



**HAL**  
open science

# Véritable hypothèse de la résistance des solides, avec la démonstration de la courbure des corps qui font ressort

Jacques Bernoulli

► **To cite this version:**

Jacques Bernoulli. Véritable hypothèse de la résistance des solides, avec la démonstration de la courbure des corps qui font ressort. Mémoires de mathématique et de physique de l'Académie royale des sciences, 1705. ads-00108004

**HAL Id: ads-00108004**

**<https://hal.science/ads-00108004v1>**

Submitted on 19 Oct 2006

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

VERITABLE HYPOTHESE  
DE LA

RESISTANCE DES SOLIDES,

Avec la Démonstration de la Courbure des  
corps qui font Ressort.

Par M. BERNOULLI Professeur à Bâle.

Lettre du 12. Mars 1705.

1705.  
4 Juillet.

Pour faire mieux entendre ce que je diray en son tems du Centre de Tension, suivant la promesse que j'en ay faite dans mon Mémoire du 13. Mars 1703. je croy devoir expliquer auparavant une hypothèse qui me paroît le véritable Principe de la Résistance des Solides, & en tirer la démonstration de la courbure que prennent les ressorts pliés, à laquelle on a donné le nom d'Elastique.

Galilée est le premier qui ait examiné cette résistance des corps & qui ait cherché combien il falloit plus de force pour rompre un corps solide en le tirant directement suivant sa longueur, que pour le rompre transversalement. Pour cette effet il considéra une poutre, une planche ou une perche prismatique  $ABCD$  fichée horizontalement dans un mur  $AB$  avec un poids  $P$  suspendu à son extrémité; & s'imaginant un levier mobile sur son apuy  $A$ , il à trouvé par son raisonnement, que la force qui arracheroit cette poutre du mur suivant la direction horizontale  $AD$  ou  $BC$ , doit être au poids  $P$  capable de la rompre transversalement suivant la direction  $CD$ , comme la longueur  $AD$  à la moitié de la hauteur  $AB$ .

M. Leibnitz & Mariotte poussèrent ensuite cette speculation; & retenant la même hypothèse du levier, ils conçurent

conçurent de plus dans tous les corps solides une infinité de fibres, lesquelles avant que ces corps plient & rompent transversalement, doivent être tendues plus ou moins, suivant qu'elles sont plus ou moins éloignées de l'appuy du levier, & doivent par conséquent résister autant qu'elles sont tendues. C'est ce qui leur a fait trouver que la force nécessaire pour arracher une poutre directement, est à celle qu'il faut employer pour la rompre transversalement, en raison de  $AD$  au tiers de la hauteur  $AB$ . Ce qui approche beaucoup plus de la vérité que ce qu'en a dit Galilée. Mais aucun de ces Auteurs ne considérant les corps comme sujets à compression, & sur tout leur hypothèse des tensions des fibres proportionnelles aux forces tendantes, ne s'accordant pas précisément avec la nature, c'est la raison pourquoy ils n'ont pas encore rencontré assez juste, & que leur doctrine a besoin de quelque correction. Ainsi M. Varignon a eu raison de dire dans les Mémoires de l'Académie de 1702. pag. 67. *que cette hypothèse, quoique très-vrai-semblable, pourroit n'être pas encore au gré de tout le monde.* Voici (je croi) la véritable, à laquelle M. Varignon pourra appliquer sa Règle générale, comme il l'a déjà appliquée aux deux hypothèses précédentes.

Pour ce qui est de la Courbure des corps à ressort, on n'en a parlé jusqu'icy que d'une manière fort douteuse. Galilée y a aussi pensé : il s'est imaginé que cette Courbure étoit parabolique ; mais cette conjecture est très-fausse. Depuis lui je ne sçai personne qui ait rien donné de meilleur. Il y a environ onze ans que j'entrepris le premier de déterminer cette Courbure géométriquement : j'en donnay la construction dans les Journaux de Leipfik ; mais d'une manière encore assez imparfaite, ne considérant alors que les fibres extérieures des surfaces de la lame pliée, au lieu qu'il faut faire attention à toutes celles qui composent son épaisseur. C'est-pourquoy je vais tâcher de suppléer à ce défaut, & de perfectionner le Principe de la Résistance des Solides, & ma construction de la Courbe

Elastique : l'un & l'autre se fera en même tems en se servant des Lemmes qui suivent.

## L E M M E I.

*Des Fibres de même matière & de même largeur ou épaisseur, tirées ou pressées par la même force, s'étendent ou se compriment proportionnellement à leurs longueurs.*

FIG. II.

DEMONST. 1<sup>o</sup>. Soient deux fibres  $AB, AE$ , dont la plus longue  $AE$  soit divisée en parties  $AB, BC, CD, DE$ , égales chacune à la plus courte  $AB$  de ces deux fibres ; qu'on affermissé la plus longue au point  $D$ , & qu'on attache à son extrémité  $E$  le poids  $P$  ; la partie  $DE$  s'étendra autant que la plus courte fibre  $AB$  l'est par son poids  $P$  égal à l'autre, à cause de (*hyp.*)  $DE = AB$ . Qu'on affermissé ensuite la fibre  $AE$  en  $C$ , & qu'on ôte l'arrêt ou l'attache qu'on vient de supposer en  $D$  ; la partie  $CD$  s'étendra aussi autant que fait la plus courte fibre  $AB$ , à cause de l'action continuelle de la pesanteur du poids  $P$ . Qu'on lâche l'arrêt en  $C$ , & qu'on affermissé la fibre  $AE$  en  $B$ , & enfin en  $A$  ; on trouvera de même que chacune de ces parties  $BC, AB$ , s'étendra encore autant. Donc l'extension  $EK$  de toute la fibre  $AE$ , sera à l'extension  $BI$  de la plus courte fibre  $AB$ , comme  $AE$  est à  $AB$ . *Ce qu'il falloit premièrement démontrer.*

FIG. III.

2<sup>o</sup>. Soient encore deux fibres de longueur inégale  $AD, AB$ , dont la plus grande  $AD$  soit encore divisée en parties  $AB, BC, CD$ , égales chacune à la moindre  $AB$  de ces fibres. Qu'on soutienne l'autre  $AD$  en  $B$  ; la partie  $AB$  se comprimera par le poids  $P$  qu'on aura mis dessus, autant que fait la plus courte fibre  $AB$  par un poids égal, à cause de (*hyp.*)  $AB = AB$ . Qu'on soutienne ensuite la fibre  $AD$  en  $C$ , & puis en  $D$ , ôtant chaque fois le soutien de l'endroit où il étoit auparavant ; chacune de ses parties  $BC, CD$ , souffrira encore la même compression, à cause de l'action continuelle du poids  $P$ . Donc la compression  $AK$  de toute la fibre  $AD$ , est à la compression  $AI$  de la

fibre  $AB$ , comme  $AD$  est à  $AB$ . Ce qu'il falloit secondement démontrer.

## L E M M E I I.

*Des Fibres homogènes & de même longueur, mais de différente largeur ou épaisseur, s'étendent ou se compriment également par des forces proportionnelles à leurs largeurs*

DEMONST. Soit  $AF$  la plus grosse de ces fibres, laquelle on imaginera divisée selon sa largeur  $BF$  en d'autres fibres qui soient chacune de la largeur ou grosseur de la plus menüe  $AB$ . Il est clair que chacune de ces fibres résultantes de la division de la grosse  $AF$ , pour être étendue ou comprimée autant que la fibre  $AB$ , demande un poids égal au sien; & par conséquent que toutes ces fibres ensemble, c'est à dire la fibre entière  $AF$ , pour arriver au même degré d'extension ou de compression  $AI$  que la moindre fibre  $AB$ , requiert un poids  $Q$  d'autant plus grand que le poids  $P$ , que la largeur ou épaisseur de la fibre  $AF$  est plus grande que celle de la fibre  $AB$ . Ce qu'il falloit démontrer.

FIG. III.  
& IV.

## L E M M E I I I.

*Des Fibres homogènes de même longueur & de même largeur, mais chargées de différens poids, ne s'étendent, ni ne se compriment pas proportionnellement à ces poids; mais l'extension ou la compression causée par le plus grand poids, est à l'extension ou à la compression causée par le plus petit, en moindre raison que ce poids-là n'est à celui-cy.*

DEMONST. Si les compressions étoient proportionnelles aux poids qui les causent, il s'ensuivroit qu'ayant chargé la fibre  $AB$  d'un poids  $R$  qui fût au poids  $P$  en plus grande raison que la longueur de la fibre  $AB$  n'est à  $AI$  quantité de la compression faite par le poids  $P$ , la fibre  $AB$  se comprimeroit plus que de toute sa longueur; ce qui est absurde. Donc la compression d'une même fibre ou

FIG. III.

Zij

de fibres égales en tout, causée par le plus grand poids  $R$ , doit nécessairement être à la compression faite par le plus petit  $P$ , en moindre raison que le poids  $R$  n'est au poids  $P$ . Il en doit être de même des extensions des fibres, l'extension n'étant autre chose qu'une compression négative, comme la force tendante n'est autre chose qu'une force négativement comprimante. *Ce qu'il falloit démontrer.*

SCHOL. C'est aussi ce que l'expérience confirme. Car ayant pris une corde de boyaux longue de 3 pieds, je l'ay chargée successivement de 2, 4, 6 & 8 livres : j'ay remarqué qu'elle s'étendoit de 9, 17, 23 & 27 lignes ; au lieu qu'elle eût dû s'étendre 9, 18, 27, 36. lignes, si ses extensions étoient proportionnelles aux poids.

FIG. V:

COROL. Si l'on conçoit une ligne  $TVN\upsilon\theta$ , dont les abscisses  $NR$ ,  $NQ$ , marquent les forces tendantes ;  $N\rho$ ,  $Nr$ , les forces comprimantes : les appliquées  $RT$ ,  $QV$ , les extensions ; &  $\rho\theta$ ,  $r\upsilon$ , les compressions d'une fibre de longueur & grosseur données : Cette ligne  $TVN\upsilon\theta$ , que j'appelle *ligne de tension & de compression*, ne peut être droite, mais courbe, concave vers l'axe  $R\rho$ , ayant du côté de  $N\theta$  une asymptote parallèle à cet axe ; parceque la raison de  $RT$  à  $QV$  ( $\rho\theta$  à  $r\upsilon$ ) doit être moindre que celle de  $NR$  à  $NQ$  ( $N\rho$  à  $Nr$ ), & que  $\rho\theta$  ne sçauroit jamais excéder la longueur donnée de la fibre. Au reste il est probable que cette Courbe est différente à l'égard de différens corps, à cause de la différente structure de leurs fibres.

## L E M M E I V.

FIG. I.

*La même force qui fait plier une poutre ou perche ABCD de AB en GF, en étendant une partie de ses fibres de la quantité du triangle BSF, & comprimant l'autre de la quantité du triangle ASG, seroit capable d'étendre l'assemblage de toutes les fibres sur l'apuy A, de la quantité du triangle ABF, ou bien de comprimer cet assemblage sur l'apuy B ou F de la quantité du triangle BAG ou FAG.*

DEMONST. Concevons pour un moment la poutre

apuyée en *A* pour empêcher sa compression ; le poids *P* la fera un peu plier , comme de *AB* en *AF*. Qu'on ôte ensuite l'apuy *A* après que la fibre *BF* est tendue autant qu'elle le peut être ; le point *F* servira d'apuy , & le même poids *P* fera encore baisser la poutre , comme de *FA* en *FG*. Or il est clair que si l'on eût laissé librement aller la poutre sans l'apuyer en *A*, le poids *P* l'auroit d'abord fait plier de *AB* en *GE*. Donc la force qui peut tout à la fois étendre une partie de ses fibres de la quantité du triangle *BSF*, & comprimer l'autre de la quantité du triangle *ASG*, est la même que celle qu'il faudroit pour étendre l'assemblage de toutes les fibres sur l'apuy *A* de la quantité du triangle *ABF*, ou pour comprimer sur l'apuy *F* de la quantité du triangle *AFG*.

Cela paroît encore en ce que la fibre en *H* étant tendue sur l'apuy *A* de la longueur *HK*, & comprimée en même tems sur l'apuy *F* de la longueur *KI*, c'est tout comme si elle étoit seulement tendue de la longueur  $HI = HK - KI$  ; & que la fibre en *N* étant tendue sur l'apuy *A* de la longueur *MN*, & comprimée sur *F* de la longueur *ML*, c'est tout comme si elle étoit seulement comprimée de la longueur  $NL = ML - NM$ . Or toutes les *HI* & *NL* font les triangles *BSF* & *ASG*, ainsi que toutes les *HK* font le triangle *ABF*, & toutes les *KI* le triangle *AFG*.

COROL. La force qui peut étendre la poutre sur l'apuy *A* de la quantité du triangle *ABF*, est donc la même que celle qui peut la comprimer sur l'apuy *B* ou *F* de la quantité du triangle *BAG* ou *FAG* : parceque chacune de ces forces est la même que celle qui peut l'étendre & le comprimer tout à la fois sans apuy , de la quantité des deux triangles *BSF* & *ASG*.

## PROBLÈME I.

*Trouver combien il faut plus de force pour rompre une poutre directement, c'est à dire, en la tirant suivant sa longueur, que pour la rompre transversalement.*

FIG. I.

SOLUT. Soit la poutre  $ABCD$  que l'on regarde comme composée d'une infinité de fibres homogènes de même longueur, & chargée à son extrémité du poids  $P$ , qui la fasse plier de  $AB$  en  $GF$  en étendant une partie de ses fibres de la quantité du triangle  $BSF$ , & comprimant l'autre de la quantité du triangle  $ASG$ ; & que la force de ce poids soit précisément celle qu'il faut pour rompre la poutre. Il paroît par le *Lem. 4* que si l'on soutenoit la poutre d'un apuy en  $A$ , le même poids  $P$  étendrait ses fibres de la quantité du triangle  $ABF$ , c'est à dire, sa fibre extrême de la même longueur  $BF$ , & une des moyennes de la longueur  $HK$ , qui sont les appliquées du triangle  $ABF$ . Qu'on représente ces longueurs  $BF$  &  $HK$  par les appliquées de la ligne de tension  $RT$  &  $QV$ ; ainsi que les forces requises pour étendre ces longueurs, par les abscisses  $NR$  &  $NQ$ . Soient nommées  $AB$ ,  $b$ ;  $AD$ ,  $c$ ;  $BF$  ( $RT$ ),  $t$ ;  $HK$  ( $QV$ ),  $p$ ;  $NR$ ,  $m$ ;  $NQ$ ,  $n$ .

FIG. V.

L'on aura  $BF(t) \cdot HK(p) :: AB(b) \cdot AH = \frac{b^2}{t}$ ; dont la différentielle  $\frac{b^2 dp}{t}$  marquera la largeur de la fibre  $EH$ . Et parceque la résistance que fait la fibre en  $H$ , est proportionnée à la force absolüe  $NQ$ , dont elle est tirée, à la largeur de la fibre  $EH$  par le *Lem. 2.* & à la distance de l'apuy  $AH$  par la nature du levier: cette résistance sera  $= n \times \frac{b^2 dp}{t} \times \frac{b^2}{t} = \frac{b^4 n p dp}{t^2}$ ; & par conséquent la résistance que font toutes les fibres ensemble, fera  $= \frac{b^4}{t^2} \times \int n p dp$ , c'est à dire  $= \frac{b^4}{t^2} \times \int m t dt$  par rapport à tout le triangle  $ABF$ . Donc cette résistance étant égale à l'action du poids  $P$ , laquelle a pour valeur (*momentum*)  $AD \times P$ ,

On aura  $\frac{bb}{ct} \times \int m t dt = AD \times P = c \times P$ ; & par conséquent aussi  $P = \frac{bb}{ct} \times \int m t dt$ .

Supposons maintenant qu'il faille rompre la poutre suivant la direction  $AD$  ou  $BC$ ; il est clair que toutes les fibres comprises dans l'épaisseur  $AB$  ( $b$ ) de la poutre, doivent être toutes également tendues, chacune de la longueur  $BF$ ; & par conséquent tirées chacune de la même force  $NR$  ou  $m$ : ce qui donne  $bm$  pour la somme de toutes ces petites forces. D'où l'on voit que la force requise pour rompre la poutre en  $BF$  directement, c'est à dire, en la tirant suivant sa longueur  $AD$  ou  $BC$ , est à celle que doit avoir le poids  $P$  pour la rompre transversalement au même endroit, comme  $bm$  est à  $\frac{bb}{ct} \times \int m t dt$ , c'est à dire, comme la longueur ( $c$ ) de la poutre est à  $\frac{b}{mt} \times \int m t dt$ . Or cette quantité  $\frac{b}{mt} \times \int m t dt$  est toujours plus petite que le tiers de la hauteur  $AB$ ; car de ce que  $\frac{t}{p} < \frac{m}{n}$  par le Lem. 3. il s'ensuit que  $n$  est toujours  $< \frac{mp}{t}$ ,  $np dp < \frac{mpp dp}{t}$ , &  $\int np dp < \int \frac{mpp dp}{t} = \frac{mp^3}{3t}$ . Donc tout le triangle  $ABF$  donnera  $\int m t dt < \frac{mt}{3t} = \frac{mt}{3}$ ; & enfin  $\frac{b}{mt} \times \int m t dt < \frac{b}{mt} \times \frac{mt}{3} = \frac{1}{3} b = \frac{1}{3} AB$ . Ce qui s'accorde avec les expériences de M. Mariotte, qui a toujours trouvé cette quantité moindre que le tiers, & plus grande que le quart de la hauteur  $AB$ . Voyez son *Traité du Mouvement des Eaux Part. 5. Disc. 2.*

COROL. Si l'on conçoit la poutre comme soutenue d'un apuy en  $F$ , & comprimée de la quantité du triangle  $AFG$ , & qu'on représente les racourcissements de la fibre extrême  $AG$ , & d'une de ses moyennes  $KI$ , par les appliquées de la ligne de compression  $ol$ ,  $cl$ , ainsi que les forces comprimantes de ces fibres par les abscisses  $N$ ,  $Nk$ : nommant  $AG$  ( $\rho l$ ),  $\tau$ ;  $KI$  ( $\kappa l$ ),  $\pi$ ;  $N\rho$ ,  $\mu$ ;  $Nk$ ,  $\nu$ ; ou

FIG. V.

trouvera de même que la résistance que toutes les fibres font ensemble à leur compression, par rapport au triangle  $KFI$ , est  $\frac{bb}{\tau\tau} \times \int v \pi d\pi$ , &  $\frac{bb}{\tau\tau} \times \int u \tau d\tau$  par rapport au triangle  $AFG$ . Donc puisque (*Lem. 4.*) il faut la même force pour vaincre la résistance que les fibres font à leur compression, que pour vaincre celle qu'elles font à leur extension; l'on aura  $\frac{bb}{\tau\tau} \times \int m t dt = \frac{bb}{\tau\tau} \times \int u \tau d\tau$ ; & par conséquent aussi  $t t. \tau\tau :: \int m t dt. \int u \tau d\tau$ . D'où il paroît que les lignes de tension & de compression étant données, c'est à dire,  $m$  étant donnée par  $t$ , &  $u$  par  $\tau$ , le rapport qu'il y a entre  $t$  &  $\tau$  (entre  $BF$  &  $AG$ , ou entre  $BS$  &  $AS$ ) sera aussi donné; & qu'ainsi le point  $S$ , qui ne souffre ni extension ni compression, sera trouvé.

### PROBLÈME I.

*Trouver la Courbure de la ligne Elastique, c'est à dire, celle des lames à ressort qui sont pliées.*

FIG. V.

SOLUT. La lame  $IKCN$  est un parallélogramme rectangle en son état naturel, affermie ou clouée à l'un de ses bouts  $IK$ , & chargée à l'autre  $N$  du poids  $P$ , qui lui fait prendre la courbure  $IBN$  ou  $KAC$ ;  $EA$  est une de ses parties infiniment petite, étendue en dehors de la quantité du triangle  $BSF$ , & comprimée en dedans de la quantité du triangle  $ASG$ ;  $EH$  &  $FG$  prolongées concourent au point  $M$  centre du cercle osculateur de la Courbe. Soient maintenant  $AD$  ou  $NX = x$ ,  $ND$  ou  $AX = y$ , l'épaisseur de la lame  $IK$  ou  $AB = b$ , le poids  $P = bb$ , la longueur de la fibre  $EB$  ou  $AH = dz$ , la longueur de celle pour laquelle est construite la ligne de tension & de compression  $= f$ , & enfin la force qui peut étendre la fibre  $EB$  de la longueur  $BF$ , soit marquée par  $NR = m$ , & celle qui peut comprimer la fibre  $AH$  de la longueur  $AG$ , par  $N = v$ .

Or (*Lem. 4.*) le poids  $P$  pourroit étendre la particule  $EA$  de la lame sur l'appuy  $A$  de la quantité du triangle  $ABF$

$ABF$  en vertu du levier  $DAB$ , ou bien la comprimer sur l'appuy  $F$  de la quantité du triangle  $FAG$  en vertu du levier  $CFG$ : les bras des leviers  $AD$  &  $FC$  sont icy considérés comme égaux, à cause du peu d'épaisseur  $AF$  de la lame. C'est ce qui nous donne  $bbx$  ( $P \times AD$  moment du poids  $P$ )  $= \frac{bb}{t} \int m t dt$  quantité de la résistance des fibres (par le *Prob. 1.*) Ainsi en divisant par  $bb$ , l'on aura  $x = \frac{\int m t dt}{t}$ . Le *Corol. du Prob. 1.* donne aussi  $\frac{\int m t dt}{t t} = \frac{\int \mu \tau d\tau}{\tau \tau}$ . On aura de plus (*Lem. 1.*)  $f. t (RT) :: dz (EB) \cdot \frac{t dz}{f} = BF$ ; comme aussi  $f. \tau (\rho\theta) :: dz (HA) \cdot \frac{\tau dz}{f} = AG$ . Et parce que  $BF. AG :: BS. AS$ ; donc  $BF + AG \left( \frac{t dz + \tau dz}{f} \right) \cdot BF \left( \frac{t dz}{f} \right) :: AB (b) \cdot BS = \frac{b t}{t + \tau}$ . Enfin à cause des triangles semblables  $BSF$  &  $HMG$ , l'on aura  $BF \left( \frac{t dz}{f} \right) \cdot BS \left( \frac{b t}{t + \tau} \right) :: HG$  (qui ne diffère pas sensiblement de  $AH$  ou  $dz$ ).  $HM = \frac{bf}{t + \tau}$  rayon du cercle osculateur, lequel (comme l'on sçait) dans toutes les Courbes s'exprime généralement par  $\frac{dx dz}{d dy}$ . Donc on aura  $\frac{bf}{t + \tau} = \frac{dx dz}{d dy}$ , ou  $bf d dy = t + \tau \times dx dz$ ; & en prenant les sommes,  $bf d y = dz \times \sqrt{t + \tau} \times dx$ ; & en quarrant  $bbff d y^2 = dz^2 \times \sqrt{t + \tau} \times dx^2 = dx^2 + d y^2 \times \sqrt{t + \tau} \times dx^2$ , ou bien  $bbff - \sqrt{t + \tau} \times dx^2 \times d y^2 = dx^2 \times \sqrt{t + \tau} \times dx^2$ ; & en tirant la racine quarrée  $d y \sqrt{bbff - \sqrt{t + \tau} \times dx^2} = dx \times \sqrt{t + \tau} \times dx$ ; ou enfin  $d y = \frac{dx \times \sqrt{t + \tau} \times dx}{\sqrt{bbff - \sqrt{t + \tau} \times dx^2}}$ , qui est la différentielle de l'ordonnée de la Courbe que l'on cherche.

Nous avons donc trouvé trois équations: sçavoir  $x = \frac{\int m t dt}{t}$ ,  $\frac{\int m t dt}{t t} = \frac{\int \mu \tau d\tau}{\tau \tau}$ , &  $d y = \frac{dx \times \sqrt{t + \tau} \times dx}{\sqrt{bbff - \sqrt{t + \tau} \times dx^2}}$ , dont la première exprime le rapport qui est entre  $t$  &  $x$ ,

l'autre entre  $t$  &  $\tau$ , & la troisième celui d'entre  $x$  &  $y$ ; ce qui détermine entièrement les points de la Courbe.

Pour la construire on tracera premièrement la Courbe  $ONZ$  telle que faisant  $OX = RT = t$ , &  $YZ = \rho \theta = \tau$ ,  $NX$  soit  $= \frac{\int m t dt}{t^2}$ , &  $NY = \frac{\int \mu \tau d\tau}{\tau}$ ; car ayant coupé indéfiniment dans l'axe  $NX = NY$ , si l'on fait  $XA =$

$$= \int \frac{dxx \sqrt{t - \tau} dx}{\sqrt{bbff - \int t + \tau dx^2}}$$

le point  $A$  sera dans la Courbe requise  $KAC$ . Supposé donc, par exemple, que les lignes de tension & de compression fussent droites (quoiqu'elles ne soient jamais telles par le Corol. du Lem. 3.) ayant alors  $\frac{NR}{RT} \left( \frac{m}{t} \right) = \frac{a}{g}$ , &  $\frac{N^2}{\rho \theta} \left( \frac{\mu}{\tau} \right) = \frac{a}{b}$ ; l'équation différentielle

$$\text{de la Courbe sera } dy = \frac{xx dx}{\sqrt{4aabbff} x^2}, \text{ \& BS. AS} :: g.h.$$

Mais supposé que ces lignes-là fussent des paraboles, que  $g$  fût le paramètre de la première, &  $b$  celui de la seconde;

$$\text{alors cette équation deviendra } dy = \frac{xx dx \cdot x}{\sqrt{gbbff} x^3},$$

$$\text{\& BS. AS} :: \sqrt{g} \cdot \sqrt{b} \cdot \text{\&c.}$$

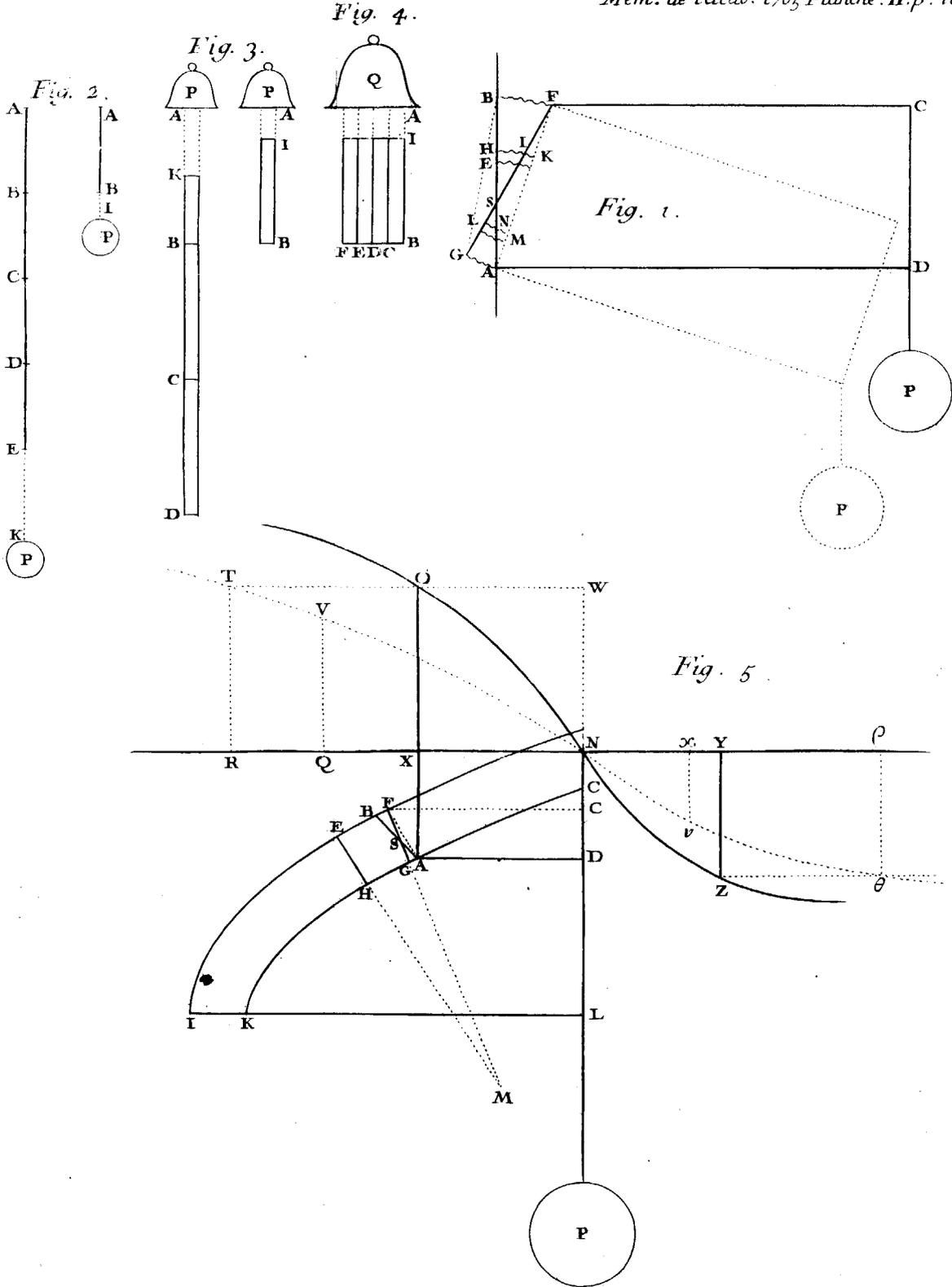
## O B S E R V A T I O N S

## S U R L A G R A T I O L E.

P A R M. B O U L D U C.

1701.  
8. Juillet.

J'E n'ay quasi travaillé jusqu'à présent que sur les Médicaments purgatifs étrangers, & entre ceux-là sur les plus violents. Je les laisseray pour quelque tems, afin de donner place à quelques-uns des nôtres, pour tâcher de découvrir par nôtre travail & par nos expériences, si nous ne pourrions pas les mettre en évidence, & nous les rendre aussi familiers que nous avons fait jusqu'à présent les



---

Véritable hypothèse de la résistance des solides, avec la démonstration de la courbure des  
corps qui font ressort - M. BERNOULLI  
Académie royale des sciences - Année 1705

MÉCANIQUE, PHYSIQUE  
BERNOULLI, GALLILÉE, LEIBNITZ, MARIOTTE, VARIGNON

---