

Expliquer physiquement la gravitation au milieu du XVIIIe siècle

La théorie mécanique de Le Sage

Hugues Chabot
Université Lyon 1
EA 4148 S2HEP

(Science & Société — Historicité, Éducation Pratiques)

- Isaac Newton, *Principia Mathematica Philosophiæ Naturalis*, 1713.

« Mais je n'ai pas encore pu découvrir à partir des phénomènes la raison de ces propriétés de la gravitation et je n'imagine pas d'hypothèse. Eh bien, ce qu'on ne déduit pas des phénomènes doit être appelé hypothèse, et les hypothèses, métaphysiques, physiques, de qualités occultes ou mécaniques, n'ont pas leur place dans la philosophie expérimentale [...] Et il suffit que la gravité existe de fait et agisse selon les lois exposées par tous les mouvements des corps célestes et de notre mer. »

La « philosophie mécanique »

- « Un corps n'est jamais mu naturellement, que par un autre Corps qui le pousse en le touchant ; & après cela il continue jusqu'à ce qu'il soit empêché par un autre Corps qui le touche. Toute autre opération sur les Corps, est miraculeuse ou imaginaire »
- « C'est par là que tombent les Attractions proprement dites, & d'autres opérations inexplicables par les natures des Créatures, qu'il faut faire effectuer par miracle, ou recourir aux absurdités, c'est-à-dire, aux qualités occultes Scholastiques, qu'on commence à nous débiter sous le nom spécieux de forces ; mais qui nous ramènent dans le Royaume des ténèbres. »
- « Ce moyen de communication est, dit-on, invisible, intangible, non mécanique. On pouvoit ajouter avec le même droit, inexplicable, non intelligible, précaire, sans fondement, sans exemple. »

DES MAISEAUX, « Cinquième écrit de Mr Leibnitz », *Recueil de diverses pièces sur la philosophie, la religion naturelle, l'histoire, les mathématiques, etc.*, par Mrs Leibnitz, Clarke et Newton, Changuion, Amsterdam, seconde édition, 1740 (1^{ère} édition : 1720), vol. I, p. 103, 147, 150.



Georges-Louis Le Sage
1728-1803

Essai de chymie mécanique, 1761,
In-4°, 113 p.

« Lucrèce newtonien », *Mémoires de l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Berlin pour 1782*, Berlin, 1784, pp. 1-28.

Traité de physique mécanique, rédigé d'après les notes de Le Sage, in *Deux traités de physique mécanique*, publiés par Pierre Prevost. - Paris, J.-J. Paschoud, 1818. In-8°, XLIII-353 p.

« Toutes les fois que nous avons été à portée, d'observer la cause du changement d'état d'un Corps ; nous avons trouvé, que c'était l'Impulsion immédiate de quelque autre Corps (telle est, par exemple, l'Ascension de l'Eau dans les Pompes, par la Pression de l'Air). Donc ; l'Analogie la plus rigoureuse, doit nous faire conclure : Que, là où nous n'avons pas été à portée d'observer la cause de semblables changements d'état ; elle consistoit aussi, dans l'Impulsion immédiate de quelque Matière. Donc, l'Approche mutuelle des Corps visibles, est dué à l'Impulsion immédiate de quelque Matière invisible. »

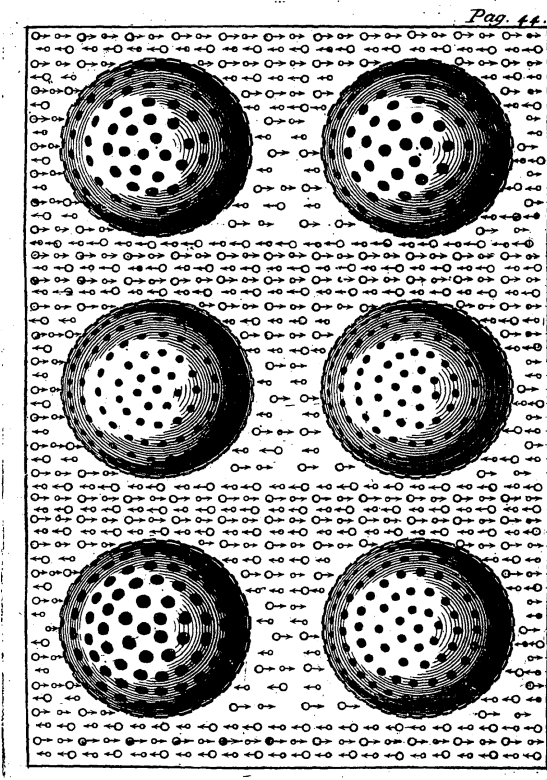
« l'obligation du physicien qui voudrait expliquer mécaniquement toute l'astronomie »

(Pierre Prévost, « Le Sage », Biographie Michaud, 1843, p. 278-279)

« [...] pour établir un système d'Astronomie Physique, il faut déduire du principe qu'on posera pour fondement, une loi générale, suivant laquelle deux molécules de matière quelconque tendent à s'unir avec une force qui soit toujours en raison directe de leur masse, et en raison inverse du carré de leur distance. »

Nicolas LACAILLE, *Leçons élémentaires d'astronomie géométrique et physique*, Paris, Guérin, 1746, p. 346.

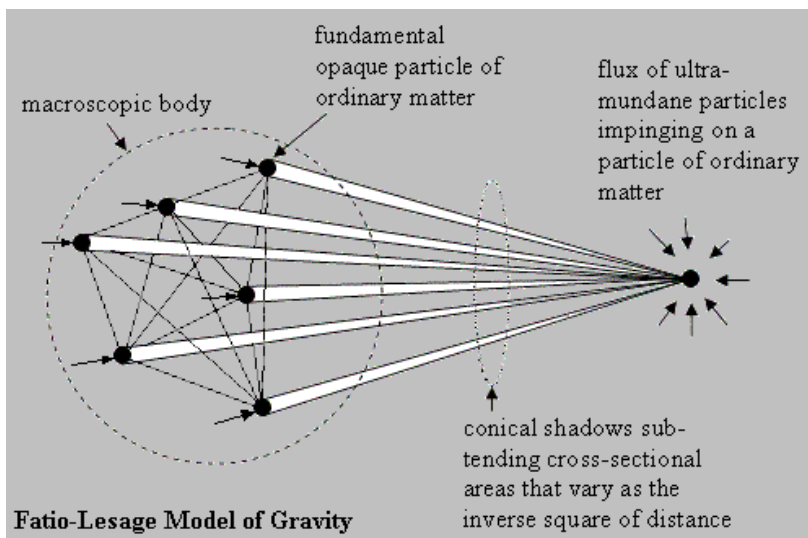
Un agent matériel pour la gravitation



« Des Corpuscules Isolés, très subtils, qui se meuvent en ligne droite, dans un grand nombre de sens différens, & qui rencontrent des Corps fort Poreux. Voilà donc la seule façon dont peut exister la Cause matérielle des Attractions. »

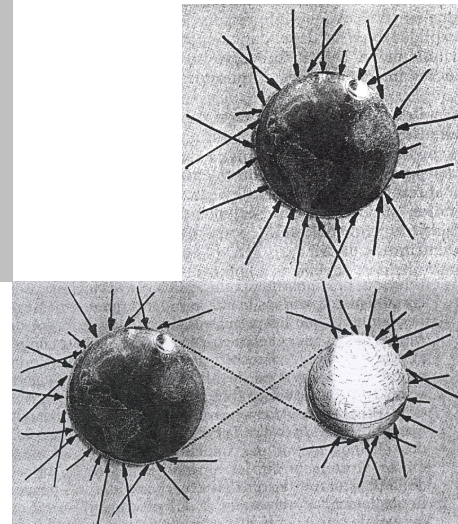
Le Sage, *Essai de chymie mécanique*, 1761, p. 20

Schéma de principe de la démonstration de la loi newtonienne



http://www.mathpages.com/home/kmath131/kmath131_files/image003.gif

Source des illustrations : Jean-Marc Lévy-Leblond, *Aux contraires*, Paris, Gallimard, 1996, p. 237.



Proportionnalité de la gravitation aux masses ?

La **taille** des corpuscules gravifiques doit être assez petite, relativement aux distances intra-atomiques, pour que leur action gravifique ne s'écarte pas *sensiblement* de cette proportionnalité.

« Cet Argument, tombera entièrement ; s'il n'est, & ne peut pas être, prouvé par aucun *Fait*, que la Gravitation soit *précisément* proportionnelle aux Masses. »

Le Sage, 1761, p. 73

Action uniforme de la gravitation quelle que soit la vitesse de la masse gravitante ?

La **vitesse** des corpuscules gravifiques doit excéder très largement la vitesses de tous les corps matériels exposés à leur action.

Dynamique du choc

Corpuscules inélastiques (« sans ressort »)

« de l'espèce de ceux que les physiciens ont coutume d'appeler *durs* dans le sens absolu, c'est-à-dire infrangible, inflexible, et privé de toute élasticité. »

Le Sage, 1818, p. 5

« les Corps agissent les uns sur les autres uniquement par leurs vitesses respectives. »

Le Sage, 1761, p. 23

Choc entre corps pesant (M, v) et corpuscule gravifique (μ, U)

- Action gravitationnelle

$$U \times \mu / (M + \mu)$$

- Résistance au mouvement inertiel

– Choc avant : $\mu \times (U + v) = (M + \mu) \times \Delta v_1$

– Choc arrière : $\mu \times (U - v) = (M + \mu) \times \Delta v_2$

$$\Delta v_1 - \Delta v_2 = 2 \times v \times \mu / (M + \mu)$$

- « La Gravitation, est à la Résistance ; comme la vitesse des corpuscules, est à la Vitesse de la Planète ; c'est à dire, dans un Rapport aussi immense qu'on le veut. »

Le Sage, 1761, p. 82

En termes de « forces vives »

– Action gravitationnelle :

proportionnelle à U^2

– Résistance au mouvement :

$$(U + v)^2 - (U - v)^2 = 4 \times v \times U$$

Comment éviter la mort gravifique ?

- « Ces forces aussi, diminueroient continuellement (ce dont cependant on ne s'aperçoit point) ; s'il n'y avoit pas, hors de l'Univers habité, un *Magazin d'Agens* propres à les renouveler ; assez vaste, pour en fournir jusqu'au terme que le Créateur a jugé à propos de mettre à la durée de son Ouvrage. »

Le Sage, 1761, p. 27

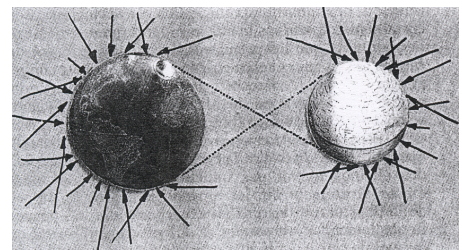
Une alternative : des corpuscules élastiques ?

« Je souhaiterois que vous trouvassiez moien de faire ensorte, que vos corpuscules cessent d'être ultramondains. Vous les faites absolument non-elastiques, afin que heurtant contre un corps, ils perdent toute leur vitesse. [...] Tous les corpuscules qui ont une fois heurté restent comme morts, et vous avez besoin d'une ressource continuelle. [...] Ne se pourroit-il pas, qu'on obtiendroit la même chose, en supposant que ces corpuscules sont parfaitement élastiques ? Par là ils seroient d'un usage perpetuel, et n'auroient pas besoin d'être refaits ou remplacés par des nouveaux. Chacun après avoir fait son choc, rejailliroit avec la même vitesse, qu'il avoit, et iroit heurter contre quelqu'autre corps. »

Lettre de Jean-Henri Lambert à Le Sage, 30 septembre 1765

« La considération des courans de retour, est une des plus fortes objections que l'on puisse faire à l'élasticité parfaite des élémens et des corpuscules, admise par NIC. FATIO. Car cette élasticité étant admise, les courans de retour ont un mouvement précisément égal à celui des courans arrivant ; et par conséquent il n'y a plus aucun effet produit par la cause supposée. »

Le Sage, 1818, p. 62



Atténuation de la gravitation par la matière ?

Le taux d'interception des corpuscules gravifiques par la matière pesante est conditionnée par leur **concentration** ; on diminue cette **concentration** pour rendre *imperceptible* cette atténuation ; on augmente la **vitesse** des corpuscules pour préserver l'intensité de l'action gravifique.

Portée limitée de la gravitation du fait des chocs entre corpuscules gravifiques ?

« Ils sont même si clairsemés ; c'est-à-dire, leurs diamètres sont si petits, relativement à leur moyenne distance mutuelles ; qu'il n'y en a qu'un sur plusieurs centaines, qui en rencontre quelque autre, pendant plusieurs milliers d'années. De sorte que ; l'uniformité de leurs mouvements, n'est presque jamais troublée d'une façon sensible. »

Le Sage, 1784, p. 429.