

## Galilée (1564 - 1642)

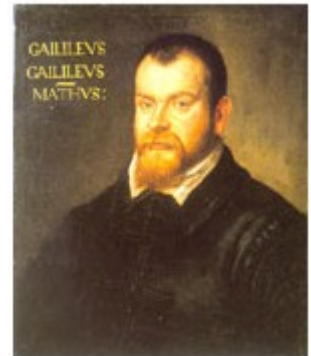
Source : <http://www.aim.ufr-physique.univ-paris7.fr/>

Galilée est né dans une famille de musiciens, à Pise en 1564. Il y étudia la médecine et les mathématiques, puis devint professeur de mathématique à l'université de Pise puis de Padoue en 1592. Son apport à la physique fut majeur et à bien des égards il peut être considéré comme le père de la physique moderne.

Ses grandes découvertes seront fondamentales pour la compréhension de la gravitation. Elles peuvent se répartissent en deux champs :

- L'observation du ciel **avec la première lunette astronomique** de l'histoire lui fait découvrir les richesses insoupçonnées du monde "céleste", et lui donne l'intuition de la profonde unité du monde terrestre et céleste.
- **L'étude du mouvement des corps** à l'aide d'expériences avec des plans inclinés lui fait découvrir la notion de **Force** et surtout lui permet la première formulation du **principe d'inertie**.

Ces deux contributions révolutionneront totalement la physique et l'astronomie, elles feront basculer la vision du monde Aristotélicienne et imposeront finalement le **système Copernicien**.



### 1. Le ciel à la lunette

En 1609, arriva en Italie la nouvelle que les Hollandais utilisent une sorte de tube avec deux lentilles pour faire apparaître plus proches les objets lointains. Galilée s'informant puis expérimentant lui-même améliora le procédé et construisit la première lunette astronomique, avec un grossissement de 20. La réalisation des lentilles a été possible grâce au talent des maîtres verriers de Venise.



En la pointant vers le ciel, il fit une myriade de découvertes, et vit alors ce qu'aucun homme n'avait vu.

La mystérieuse Voie Lactée, alors seulement visible comme une traînée blanche dans le ciel, apparut alors comme composée en fait de millions de petites étoiles semblables aux plus brillantes déjà connues. Cela confirmait ce qu'Aristote lui-même avait déjà imaginé deux mille ans avant.

Les planètes apparaissaient dans le télescope comme des disques, donc élargies par la lunette comme il pouvait s'y attendre. Cependant, cela n'était pas vrai pour les étoiles. Il fallait alors conclure à leur extraordinaire éloignement, ce qui allait dans le sens des Coperniciens qui expliquaient l'absence de parallaxe annuelle des étoiles par leur grand éloignement.

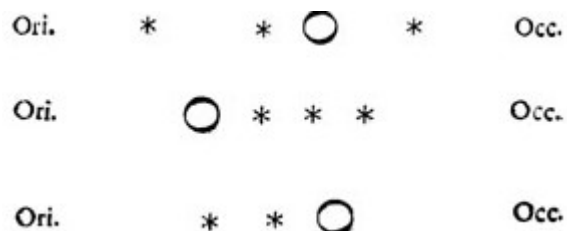
La découverte majeure de Galilée fut cependant celle des **satellites de Jupiter**. En pointant sa lunette vers cet objet les 7, 8 et 10 janvier 1610, et comme à son habitude, il fit des croquis pour fixer ses observations.

Il observa tout d'abord le 7, deux petites étoiles à l'Est de Jupiter et une à l'Ouest. Ensuite, le 8, les trois petites étoiles à l'Ouest de Jupiter, et plus aucune à l'Est.

Le 9, la configuration avait encore changé. Il crut tout d'abord que ces étoiles faisaient juste partie du fond étoilé devant lequel Jupiter se déplaçait.

Cependant, en renouvelant ses observations, il dut bien admettre que ces petites étoiles *suivaient Jupiter dans son mouvement, comme la Lune suivait la Terre.*

*Dessin de Galilée représentant les 7,8 et 10 janvier 1610, Jupiter les trois petits satellites.*

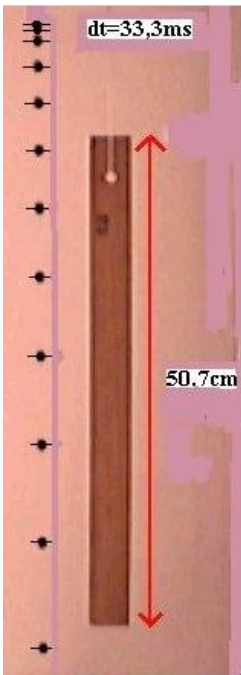


La Terre n'était plus alors une anomalie du système solaire, étant la seule à posséder un satellite: Jupiter en possédait aussi. Cette découverte fut d'une telle importance, que Galilée y consacra presque la moitié de l'ouvrage dans lequel il relate ses observations : " Le messager des étoiles "

Après la parution du "messager des étoiles ", l'opinion publique était assez incrédule, s'étonnant qu'un tube avec deux verres suffise à percer les mystères du cosmos. Mais une aide décisive vint de quatre astronomes Jésuites de Rome qui publièrent un texte confirmant la totalité des découvertes de Galilée. Galilée essayait dans son livre de ne pas paraître trop Copernicien pour éviter la censure de l'église. Cependant, en privé, il était un ardent défenseur de la cause Copernicienne, ce qui le mena pourtant devant les tribunaux, comme on le sait.

## 2. Le mouvement des corps

Galilée, en voulant étudier avec précision le mouvement des corps, comprit, qu'il fallait pour cela *isoler au maximum* le phénomène physique à étudier, et le libérer de tous phénomènes parasites. C'est là, la base de toute la démarche expérimentale en physique. Pour cela, il construit une série de petites expériences simples.



**La chute des corps** : La célèbre expérience de la chute des corps est bien connue (il est probable que Galilée n'a jamais fait cette expérience depuis la tour de Pise). Son objectif consiste à **mesurer le temps de chute de corps de différentes masses et de différentes natures**. Galilée arriva à la conclusion (aujourd'hui classique), que ce temps de chute est le même pour tous les corps, quel que soit leur poids, leur taille et leur nature. En d'autres termes, la vitesse de chute libre est la même pour tous les corps. Cela allait clairement à l'encontre de l'intuition, et Galilée l'expliquait par un raisonnement simple par l'absurde : Supposons qu'un corps plus massif tombe plus vite qu'un corps léger, alors, si on attache à l'aide d'une ficelle une grosse pierre et une petite et qu'on les lâche, la grosse pierre devrait être ralentie dans son mouvement de chute par la petite qui à priori tombe moins vite. Donc le couple petite pierre + grosse pierre tombe moins vite que la grosse pierre toute seule. Or, le couple petite pierre + grosse pierre est *plus lourd* que la grosse pierre toute seule, et donc devrait en fait tomber *plus vite*, ce qui est en contradiction avec ce que l'on a dit plus haut en appliquant un autre raisonnement fondé sur la même hypothèse. Cela est donc incohérent, et notre hypothèse de départ est fausse.

**Le principe d'inertie** : C'est peut-être là le plus grand apport de Galilée à la physique. En faisant des expériences avec des billes qui roulent sur des plans de différentes natures, il observe que si le plan est très rugueux, la bille s'arrête rapidement, par contre, si le plan est très lisse ou recouvert d'huile par exemple, la bille parcourt une distance beaucoup plus grande avant de s'arrêter. Galilée eut alors l'idée de *forces de frottement* : le plan rugueux frotte très fortement sur la bille et l'oblige à s'arrêter rapidement, en revanche, sur le plan lisse les forces de frottement sont très faibles et n'empêchent pas la bille de rouler. Dans la vie de tous les jours, les forces de frottement sont partout présentes et obligent les corps à stopper leur mouvement, c'est pour cela que pour entretenir ce mouvement on doit constamment appliquer une force extérieure à un corps pour contrebalancer ces forces de frottement : par exemple, on doit tirer une charrette pour la faire avancer, pour contrebalancer les frottements dus aux pièces mécaniques dans les roues, et également dus au contact avec le sol.

Mais si on pouvait réduire ces forces de frottement à zéro, alors, le corps conserverait son mouvement indéfiniment. C'est en faisant une telle extrapolation que, Galilée donne une première formulation du principe d'inertie : *tout corps possède une certaine "inertie" qui l'oblige à conserver sa vitesse, à moins qu'une force extérieure, une force de frottement par exemple, ne l'oblige à arrêter ce mouvement, ou à modifier cette vitesse.*

Le principe d'inertie sera repris par Newton, qui en fera la pierre angulaire de son œuvre. C'est une loi dont les conséquences ne sont pas limitées à l'étude de la gravitation, mais qui touche la totalité de la physique.

De ce principe, découle naturellement la notion de force, la plus fondamentale en physique : une force est ce qui modifie le mouvement d'un corps, tant en vitesse qu'en trajectoire. En l'absence de force, le corps poursuit sa trajectoire et conserve sa vitesse. Si une force est appliquée dessus, alors, l'objet modifiera cette trajectoire.

Le principe d'inertie permet d'expliquer également une incohérence apparente du système Copernicien : si la terre n'est pas fixe et possède un mouvement propre dans le système solaire, on ne comprenait pas alors pourquoi, sur Terre, nous ne sentions pas du tout ce mouvement. Comment comprendre que les objets restent collés au sol, même quand rien ne les y rattache ? Par exemple, si je tire une flèche à la

verticale, comment comprendre que cette flèche retombe pile à l'endroit d'où elle a été tirée, et pas légèrement à côté, dû au mouvement propre de la Terre par rapport au Soleil ?

Copernic et Kepler eux même n'avaient pas d'explication à cette apparente incohérence, car ils ne connaissaient pas le principe d'inertie. Si nous ne ressentons pas les effets du mouvement de la Terre, c'est que nous sommes entraînés par elle dans l'espace : quand nous sommes reliés à elle sur sa surface, elle nous communique la vitesse qu'elle a par rapport au soleil, et le principe d'inertie nous dit que nous devons conserver cette vitesse, donc ce mouvement. Si la flèche retombe à la verticale, c'est par ce que son inertie l'oblige à suivre la Terre : pendant sa chute, la Terre s'est déplacée par rapport au Soleil, mais la flèche a fait de même, donc au total, la flèche ne s'est pas déplacée par rapport à la Terre.

Enfin, il est important de noter également un résultat moins célèbre de Galilée, mais qui aura une importance fondamentale pour la relativité de Newton, et un principe que reformulera Einstein en le développant, celui de la **relativité galiléenne**.

Le bilan scientifique de Galilée est extraordinaire : il révolutionne la vision du monde en observant le ciel, montre que la Terre et Jupiter partage des caractéristiques communes, détruisant ainsi l'idée de la position privilégiée de la Terre dans le Système Solaire, en impose le système de Copernic (après plusieurs batailles avec l'église). Sur le plan de la physique, il a, comme nous l'avons vu, initié la physique expérimentale, et bâti le principe d'inertie qui sera le fondement de toute la physique. C'est sur celui-ci que Newton, va enfin réussir à expliquer le mouvement des corps, non seulement dans le ciel, mais aussi sur la Terre, et donner la première formulation de la gravitation.