



# Étude de mouvements : de Galilée à Newton

Newton « s'il m'a été donné de voir un peu plus loin que les autres, c'est parce que j'étais monté sur les épaules de géants »

Parmi ces géants, on trouve Copernic (héliocentrisme), Kepler (lois du mouvement planétaire) et Galilée dont on va mesurer dans les documents ci-après l'influence sur le travail de Newton.

## I. La masse joue-t-elle un rôle sur la durée de chute ?

### I. À FAIRE À LA MAISON



À l'aide d'un premier extrait du documentaire de France 5 « Galilée, la naissance d'une étoile », répondre aux questions ci-après.

Lien vers la vidéo : <http://acver.fr/bwz>

**Q1.** Pour quelle raison Galilée est-il présenté comme le père de la science moderne ?

**Q2.** Aristote affirmait « c'est dans la nature des objets lourds de tomber plus vite que les objets légers ».

**Q2.1.** Réaliser et décrire une expérience qui tend à renforcer cette idée fautive.

**Q2.2.** Pourquoi Galilée fait-il chuter simultanément deux objets de même forme ?

**Q2.3.** Décrire l'expérience mise au point par Galilée pour invalider l'idée d'Aristote.

### Apollo 15, une plume et un marteau (Apollo 15, a feather and a hammer)



Le 2 août 1971, lors de la mission Apollo 15 sur la Lune, l'astronaute David Scott, lâcha simultanément un marteau en aluminium d'une masse de 1,32 kg et une plume de faucon de masse 0,03 kg.

Lien vers la vidéo : <http://acver.fr/3cv>

*David Scott :*

*"Well, in my left hand, I have a feather; in my right hand, a hammer. And I guess one of the reasons we got here today was because of a gentleman named Galileo, a long time ago, who made a rather significant discovery about falling objects in gravity fields. And we thought : "Where would be a better place to confirm his findings than on the Moon ?"*

*And so we thought we'd try it here for you. The feather happens to be, appropriately, a falcon feather for our Falcon. And I'll drop the two of them here and, hopefully, they'll hit the ground at the same time.*

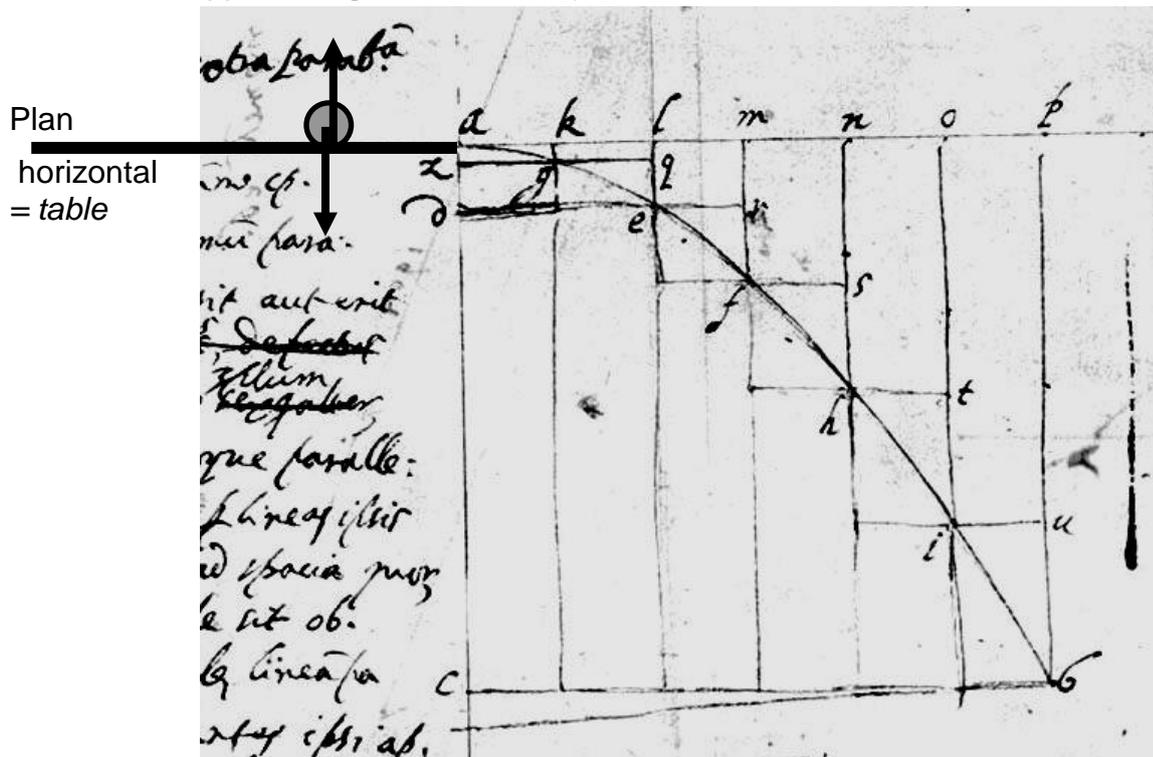
*How about that ! Mister Galileo was correct in his findings."*

**Q3.** En quoi cette expérience démontre-t-elle que Galileo Galilei avait raison ?

**Q4.** En appliquant une loi de Newton, montrer que l'accélération d'un objet en chute libre est indépendante de sa masse. (On note  $g_L$  l'intensité du champ de pesanteur de la Lune).

## II. Quelle est la trajectoire d'un boulet de canon ?

Galilée, le premier, a interprété le mouvement des projectiles au voisinage de la Terre. Il affirme qu'il s'agit d'un mouvement composé, comme il l'indique dans ses écrits (voir diaporama «TS-TPP8-Galilée.pps » et figure ci-dessous).



"J'imagine qu'un mobile a été lancé sur un plan horizontal, d'où l'on a écarté tout obstacle : le mobile que j'imagine doué d'une certaine gravité, parvenu à l'extrémité du plan et continuant sa course, ajoutera à son précédent **mouvement uniforme et indélébile** la tendance vers le bas que lui confère sa gravité : le résultat sera ce mouvement composé **d'un mouvement horizontal uniforme et d'un mouvement naturellement accéléré vers le bas.**"

Extrait des *Discours* de Galilée.

**Q5.** Qu'est-ce qui indique dans le texte qu'il s'agit d'une expérience de pensée ?

**Q6.** Dans le contexte de l'expérience, que signifie mouvement indélébile ?

**Q7.** Sur le document ci-dessus de Galilée, nous avons représenté par des flèches vecteurs, les différentes forces subies par le mobile au cours de son mouvement.

À quelle force correspond chaque flèche ?

**Q8.** Lors de la chute, Galilée a repéré différentes positions du mobile séparées par des intervalles de temps égaux.

**Q8.1.** Comment a-t-il montré sur son schéma que le mouvement horizontal est uniforme ?

**Q8.2.** Comment a-t-il montré sur son schéma que le mouvement vertical est accéléré ?

**Q9.** Justifier les affirmations de Galilée en appliquant le principe d'inertie au mobile lors de son mouvement sur le plan horizontal.

**Q10.** Lors de la chute, pourquoi le mobile est-il accéléré uniquement verticalement ?

Afin de vérifier l'expérience de pensée de Galilée, on va étudier l'enregistrement vidéo du mouvement d'une balle de tennis (« TS-TPP8-GalileoProjectile.avi »).

Une notice d'utilisation d'aviméca et regressi est disponible sous pochette transparente.

**Q11.** Exploiter les possibilités des logiciels Aviméca et regressi afin de vérifier l'affirmation de Galilée « le mouvement horizontal de la boule est uniforme ». Présenter la démarche, les résultats, les modélisations adaptées, imprimer la (les) courbe(s) pertinente(s).

**Q12.** Déterminer expérimentalement la valeur de l'accélération « vers le bas » lors de la phase de chute. Expliquer la démarche. Porter un regard critique sur le résultat.

### III. Quel lien entre la durée de chute et la distance parcourue ?



À l'aide d'un second extrait du documentaire de France 5 « Galilée la naissance d'une étoile », répondre aux questions ci-après.

Lien vers la vidéo : <http://acver.fr/bw->

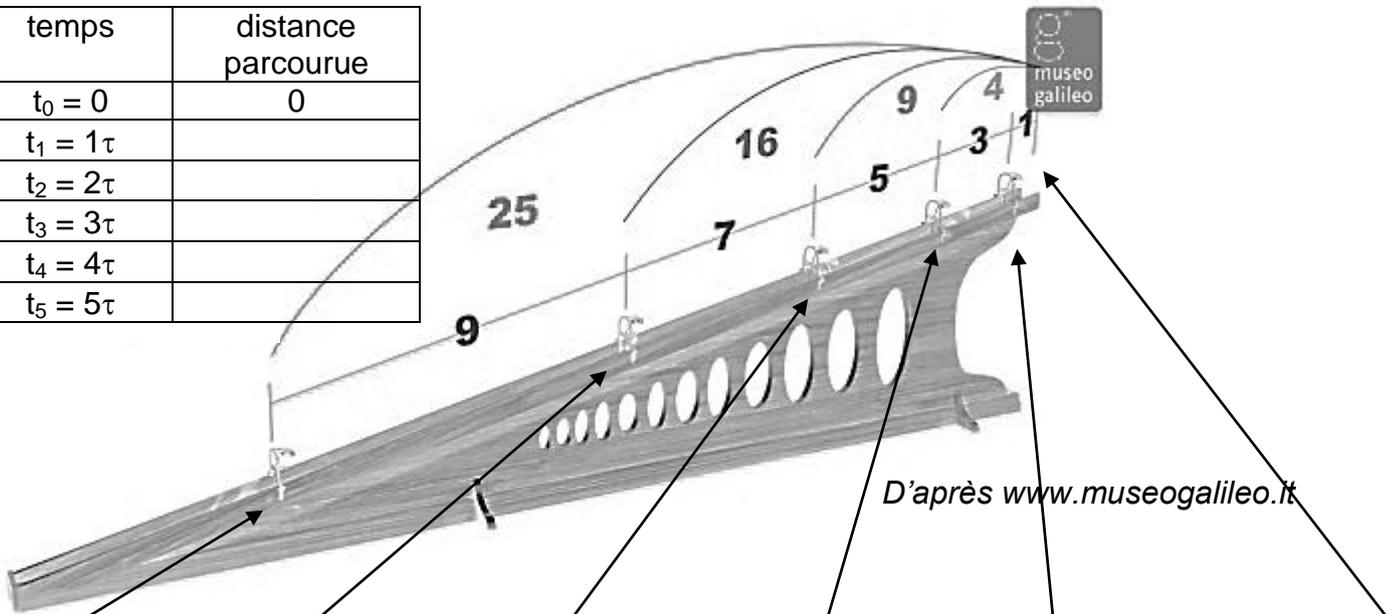
**Q13.** Comment Galilée a-t-il procédé pour augmenter le temps de chute des billes ?

**Q14.** Dans l'extrait comment Galilée mesurait-il le temps avec de l'eau ? Ce dispositif était-il efficace ?

**Q15.** Sans justifier, indiquer quels adjectifs caractérisent le mouvement de la boule le long du plan incliné ?

**Q16.** En utilisant la figure ci-après, recopier et compléter le tableau de mesures permettant à Galilée de conclure : « dans ces expériences répétées une bonne centaine de fois, nous avons toujours trouvé que les espaces parcourus étaient entre eux comme les carrés des temps, et cela quelle que soit l'inclinaison du plan »

temps	distance parcourue
$t_0 = 0$	0
$t_1 = 1\tau$	
$t_2 = 2\tau$	
$t_3 = 3\tau$	
$t_4 = 4\tau$	
$t_5 = 5\tau$	



cinquième cloche

quatrième cloche

troisième cloche

deuxième cloche

première cloche

lâcher de la bille

**Q17.** Galilée a expérimentalement mis en évidence que :

- « La vitesse augmente avec le temps de chute. »
- « si la hauteur de chute est quadruplée alors la durée de chute n'est multipliée que par deux. »

En considérant le mouvement vertical de chute libre d'une bille lâchée sans vitesse initiale et en appliquant la deuxième loi de Newton, retrouver ces deux résultats. On utilisera un axe vertical Oz orienté vers le bas dont l'origine est confondue avec la position initiale de la bille.

Cette expérience a été réalisée avec des moyens modernes : la boule a été filmée avec une caméra à 125 images par seconde. Ainsi les clochettes ont été positionnées très exactement pour qu'elles tintent à intervalles de temps réguliers notés  $\tau$ .

Le film est visible dans le dossier TS : « TS-TPP8-planIncline.avi »

**Q18.** On dispose d'une copie d'écran de l'expérience.

Effectuer les mesures nécessaires afin de retrouver les résultats de Galilée.

Présenter les mesures, leur exploitation et conclure.

