

dans l'air , alors les particules de l'air enfermé dans la graine ne pouvant pas se dilater beaucoup , les parties principales de la graine demeurent en leur entier n'étant point déchirées par une trop grande ou trop subite dilatation de cet air enfermé. Mais dans le vuide , comme il n'y a rien qui soutienne les fibres de la graine contre l'air qu'elles tiennent enfermé , elles sont facilement écartées & déchirées par l'effort que cet air fait continuellement pour se mettre en liberté : ainsi les organes qui servent à porter & à distribuer la nourriture étant rompus , la germination ne peut pas se faire. Si néanmoins il arrive que cet air en se dégageant laisse en leur entier les parties principales de quelques graines , soit parce que leurs fibres sont assez fermes pour résister à cet effort , ou par quelque autre raison que ce puisse être ; ces graines s'enflent & se gonflent , c'est-à-dire germent , dans le vuide aussi bien que dans l'air. Or il y a beaucoup d'apparence que cet air enfermé dans les graines en déchire la plus grande quantité en se dégageant : c'est pourquoi l'on ne doit pas s'étonner qu'il germe beaucoup moins de graines dans le vuide que dans l'air libre.

*APPLICATION DE LA REGLE GENERALE
des mouvemens accelerez à toutes les hypotheses possibles
d'accélérations ordonnées dans la chute des corps.*

Par M. V A R I G N O N.

30. Juin
1693.

EN donnant dans le Mémoire dernier une Regle générale pour toutes sortes d'accélérations ordonnées , M. Varignon promet de faire voir *non seulement toute la doctrine de Galilée touchant l'accélération du mouvement des corps qui tombent ; mais encore tous les rapports possibles des poids qui tombent , des plans le long desquels ils tombent , des*

hauteurs de ces plans, des temps que ces corps employent à parcourir ces plans, & des vitesses qu'ils ont à la fin de leurs chutes: & cela d'une manière universelle, & tout à la fois pour tout ce qu'on peut jamais faire d'hypothèses d'accélération ordonnées dans la chute des corps.

I. On supposoit en général dans ce Mémoire (art. 1.) que les corps M & N , dont les masses étoient e & g , parcourroient les espaces f & h , dans les temps c & d , avec des vitesses qui croissoient comme les puissances p des abcisses des grandeurs v & y qui expriment tout ce qu'on voudra. Les noms des premières forces avec lesquelles ces corps commençoient à se mouvoir, étoient r & s ; & leurs dernières vitesses, c'est-à-dire, celles qu'ils avoient à la fin des temps c & d , s'appelloient x & z . Cela posé, l'on trouvoit (art. 3. de ce Mem.) 1^o $e f s y^{p+1} = g h r v^{p+1}$, ou 2^o $x e s y^p = z g r v^p$, pour Règle générale des mouvemens accélérés suivant toutes les proportions imaginables d'accélération ordonnées. Voici présentement l'application de cette règle à tout ce qu'on peut jamais faire d'hypotefes de pareilles accélération dans la chute des corps.

II. Soient encore en général les corps M , N , dont les masses sont e , g , & les pesanteurs a , b , lesquels commencent leurs chutes au haut des plans f , h , dont les hauteurs sont k , l & que ces corps parcourent pendant les temps c , avec des vitesses qui croissent comme cy-dessus (art. 1.) & dont les dernières soient x , z .

Corps. ou poids.	Masses.	Pesanteurs.	Longueurs des plans.	Hauteurs des plans.	Temps des chutes.	Dernières vitesses.
$M.$	$e.$	$a.$	$f.$	$k.$	$c.$	$x.$
$N.$	$g.$	$b.$	$h.$	$l.$	$d.$	$z.$

III, Il est démontré dans toutes les statique que les
Y y ij

premiers efforts (*momenta*) des poids M & N suivant la direction des plans f & h , sur lesquels on les suppose, sont $\frac{ak}{f}$ & $\frac{lb}{h}$, & que c'est tout ce qui leur reste de leur pesanteur, la résistance de ces plans soutenant le surplus. On peut donc regarder ici ces corps comme sans pesanteur, & comme poussez seulement le long de ces plans par des forces dont les premières, c'est-à-dire, celles du premier instant de leurs chutes, qu'on a cy-dessus (*art. 1.*) appelées en général r & s , sont $\frac{ak}{f}$ & $\frac{lb}{h}$. Ainsi substituant $\frac{ak}{f}$ au lieu de r , & $\frac{lb}{h}$ au lieu de s , dans la Règle générale qui est cy-dessus (*art. 1.*) on aura $ef^2bly^{p+1} = gh^2akv^{p+1}$, ou bien $xefbly^p = zghakv^p$, pour la Règle de toutes les hypothèses des chutes faites le long de toutes sortes de plans avec des accélérations ordonnées.

*Règles des chutes faites avec des accélérations
ordonnées en général.*

$$1^{\circ}. eblf^2y^{p+1} = gakh^2v^{p+1}.$$

ou

$$2^{\circ}. xefbly^p = zgakhv^p.$$

IV. Maintenant si l'on vouloit que l'accélération de la chute des corps se fît suivant les puissances p des espaces parcourus, il n'y auroit qu'à substituer dans cette Règle f^{p+1} & h^{p+1} en la place de v^{p+1} & de y^{p+1} , ou f^p & h^p en la place de v^p & de y^p ; & elle se changeroit en $eblh^{p-1} = gaksf^{p-1}$, ou en $xeblh^{p-1} = zgakf^{p-1}$. Mais parce que l'on a déjà vû dans le Mémoire dernier, page 342, art. 5. que cette hypothèse est impossible; sans s'y arrêter davantage l'on passera à celle des temps, qui est l'unique qui se puisse soutenir.

V. Si l'on veut donc supposer que dans la chute des corps les vitesses croissent comme les puissances p des

temps écoulés depuis le commencement de leurs chutes ; il n'y aura de même qu'à substituer c^{p+1} & d^{p+1} en la place de v^p & de y^p , ou c^p & d^p en la place de v^p & de y^p dans la Regle précédente (art. 3.) ; & elle se changera en $ef^2 bld^{p+1} = gb^2 akc^{p+1}$, ou en $xefold^p = zghakc^p$.

Regles des chutes accelerées suivant toutes les puissances possibles des temps.

$$1^{\circ}. eblf^2 d^{p+1} = gakh^2 c^{p+1}.$$

ou

$$2^{\circ}. xebld^p = zgakhc^p.$$

V I. Pour avoir après cela tous les rapports imaginables des poids qui tombent, des plans le long desquels ils tombent, des hauteurs de ces plans, des temps qu'ils emploient à les parcourir, & des vitesses qu'ils ont à la fin de leurs chutes, en général, & en particulier pour toutes les hypothèses possibles d'accélération ordonnées suivant telle puissance des temps qu'on voudra ; il n'y a qu'à se servir de cette Regle comme l'on a fait de la Regle générale des mouvemens uniformes dans le Mémoire du 31. Décembre 1692. Mais parce que ce détail seroit infini, l'on n'en rapportera que quelques exemples, seulement pour faire voir comment toute la doctrine de Galilée touchant la chute des corps est renfermée dans cette Regle, ou plutôt dans un seul cas de cette grande Regle, qu'on citera dans ces exemples par le nom de *premiere* ou de *seconde égalité*.

1^o. Si $e.g :: a.b$ & $f.h :: k.l$, ayant alors $eb = ga$, & $fl = hk$, la premiere égalité donnera $fd^{p+1} = hc^{p+1}$, c'est-à-dire en général $f.h :: c^{p+1} d^{p+1}$. Et dans l'hypothèse de Galilée, où l'on fait $p=1$, on aura $f.h :: c^2 d^2$. Ce qui comprend la premiere & la seconde proposition, laquelle est le fondement de toutes les autres de son *Traité de motu accelerato*, dont il est ici question. La seconde éga-

lité donnera $xd^p = zc^p$, c'est-à-dire en général, $x. z :: c^p. d^p$. & en particulier suivant l'hypothese de Galilée $x. z :: c. d$. ou $x^2. z^2 :: c^2. d^2$. & par conséquent aussi $f. h :: x^2. z^2$.

2°. Si $e. g :: a. b.$ & $k = l$, la premiere égalité donnera $f^2 d^{p+1} = h^2 c^{p+1}$, c'est-à-dire en général, $f^2. h^2 :: c^{p+1}. d^{p+1}$. Et dans l'hypothese de Galilée $f^2. h^2 :: c^2. d^2$ ou $f. h :: c. d$. Ce qui est la troisième proposition. La seconde égalité donnera $xf d^p = zh c^p$, c'est-à-dire en général, $x. z :: h c^p. f d^p$. Et dans l'hypothese de Galilée $x. z :: h c. f d$. Ainsi puisqu'en ce cas $c. d :: f. h$. & que par là $h c = f d$; on aura $x = z$. Ce qui est la supposition qu'on reproche tant à Galilée.

3°. Si $e. g :: a. b.$ & $f = h$, la premiere égalité donnera $l d^{p+1} = k c^{p+1}$, c'est-à-dire en général, $l. k :: c^{p+1}. d^{p+1}$. Et dans l'hypothese de Galilée $l. k :: c^2. d^2$, ou $c. d \vee l. \vee k$. Ce qui est la quatrième proposition. La seconde égalité donnera $x l d^p = z k c^p$, c'est-à-dire en général, $x. z :: k c^p. l d^p$. Et dans l'hypothese de Galilée $x. z :: k c. l d$. ou $x. z :: d. c$. parce qu'ayant $l. k :: c^2. d^2$. ou $l d^2 = k c^2$. on a aussi $d. c :: k c. l d$.

4°. Si l'on suppose seulement $e. g :: a. b.$ la premiere égalité donnera $f^2 l d^{p+1} = h^2 k c^{p+1}$, c'est-à-dire en général, $c^{p+1}. d^{p+1} :: f^2 l. h^2 k$. & dans l'hypothese de Galilée $c^2. d^2 :: f^2 l. h^2 k$. ou $c. d :: f \vee l. h \vee k$. ce qui comprend ses propositions 5. & 6. La seconde égalité donnera $x f l d^p = z h k c^p$, c'est-à-dire en général $x. z :: h k c^p. f l d^p$. Et dans l'hypothese de Galilée $x. z :: h k c. f l d$.

5°. Si $e. g :: a. b.$ & $k. l :: f^2. h^2$. l'on aura $e b = g a$, & $k b^2 = l f^2$. Ainsi la premiere égalité donnera en général $d^{p+1} = c^{p+1}$, ou $d = c$; ce qui est la proposition 7. de Galilée. La seconde égalité donnera $x h d^p = z f c^p$, c'est-à-dire en général, $x. z :: f c^p. h d^p$. Et dans l'hypothese de Galilée $x. z :: f c. h d$. ou $x. z :: f. h$. puisqu'en ce cas $c = d$.

V I I. La Regle de l'art. 5. qui vient de donner tous ces

rappports , en fournira encore de même une infinité d'autres , tant en général , qu'en particulier , auxquels Galilée ni tous les autres n'ont point touché. Pour les avoir en particulier dans l'hypothese ordinaire , qui est celle de Galilée, il n'est pas besoin de suivre cette Regle dans toute son étendue : il suffit d'y faire $p = 1$, & elle se changera en celle-ci , $e b l f^2 d^2 = g a k h^2 c^2$, ou $x e f b l d = z g h a k c$, qui sera la Règle particuliere de cette hypothese , & cependant encore la source de tout ce que l'on y peut chercher de rappports.

Regle speciale de l'hypothese de Galilée touchant la chute des corps.

$$1^{\circ}. e b l f^2 d^2 = g a k h^2 c^2.$$

ou

$$2^{\circ}. x e f b l d = z g h a k c.$$

VIII. L'usage de cette Regle sera encore le même que celui de la Regle générale des mouvemens uniformes , qui est dans le Mémoire du 31. Décembre 1692. c'est pourquoi on ne s'y arrêtera pas davantage. Mais avant que de finir l'article de Galilée , il est à propos de faire une remarque sur son hypothese touchant le passage d'un plan à un autre , lorsqu'un corps tombe le long de plusieurs plans contigus. Galilée & après lui tous les autres que M. Varignon a vûs sur cette matiere , ont supposé qu'au concours de ces plans la vîtesse du poids qui passe de l'un à l'autre , est la même suivant la direction du second plan sur lequel il passe , que celle qu'il avoit pour suivre le premier ; & par conséquent aussi la même que ce corps auroit en ce point de concours , s'il tomboit du haut du second plan prolongé jusqu'à l'horizontale qui passe par le point où il a commencé sa chute : Ce qui non seulement n'est pas exact , mais même est fort éloigné de l'être , puis-

qu'au concours de deux plans contigus, ce qu'un corps qui passe de l'un à l'autre a de vitesse pour suivre le plan le long duquel il tombe, est à ce qu'il en a suivant la direction de celui sur lequel il passe, comme le sinus total est au sinus du complément de l'angle que ces plans font entr'eux. C'est ce que l'on fera voir dans un autre Memoire, où l'on donnera quelques réflexions de conséquence par rapport à cette proposition. Cependant M. Varignon croit devoir avertir qu'il s'est aussi mépris dans les quadratures des roulettes à l'infini, en regardant l'espace compris entre deux positions d'une courbe muë parallèlement à elle-même, comme de même largeur par tout. Mais cela n'empêche pas que la démonstration des tangentes, qui étoit le dessein principal, ne subsiste toujours & ne demeure dans sa force.

*S'IL EST ARRIVE' DU CHANGEMENT
dans la hauteur du Pole, ou dans le cours du Soleil?*

Par M. C A S S I N I.

31. Juillet
1693.

LE dérèglement que l'on a remarqué dans les Saisons depuis quelques années, & les fréquens tremblemens de terre arrivez en divers lieux, ont fait soupçonner qu'il s'étoit fait quelque changement dans l'œconomie du monde; & il y a eu même des Astronomes qui ont crû s'être apperçûs que depuis quelques années le pole avoit considérablement changé de hauteur. M. Cassini ayant été consulté de divers endroits sur ce sujet, a comparé la situation présente du Ciel avec les Observations qu'il a faites depuis plus de trente ans, & même avec celles des plus anciens Astronomes; pour voir s'il y a eu quelque variation dans le Ciel, non seulement depuis peu, mais encore depuis une longue suite de siècles.

Les anciens prirent un grand soin de comparer les parties du Ciel avec celles de la terre, observant les cercles du