe encore dans la Theorie des forces centrales, qu'il a si amplement expliquée, & après tout ce que nous en avons dit en differens Volumes de cette Histoire, il ne nous reste rien de nouveau à ajoûter pour faire sentir l'esprit de ces Methodes, ni pour en déveloper la Metaphisique.

SUR LA RESISTANCE
DES MILIEUX,
AU MOUVEMENT.

Toute la Theorie du précedent Article sur le Mouvement fait abstraction de la Résistance que les Milieux y peuvent apporter. Cependant cette Résistance est telle qu'elle peut ou changer les Mouvemens variés en uniformes, ou du moins les rendre variés d'une autre maniere, & si on la negligeoit dans les Calculs, on cour- V. les M. p. 381.