

# Quantité de mouvement



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Quantité\\_de\\_mouvement](https://fr.wikipedia.org/wiki/Quantité_de_mouvement)  
DemonDeLuxe (Dominique Toussaint)

La seconde phase commence avec les premières tentatives fructueuses de libérer la notion de vitesse de ses limitations qualitatives et ontologiques pour obtenir une représentation unifiée et mathématique du mouvement, avec Benedetti et surtout Galileo Galilei (Galilée). Ce dernier développa l'idée d'“impeto”, ou “momento”, qui ne garde de l'ancien “impetus” que l'idée d'une propriété motrice inhérente au corps, mais conçue comme l'effet du mouvement, et non comme sa cause. Par cette transformation de sens, le concept galiléen d'“impeto” est en rupture plus qu'en continuité avec l'“impetus” dynamique. Galilée, pour qui les mathématiques sont la langue de l'Univers, le concevait comme une grandeur intelligible mathématiquement. De fait, l'“impeto” contient deux idées originales dont l'importance allait s'avérer décisive : la conservation du mouvement, plus précisément de la quantité de mouvement (exprimée comme le produit du *poids* par la vitesse), et la loi de l'inertie, c'est-à-dire la poursuite indéfinie, pour un corps laissé à lui-même, de son mouvement initial, uniforme et en ligne droite. Ou, du moins, lorsque l'on s'affranchissait de la pesanteur, c'est-à-dire, pour Galilée, dans le plan horizontal. Car il considérait encore la force de pesanteur comme attachée au corps, et non pas extérieure à lui.

**Michel Paty.** *Histoire rapide de la vitesse (le concept physique).* 1997.

En 1686. Leibniz publia dans les *Acta Eruditorum* un célèbre article sur une « erreur mémorable de Descartes », et il revint sur la question en 1691 et en 1692. Alors que la quantité de mouvement cartésienne se mesure par le produit de la masse et de la vitesse ( $mv$ ), Leibniz mesure la force par le produit de la masse et du carré de la vitesse ( $mv^2$ ), et soutient que cette quantité est la seule qui se conserve. L'autorité de la philosophie leibnizienne permit à cette appréciation de la « force vive »  $mv^2$  de se répandre rapidement en Allemagne, recevant notamment l'appui des Bernoulli, et des newtoniens hollandais, s'Gravesande et Musschenbroek.

Mais il se crée un parti des cartésiens, qui défend la mesure de la force par  $mv$ , et la querelle renaît en France lorsque Mairan publie sa « Dissertation sur l'estimation et la mesure des forces motrices des corps », d'abord dans les *Mémoires de l'Académie des sciences de Paris* en 1728, puis comme brochure en 1741. Cette dissertation suscite une polémique avec la physique leibnizienne de la marquise du Châtelet. La querelle porte à première vue sur une question de physique, mais elle relève en réalité de la physique des philosophes. La physique de la marquise du Châtelet ou de Voltaire qui lui aussi envoie à l'Académie des « Doutes sur la mesure des forces motrices et sur leur nature » en 1741. Cette physique de philosophes se réclame pourtant d'expériences et de mesures, essentiellement dues à Mairan pour le parti de  $mv$ , et à s'Gravesande pour le parti de  $mv^2$ , et le problème paraît ainsi avoir quelque

consistance puisqu'il oppose deux grandes familles philosophiques, et que chacune se réclame d'expériences physiques démonstratives.

**Michel Puech.** *Kant et la causalité: étude sur la formation du système critique.*

Il faut autant de force\* pour élever un corps A d'une livre à la hauteur CD de quatre toises, que d'élever un corps B de quatre livres à la hauteur EF d'une toise. Tout cela est accordé par nos nouveaux philosophes. Il est donc manifeste que le corps A étant tombé de la hauteur CD a acquis autant de force précisément que le corps B tombé de la hauteur EF. Donc [...] la force de ces deux corps est égale. Voyons maintenant si la quantité de mouvement est aussi la même de part et d'autre : mais c'est là où on sera surpris de trouver une différence grandissime. Car il a été démontré par Galilée que la vitesse acquise par la chute CD est double de la vitesse acquise par la chute EF, quoique la hauteur soit quadruple. Multiplions donc le corps A, qui est comme 1, par sa vitesse, qui est comme 2, le produit ou la quantité de mouvement sera comme 2 ; et de l'autre part multiplions le corps B, qui est comme 4, par sa vitesse qui est comme 1, le produit ou la quantité de mouvement sera comme 4 ; donc la quantité de mouvement du corps A au point D est la moitié de la quantité de mouvement du corps B au point F, et cependant leurs forces sont égales ; donc il y a bien de la différence entre la quantité de mouvement et la force, ce qu'il fallait montrer.

**Leibniz.** *Discours de métaphysique.* 1686.

\* Ce que Leibniz appelle force, ou plutôt force vive (vis viva), correspond au concept actuel d'énergie.

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Vis\\_viva](https://fr.wikipedia.org/wiki/Vis_viva)

C'est Gottfried Wilhelm Leibniz qui proposa la première formulation mathématique d'une loi de conservation de l'énergie entre 1676 et 1689. Leibniz remarqua que dans de nombreux systèmes mécaniques (contenant plusieurs masses  $m_i$  de vitesse  $v_i$ ) la quantité  $\sum m_i v_i^2$  était conservée. Il appela cette grandeur **vis viva** ou *force vive* du système. Cependant de nombreux physiciens considéraient, à la suite de Descartes et de Newton, que c'était la grandeur  $\sum m_i v_i$  qui était la force vive conservée. Cela donna lieu à une vive polémique à partir de 1686 entre Leibniz et les cartésiens, comme Malebranche. Leibniz apporta des arguments décisifs basés sur la force vive dans deux articles en particulier ; le premier est de 1686 ; dans le second Leibniz substitua également à la loi de conservation de la quantité de mouvement purement numérique des cartésiens une loi de conservation de la quantité de mouvement vectorielle.

## Six travaux à base de quantité de mouvement.

Les documents principaux donnent les consignes pour le travail individuel qui est suivi d'une mise en commun et mise au point en petits groupes. Les hypothèses, propositions et résultats sont ensuite discutés en grand groupe avec animation tableau. Des corrigés sont également disponibles.

Le document [lois.pdf] donne une forme de résumé des lois utilisées.

### 1. Propulsion

Document de travail : [propulsion.pdf], à propos de la propulsion à réaction.

### 2. Descartes

Document de travail : [descartes.pdf], où on porte un regard critique sur les propositions de Descartes sur les chocs.

### 3. Eclatement

Document de travail : [eclatement.pdf] ; une exploitation d'enregistrement de deux mobiles autoporteurs qui se séparent.

#### 4. Choc obstacle

Document de travail : [\[choc-obstacle.pdf\]](#) ; une exploitation d'enregistrement d'un choc de mobile autoporteur sur un obstacle fixe.

#### 5. Choc 2D

Document de travail : [\[choc-2D.pdf\]](#) ; une exploitation d'enregistrement du choc entre un mobile en mouvement et un mobile au repos.

#### 6. Billard

Document de travail : [\[billard.pdf\]](#) ; l'étude des chocs (supposés élastiques) entre les boules de billard, avec conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie cinétique ; un peu plus compliqué que les précédents...