

0 La chute des graves

Oui, bon, j'avoue, j'aime bien les titres à double sens. Ici « grave » a son sens historique de corps pesant. Et je vous promets d'éviter les jeux de mots pénibles.

Vous savez quoi : je viens de taper « Euler » sur Google. 25 millions de résultats. Puis j'ai tapé « Galileo » : 78 millions de résultats ! Vous en déduisez aussitôt que Galilée est trois fois plus connu qu'Euler. Euh, trois fois je ne sais pas. Ce qui est sûr, c'est qu'il a été considéré par ses successeurs comme un des plus grands scientifiques de tous les temps. Écoutez plutôt Einstein : il préface une traduction du Dialogue sur les systèmes du monde de Galilée, en 1953.

1 die grosse Phantasieleistung

« De nos jours, on ne peut pas se rendre compte du grand effort d'imagination qu'il a fallu pour formuler clairement le concept d'accélération, et pour reconnaître son importance physique. »

Avant Einstein, il y avait eu Lagrange.

2 Galilée a fait le premier ce pas important

« La dynamique est la science des forces accélératrices ou retardatrices, et des mouvements variés qu'elles peuvent produire. Cette science est due entièrement aux modernes, et Galilée est celui qui en a jeté les premiers fondements. Avant lui on n'avait considéré les forces qui agissent sur les corps que dans l'état d'équilibre ; et quoiqu'on ne pût attribuer l'accélération des corps pesants, et le mouvement curviligne des projectiles qu'à l'action constante de la gravité, personne n'avait encore réussi à déterminer les lois de ces phénomènes journaliers, d'après une cause si simple. Galilée a fait le premier ce pas important, et a ouvert par là une carrière nouvelle et immense à l'avancement de la mécanique. »

Un siècle avant Lagrange, Leibniz exprimait déjà son admiration.

histoires d'analyse

La chute des graves

vers la mécanique de Galilée



hist-math.fr

Bernard YCART

die grosse Phantasieleistung

A. Einstein (1879–1955)

Man kann sich heute nicht mehr vorstellen, was für die grosse Phantasieleistung in der klaren Bildung des Begriffes der Beschleunigung und in der Erkenntnis der physikalischen Bedeutung dieses Begriffes lag.

Galilée a fait le premier ce pas important

J. L. Lagrange (1736–1813), Mécanique Analytique (1798)

SECTION PREMIERE.

Sur les différents Principes de la Dynamique.

LA Dynamique est la Science des forces accélératrices ou retardatrices, & des mouvements variés qu'elles peuvent produire. Cette Science est due entièrement aux Modernes, & Galilée est celui qui en a jeté les premiers fondements. Avant lui on n'avait considéré les forces qui agissent sur les corps que dans l'état d'équilibre ; & quoiqu'on ne pût attribuer l'accélération des corps pesants, & le mouvement curviligne des projectiles qu'à l'action constante de la gravité, personne n'avait encore réussi à déterminer les lois de ces phénomènes journaliers, d'après une cause si simple. Galilée a fait le premier ce pas important, & a ouvert par-là une carrière nouvelle & immense à l'avancement de la Mécanique. Ces

3 usque ad Galilæum

« Après Archimède, rien n'a été fait en mécanique géométrique, jusqu'à Galilée, qui doué d'une compréhension pénétrante et d'une connaissance de la géométrie riche et profonde, pénétra le premier l'enceinte sacrée de la science. Ce fut lui qui commença à relier la résistance des solides aux lois de la géométrie. »

Ouaouh, n'en jetez plus ! Alors qu'il ne s'était rien passé depuis Archimède, Galilée est celui qui a tout inventé, tout compris, en créant à lui tout seul une nouvelle discipline.

Vous vous en doutez, je vais vous montrer dans cette histoire que tout ce qu'on attribue à Galilée avait été commencé bien avant lui.

Mais avant, voyons jusqu'où les Grecs avaient mené la question. Il faut bien le reconnaître, Aristote avait dit pas mal de bêtises sur le mouvement. Voici un rapide florilège.

4 le même espace dans la moitié de ce temps

« Si, dans un temps donné, un certain poids parcourt un certain espace, tel autre poids pourra parcourir cet espace dans moins de temps ; et les temps seront en proportion inverse des poids. Par exemple, si un poids moitié moindre parcourt tel espace dans un certain temps, le double de ce poids parcourra le même espace dans la moitié de ce temps. »

Laissez tomber deux objets de la même hauteur, celui qui est deux fois plus lourd arrive en bas deux fois plus vite, vous avez bien lu.

5 c'est une nécessité que le mouvement s'accélère

« Dans le plein, c'est une nécessité que le mouvement s'accélère, puisque le plus fort des deux mobiles divise plus rapidement aussi le milieu par sa force même ; car le corps qui tombe ou qui est lancé, divise ce milieu soit par sa forme, soit par l'impulsion qu'il possède. »

Euh, oui. Parce qu'il faut vous dire que le but du jeu est de démontrer que le vide n'existe pas, parce que dans le vide le mouvement serait impossible. D'ailleurs, quand vous lancez une pierre en l'air, si elle continue après avoir quitté votre main, c'est parce que l'air la pousse en avant. Ne me demandez pas pourquoi. Puisque Aristote l'a dit, ça doit être vrai.

usque ad Galilæum

G. W. Leibniz (1646–1716), *De resistencia solidorum* (1684)

DEMONSTRATIONES NOVÆ DE RESISTENTIA Solidorum, autore G. G. L.

SCIENTIA Mechanica duas videtur habere partes, unam de potentia agendi seu movendi, alteram de potentia patiendi seu resistendi, sive de corporum firmitate. Harum posterior a paucis admodum tractata est. Archimedes, qui prope solus veterum Geometram in Mechanicis egit, hanc partem non attigit. Inde ab Archimede nihil fere actum est in Geometria Mechanicā usque ad Galilæum, qui exacto judicio magnaque interioris Geometrie notitia instructus, potentia scientiæ protulit primus, idemque Solidorum resistantiam ad Geometriæ leges revocare cœpit. Et quanquam neque hic, neque

le même espace dans la moitié de ce temps

Aristote (384–322 av. J.-C.) *Du Ciel*, Livre I, chapitre 6

Si, dans un temps donné, un certain poids parcourt un certain espace, tel autre poids pourra parcourir cet espace dans moins de temps ; et les temps seront en proportion inverse des poids. Par exemple, si un poids moitié moindre parcourt tel espace dans un certain temps, le double de ce poids parcourra le même espace dans la moitié de ce temps.

c'est une nécessité que le mouvement s'accélère

Aristote (384–322 av. J.-C.) *Physique*, Livre IV, chapitre 11

Dans le plein, c'est une nécessité que le mouvement s'accélère, puisque le plus fort des deux mobiles divise plus rapidement aussi le milieu par sa force même ; car le corps qui tombe ou qui est lancé, divise ce milieu soit par sa forme, soit par l'impulsion qu'il possède.

6 le lieu d'où ils s'éloignent forcément

« Plus les corps s'éloignent de la force qui les contraint, plus ils vont lentement et sont portés avec moins de force vers le lieu d'où ils s'éloignent forcément. »

Bien, bien. Et la force qui les contraint, elle consiste en quoi au juste ?

J'arrête là : c'est un peu facile de persifler. D'ailleurs les erreurs et les obscurités du texte d'Aristote ont été une puissante motivation pour la recherche des siècles suivants. Aristote avait une telle aura de philosophe omniscient, que pour oser dire qu'il avait tort, il fallait vraiment réfléchir longtemps.

Mais avant de nous lancer dans des siècles de commentaires d'Aristote, nous allons essayer de comprendre ce qui posait problème aux Grecs, à travers un texte d'Archimède. Il se situe au début du traité des spirales.

7 Des spirales (palimpseste)

Archimède définit sa spirale par deux mouvements composés. Le mouvement circulaire uniforme d'un rayon autour d'un centre, et le mouvement rectiligne uniforme d'un point sur ce rayon tournant.

Oh, ne me dites pas que vous ignorez ce qu'est le palimpseste d'Archimède !

8 dans le même rapport que les temps

Rigoureux comme vous le connaissez, Archimède ne va pas vous parler de mouvement uniforme sans définir précisément ce que c'est. Voici ce qu'il dit.

« Si un point se déplace d'un mouvement uniforme sur une certaine ligne et qu'on prend sur cette ligne deux segments, les segments pris sont entre eux dans le même rapport que les temps mis par le point à les parcourir. »

Vous vous dites : bien sûr ! Puisque la vitesse, qui est le rapport de la longueur parcourue au temps, est constante, alors cette constante vaut aussi bien L_1 sur T_1 que L_2 sur T_2 . Mais non, pas du temps d'Archimède : les longueurs, et les durées étaient de nature différente, et il n'était pas question de les mélanger. Le rapport L_1 sur T_1 aurait été vu comme absurde. Seul le rapport entre deux longueurs, ou bien entre deux temps, pouvait avoir du sens.

Il allait falloir un très long chemin pour associer des nombres abstraits, aussi bien à des longueurs qu'à des durées, et pour voir un mouvement comme une fonction du temps, une vitesse comme la dérivée de cette fonction, et l'accélération comme la dérivée seconde. En un sens, la notion de mouvement, contenait en germe une grande partie de l'histoire de l'analyse. Je vais vous raconter cette germination.

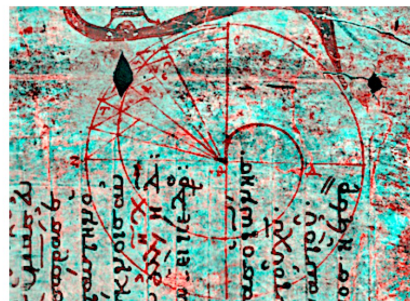
le lieu d'où ils s'éloignent forcément

Aristote (384-322 av. J.-C.) Du ciel, Livre I, chapitre 8

Plus les corps s'éloignent de la force qui les contraint, plus ils vont lentement et sont portés avec moins de force vers le lieu d'où ils s'éloignent forcément.

Des spirales (palimpseste)

Archimède (ca 287-212 av. J.-C.)



dans le même rapport que les temps

Archimède (ca 287-212 av. J.-C.) Des spirales

Si un point se déplace d'un mouvement uniforme sur une certaine ligne et qu'on prend sur cette ligne deux segments, les segments pris sont entre eux dans le même rapport que les temps mis par le point à les parcourir.

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

9 Jean Philopon (ca 490–570)

Les premières critiques d'Aristote dont on ait gardé trace datent tout de même de huit siècles après Aristote. Jean Philopon est un philosophe qui enseignait à Alexandrie, environ un siècle après Hypatie.

Jean Philopon (ca 490–570)



10 Salle de classe à Alexandrie (V^e siècle)

Il enseignait probablement dans des salles comme celle-ci. D'accord, ça n'a rien à voir avec la chute des graves, mais je trouve émouvant qu'on ait retrouvé ces salles de cours à quinze siècles de distance.

Bien, revenons à Philopon. Il se montre plutôt insolent à l'égard d'Aristote.

Salle de classe à Alexandrie (V^e siècle)

Kom el-Dikka (2005)



11 Sur la physique d'Aristote

« Comment donc se fait-il que l'air poussé par la flèche ne se meuve pas selon le principe qui lui a été imprimé, mais au contraire fasse demi-tour, comme sur ordre, et rebrousse chemin, et que, faisant demi-tour, il ne se disperse pas dans l'espace mais vise avec précision l'extrémité échancrée de la flèche, se retourne vers elle et se tienne à elle? Toutes ces choses sont totalement impossibles et ressemblent plutôt à des fictions. »

Sur la physique d'Aristote

Jean Philopon (ca 490–570)

Comment donc se fait-il que l'air poussé par la flèche ne se meuve pas selon le principe qui lui a été imprimé, mais au contraire fasse demi-tour, comme sur ordre, et rebrousse chemin, et que, faisant demi-tour, il ne se disperse pas dans l'espace mais vise avec précision l'extrémité échancrée de la flèche, se retourne vers elle et se tienne à elle? Toutes ces choses sont **totalement impossibles et ressemblent plutôt à des fictions**.

12 Avicenne (980–1037)

Après Philopon, les plus grands philosophes arabes se sont emparés de la physique d'Aristote, à commencer par Ibn Sina ou Avicenne,...

Avicenne (980–1037)

Ibn Sīnā



13 Averroès (1128–1198)

et aussi Ibn Rushd, ou Averroès. Autant la médecine d’Avicenne que la philosophie d’Averroès ont eu une grande influence sur la pensée du Moyen-Âge.

Averroès (1128–1198)

Abu al-Walīd Muḥammad Ibn Aḥmad Ibn Rushd



14 Avempace (1080–1138)

Ibn Bajja est entre Ibn Sina et Averroès. Même s’il est moins connu, le fait que son nom ait été latinisé en Avempace, indique que ses œuvres ont été traduites, et lues.

Je suis bien incapable de vous résumer les différences philosophiques entre Ibn Sina, Ibn Bajja, et Ibn Rushd. En gros, le plus radicalement opposé à Aristote, proche de la ligne de Philopon, est Ibn Bajja.

Avempace (1080–1138)

Ibn Bājja



15 Saint Thomas d’Aquin (1224–1274)

Moins d’un siècle après Averroès, les philosophes chrétiens prolongent le débat. Le plus connu est Saint Thomas d’Aquin, que vous voyez ici entouré d’Aristote et de Platon. Il s’oppose à Averroès et défend Avempace.

Saint Thomas d’Aquin (1224–1274)

In libros Physicorum Aristotelis



16 Guillaume d’Ockham (1285–1347)

Après Thomas d’Aquin, Guillaume d’Ockham accepte certains de ses arguments, mais sur d’autres plans, préfère suivre Averroès plutôt qu’Avempace.

Guillaume d’Ockham (1285–1347)

Expositio in libros Physicorum Aristotelis



17 Jean Buridan (1300–1358)

La génération suivante, celle du début du quatorzième siècle est fertile en penseurs. À l'université de Paris, Jean Buridan reprend une fois le plus le problème, et pose les bonnes questions. Par exemple celle-ci :

« On cherche, si après avoir quitté la main de celui qui le jette, le projectile est mû par l'air, ou, sinon, par quoi il est mû. »

Jean Buridan (1300–1358)

Quaestiones in VIII libros Physicorum Aristotelis



18 L'âne de Buridan

Oui, nous parlons bien du Buridan de l'âne, mais vous vous en doutez, Buridan n'a jamais rien écrit sur les ânes. Le paradoxe vient d'Aristote, comme tout le reste. Et tant qu'on y est, aucune reine n'a jamais commandé que « Buridan fut jeté en un sac en Seine », dommage pour les neiges d'antan.

Mais ne nous égarons pas. Dans la même génération que Buridan, mais dans l'université concurrente, celle d'Oxford, un groupe de religieux va faire un pas décisif.

L'âne de Buridan

Jean Buridan (1300–1358)



19 Merton college, Oxford

On les appelle les calculateurs d'Oxford. Ils sont nés autour de 1300, et on ne sait pas grand chose de leurs vies, sauf qu'ils ont été membres du collège de Merton, dans la première moitié du quatorzième siècle.

Ils étaient au moins quatre. Le plus célèbre est Richard Swineshead. Il a été considéré comme un des plus grands mathématiciens de tous les temps, au moins par Cardan, puis par Leibniz. Parce que la grande nouveauté que les calculateurs d'Oxford apportaient, c'était la mathématisation.

Jusque là, les discussions de la physique d'Aristote étaient restées philosophiques, aucun calcul n'avait été fait. Désormais tout allait changer.

Voici un extrait de texte par un de ces calculateurs du college de Merton. Il énonce ce que l'on appelle depuis le « théorème de Merton ».

Merton college, Oxford

William Turner (1837)



20 Théorème de Merton

« Le corps mobile, qui acquiert ou perd sa vitesse uniformément pendant une période de temps donnée, traversera une distance exactement égale à celle qu'il traverserait dans un intervalle de temps identique s'il se déplaçait à sa vitesse moyenne. »

Allons bon, que veut-il dire par là, et où sont les mathématiques ?

21 Théorème de Merton

Voici le théorème de Merton énoncé en termes modernes. Disons que la vitesse d'un mobile est uniformément accélérée ou retardée, c'est-à-dire qu'elle est fonction affine du temps entre deux instants t_0 et t_1 .

Alors la distance parcourue entre ces deux instants est la même que celle d'un mobile qui aurait eu une vitesse constante, égale à la moyenne des deux vitesses de départ et d'arrivée.

Oh, bien sûr, avec nos outils de calcul, il n'y a pas de quoi s'émerveiller. Mais songez que ceci se passait plus de trois siècles avant l'invention du calcul différentiel. Sans qu'il soit question d'intégrales, les calculateurs d'Oxford avaient compris que l'accélération était à la vitesse, ce que la vitesse était à la distance parcourue. Leurs arguments pour démontrer le théorème de Merton faisaient appel à des sommes de séries. Il y avait plus simple, mais on ne le savait pas encore.

22 Théorème de Merton (ca. 1350)

Ce que vous voyez est une représentation graphique de la vitesse en fonction du temps. La distance parcourue est l'aire sous le triangle. Elle est égale à l'aire du rectangle qui a pour hauteur la moitié de la valeur d'arrivée. CQFD !

Théorème de Merton

William Heytesbury (ca. 1313–1373), *Regule solvendi sophismata*

Le corps mobile, qui acquiert ou perd sa vitesse uniformément pendant une période de temps donnée, traversera une distance exactement égale à celle qu'il traverserait dans un intervalle de temps identique s'il se déplaçait à sa vitesse moyenne.

Théorème de Merton

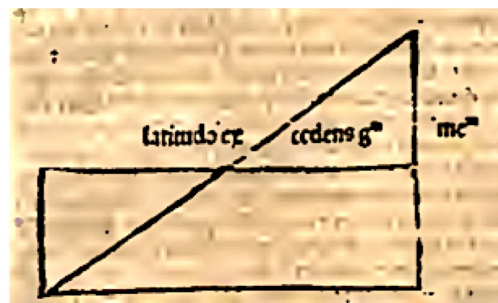
Calculateurs d'Oxford (ca. 1340)

$$v(t) = v_0 + \frac{t - t_0}{t_1 - t_0}(v_1 - v_0)$$

$$x = \int_{t_0}^{t_1} v(t) dt = (t_1 - t_0) \left(\frac{v_1 + v_0}{2} \right)$$

Théorème de Merton (ca. 1350)

Richard Swineshead

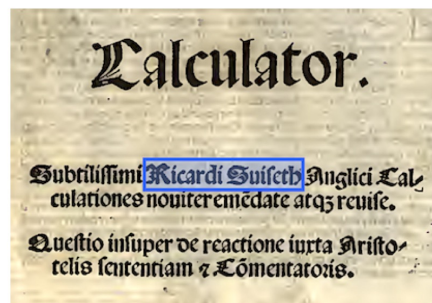


23 Calculator (1520)

Mais l'image précédente est trompeuse. Elle est extraite de ce livre, intitulé *Calculator*, écrit par le « subtilissime anglais Richard Suiseth ». Vous voyez qu'il y est toujours question de commentaires à propos d'Aristote. L'auteur est bien Swineshead, rebaptisé Suiseth ; sauf que le livre date de 1520, et les interprétations géométriques reposent sur une innovation majeure, introduite entre temps par Nicole Oresme.

Calculator (1520)

Richard Swineshead



24 De latitudinibus formarum (1482)

Dans sa réflexion sur le mouvement, probablement inspirée par les calculateurs d'Oxford, Oresme avait rajouté une invention, la représentation fonctionnelle, et les diagrammes plans qui permettent de la visualiser. Vous voyez les deux premières pages d'un livre imprimé un siècle après sa mort.

Mais au fait, pourquoi les calculateurs d'Oxford s'étaient-ils intéressés au mouvement uniformément accéléré ? La chute des graves ? Non, pas encore. C'était juste une expérience de pensée, dans la droite ligne d'Aristote.

De latitudinibus formarum (1482)

Nicole Oresme (1323–1382)



25 Domingo de Soto (1494–1560)

Le premier à avoir fait le rapport avec la chute des graves s'appelle Domingo de Soto. C'est un moine dominicain espagnol qui avait fait une partie de ses études à Paris, avant de retourner enseigner à l'université de Salamanque.

Lui aussi a des questions sur la physique d'Aristote, mais il a assimilé les travaux d'Oresme et des calculateurs d'Oxford. Voici ce qu'il écrit.

Domingo de Soto (1494–1560)

Questiones super octo libros Physicorum Aristotelis (1555)



26 Questiones super Physicorum Aristotelis (1555)

« Cette sorte de mouvement (uniformément accéléré donc) appartient en propre aux choses qui se meuvent naturellement, et aux projectiles. Car lorsqu'un corps tombe dans un milieu homogène, il se meut plus rapidement à la fin qu'au début. D'un autre côté, le mouvement d'un projectile vers le haut est moins rapide à la fin qu'au début. Ainsi le premier est uniformément accéléré, tandis que le second est uniformément décéléré. »

Comment Domingo de Soto avait-il eu cette intuition ? On l'ignore ; en tout cas, pas par l'expérience. Pourtant au seizième siècle, on commençait déjà à se dire que l'expérience pourrait permettre de répondre à certaines questions sur les affirmations d'Aristote.

À Delft en Hollande, dans les années 1580, Simon Stevin est le premier à trancher un vieux débat.

Questiones super Physicorum Aristotelis (1555)

Domingo de Soto (1494–1560)

tenissimō. Hęc motus species propriē
accidit naturaliter motis, & proiectis.
Vbi enim moles ab alto cadit per me-
dium uniforme, uelocius mouetur in
fine, quā in principio. Proiectorū ue-
rō motus remissior est in fine, quā in
principio: atq; adeo primus uniformi-
ter difformiter intenditur, secundus
uerō uniformiter difformiter remi-
titur. Motus uerō difformiter diffor-

27 Voorblad van De Beghinselen der Weeghconst (1586)

Son traité de Statique est paru en 1586, la traduction française est celle d'Albert Girard.

« L'expérience qui réfute Aristote est telle : qu'on prenne deux balles de plomb (comme le très docte Jean Grotius, grand rechercheur des secrets de nature, et moi-même avons fait) l'une décuple de l'autre en grandeur et pesanteur, les laissant tomber ensemble en même temps d'environ 30 pieds de haut, sur une planche ou sur quelque autre chose où on puisse aisément entendre la chute ; là on pourra voir manifestement que le plus léger ne durera pas 10 fois plus longtemps dans sa chute que le plus pesant, mais qu'ils tomberont simultanément sur la planche, de sorte qu'il semblera qu'il n'y ait qu'un seul choc. »

Voorblad van De Beghinselen der Weeghconst (1586)

Simon Stevin (1548–1620)

cause: L'experience qui refute Aristote, est telle: Qu'on
prenne deux balles de plomb (comme le tres-docte Jean
Grotius, grand rechercheur des secrets de Nature, & moy
avons fait) l'une decuple à l'autre en grandeur & pesan-
teur, les laissant cheoir ensemble en mesme temps d'en-
viron 30 pieds de haut, sur une planche ou sur quelque
autre chose où on puisse aisement entendre la cheute,
là on pourra voir manifestement que le plus leger ne
demeurera pas 10 fois plus long temps au chemin que
le plus pesant, mais qu'ils tomberont si egalemt sur
la planche qu'il semble que ce ne soit qu'un seul coup.

28 Jan Cornets de Groot (1554–1640)

Le très docte Jean Grotius, grand rechercheur des secrets de nature, le voici. Il a même été maire de la ville de Delft.

Jan Cornets de Groot (1554–1640)



29 Delft, Nieuwe Kerk

Ce qui lui donnait tout de même le droit de jeter ce qu'il voulait du haut de l'église neuve de sa ville, surtout s'il s'agissait d'une expérience scientifique.

Delft, Nieuwe Kerk

Johannes Vermeer, Vue de Delft (1660)



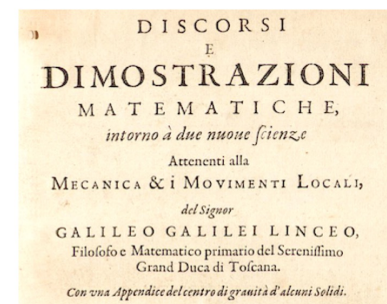
30 Discorsi e dimostrazioni matematiche (1638)

Ceci nous amène tout droit à Galilée. Parce qu'en plus de l'astronomie, des satellites de Jupiter, et du « et pourtant elle tourne », ce qui a valu à Galilée les louanges de Leibniz, Lagrange et Einstein, c'est ce livre : « Discours et démonstrations mathématiques autour de deux nouvelles sciences tenant à la mécanique et aux mouvements locaux ».

Voici ce qu'on y lit.

Discorsi e dimostrazioni matematiche (1638)

Galileo Galilei (1564-1642)



31 io grandemente dubito, che Aristotele

« Je doute grandement qu'Aristote ait jamais vérifié expérimentalement s'il est vrai que deux pierres, dont l'une est cent fois plus pesante que l'autre, et qu'on laisse tomber au même instant d'une hauteur de cent coudées, par exemple, aient des vitesses si différentes que la plus grande touche déjà terre alors que l'autre n'a même pas descendu dix coudées.

Moi qui en ai fait l'essai, je vous assure qu'un boulet d'artillerie pesant cent ou deux cents livres, ou même davantage, ne précèdera même pas d'une palme, en touchant terre, une balle de mousquet dont le poids n'excède pas une demi-livre, et cela après une chute commune de deux cent coudées. »

Ah bon, parce qu'il en avait fait l'essai, lui aussi ?

io grandemente dubito, che Aristotele

Galileo, Discorsi e dimostrazioni matematiche (1638)

amendue. E quanto al primo: io grandemente dubito, che Aristotele non sperimentasse mai quanto sia vero, che due pietre una più grave dell'altra dieci volte lasciate nel medesimo instante cader da vn'altezza, v. gr. di cento braccia fussen talmente differenti nelle lor velocità, che all'arriu della maggior in terra l'altra si trouasse non hauere nè anco sceso dieci braccia.

Sagr. Mà io S. Simp. che n'hò fatto la proua, vi assicuro, che vna palla d'artiglieria, che pesi cento, dugento, e anco più libbre, non anticiperà di vn palmo solamente l'arriu in terra della palla d'un moschetto, che ne pesi vna mezza, venendo anco dall'altezza di dugento braccia.

32 Expérience de la Tour de Pise ?

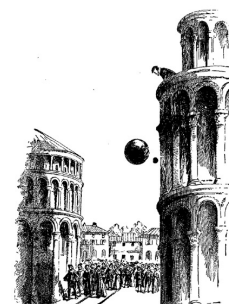
Mais si vous savez bien : il avait choisi la tour penchée de Pise. Reconnaissons-le, elle s'y prête tout particulièrement.

Sauf que Galilée lui-même n'a jamais décrit cette expérience, et que les historiens ne savent pas déterminer quand elle aurait eu lieu, ni même si elle a bien eu lieu. Le seul qui parle de l'expérience de la Tour de Pise, c'est Vincenzo Viviani. Vous vous souvenez de lui ? C'est le dernier disciple de Galilée ! Toujours prêt à entonner les trompettes de la renommée pour la plus grande gloire de son maître ! Finalement la seule chose dont on soit sûr, c'est que si Galilée a effectivement réalisé cette expérience, ce ne peut être qu'après Simon Stevin.

Et les mathématiques alors ?

Expérience de la Tour de Pise ?

Galileo Galilei (1564-1642)



33 THEOR. I. PROPOS. I

Saluons l'élégance avec laquelle Galilée passe de l'italien au latin, quand il s'agit de ressembler à Euclide.

« Théorème un, proposition un

Le temps pendant lequel un espace donné est franchi par un mobile, partant du repos, avec un mouvement uniformément accéléré, est égal au temps pendant lequel le même espace serait franchi par le même mobile avec un mouvement uniforme, dont le degré de vitesse serait la moitié du plus grand et dernier degré de vitesse atteint au cours du précédent mouvement uniformément accéléré. »

Ah mais dites voir : c'est bien le théorème de Merton ça non ? Eh bien oui. Et la démonstration de Galilée ? Exactement la démonstration géométrique d'Oresme.

34 Expérience sur la chute des graves

Je ne veux pas que vous reteniez de cette histoire que Galilée s'est approprié le travail de ses prédécesseurs. Il était conscient des discussions philosophiques sur la physique d'Aristote. Il connaissait Oresme et les calculateurs d'Oxford. Si l'histoire de la mécanique n'a retenu que son nom, ce n'est pas de sa faute. C'est peut-être un peu plus de la faute de Viviani, mais on le lui pardonne.

Je ne veux pas non plus que vous reteniez de cette histoire que Galilée n'a rien apporté de nouveau. Il est allé beaucoup plus loin que Swineshead, a expérimenté beaucoup plus longuement et précisément que Stevin. Il a trouvé la trajectoire parabolique d'un projectile avec vitesse initiale. Il l'a démontrée à la fois expérimentalement, et par le calcul. Le considérer comme le créateur de la mécanique moderne n'est pas complètement indu. Essayons tout de même de ne pas oublier tous ceux qui, en essayant de démêler le vrai du faux chez Aristote, lui ont préparé le terrain.

35 références

En commençant cette histoire, je m'étais bien promis d'éviter toutes les vannes lourdes sur l'adjectif « grave ». Et j'ai tenu parole, je me suis retenu ! Euh... ou pas ! Tant pis !

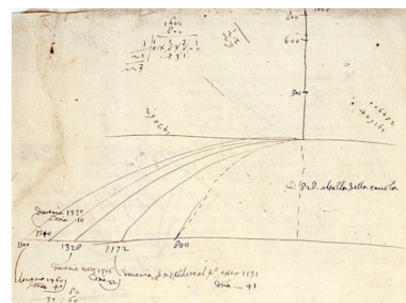
THEOR. I. PROPOS. I

Galilée, *Discorsi e dimostrazioni matematiche* (1638)

THEOR. I. PROPOS. I.
Tempus, in quo aliquod spatium à Mobili conficitur latrone ex quiete uniformiter accelerata, est aequale tempore in quo idem spatium conficeretur ab eodem mobili motu aquabili delato, cujus velocitatis gradus subduplus sit ad summum & ultimum gradum velocitatis prioris motus uniformiter accelerati.

Expérience sur la chute des graves

Galileo Galilei (1564–1642)



références

- M. Clagett (1961) *The science of mechanics in the Middle Ages*, Madison : The University of Wisconsin Press
- P. Golitsis (2018) *Les commentaires de Simplicius et de Jean Philopon à la Physique d'Aristote*, Berlin : Walter de Gruyter
- A. Lammer (2018) *The elements of Avicenna's physics*, Berlin : De Gruyter
- A. Sayili (1987) Ibn Sinā and Buridan on the motion of the projectile, *Annals of New York Academy of Science*, 500(1), 477–482
- M. Segre (1989) Galileo, Viviani and the tower of Pisa, *Studies in the History and Philosophy of Science*, 20(4), 435–451
- W. A. Wallace (2018) *Domingo de Soto and the early Galileo*, London : Routledge