

Épistémologie de la gravité newtonienne

Nicolae Sfetcu

27.11.2019

Sfetcu, Nicolae, « Épistémologie de la gravité newtonienne », SetThings (27 novembre 2019), URL = <https://www.setthings.com/fr/epistemologie-de-la-gravite-newtonienne/>

Email: nicolae@sfetcu.com



Cet article est sous licence Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International. Pour voir une copie de cette licence, visitez <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

Une traduction partielle de
Sfetcu, Nicolae, "Epistemologia gravitației experimentale – Raționalitatea științifică", SetThings (1 august 2019), MultiMedia Publishing (ed.), ISBN: 978-606-033-234-3, DOI: 10.13140/RG.2.2.15421.61925, URL = <https://www.setthings.com/ro/e-books/epistemologia-gravitatiei-experimentale-rationalitatea-stiintifica/>

BIBLIOGRAPHIE.....9

Dans certains programmes de recherche, comme la théorie mécaniste de l'univers selon laquelle l'univers est une énorme horloge (et un système de tourbillons) avec la poussée comme cause unique du mouvement, la métaphysique cartésienne particulière fonctionnait comme un puissant principe heuristique : elle décourageait les théories scientifiques, telles que la version « essentialiste » de l'action à distance de Newton, qui lui était incompatible (*heuristique négative*). Et cela a encouragé les hypothèses auxiliaires qui auraient pu la sauver de contradictions apparentes, telles que les ellipses de Kepler (*heuristiques positives*).

La première édition de *Principia* de Newton ne contient que deux remarques supplémentaires sur la méthodologie: la notification que le but de l'article est d'expliquer « comment déterminer les véritables mouvements de leurs causes, les effets et les différences apparents et, au contraire, comment déterminer à partir des hypothèses si elles sont vraies ou apparentes, leurs causes et leurs effets »;¹ et, dans le Scholium à la fin du Livre 1, Section 11, Newton affirme que son approche distinctive permet une argumentation plus sûre dans la philosophie naturelle.

Dans la deuxième édition (1713), Newton a introduit des sections distinctes pour les phénomènes et les règles impliquées dans la détermination de la gravité universelle,² et à la fin du Scholium générale de la troisième édition, 1726, il a inclus l'énoncé méthodologique le plus célèbre :

« Nous n'avons pas encore pu déduire des phénomènes³ la raison de ces propriétés de la gravité et je ne devine pas d'hypothèses. Car ce qui ne se déduit pas de phénomènes doit s'appeler une hypothèse ; et les hypothèses, métaphysiques ou physiques, ou fondées sur des qualités occultes ou mécaniques, n'ont rien à voir avec la philosophie expérimentale. Dans cette philosophie expérimentale, les phrases sont déduites de phénomènes et généralisées par induction. L'impénétrabilité, la mobilité et la quantité de mouvement des corps, les lois du mouvement et la loi de la gravité ont été trouvés par cette méthode. Et il suffit que la gravité existe vraiment et agisse conformément aux lois que nous avons énoncées et suffirait à tous les mouvements de nos corps célestes et de notre mer. »⁴

en ajoutant plus tard, « à moins que les hypothèses ou les questions aient été proposées pour être examinées expérimentalement. »⁵

¹ Isaac Newton, « *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, I Ed. », The British Library, 1687, paragr. XIV, <https://www.bl.uk/collection-items/newtons-principia-mathematica>.

² Isaac Newton, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, II Ed., 1713, <https://www.e-rara.ch/zut/338618>.

³ Dans la philosophie contemporaine, « la déduction de phénomènes » est appelée « induction éliminatoire » et « induction démonstrative ».

⁴ Isaac Newton, « *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, III Ed. », *Science* 177, n° 4046 (1726): 943, <https://doi.org/10.1126/science.177.4046.340>.

⁵ Isaac Newton, *An Account of the Book Entitled Commercium Epistolicum Collinii & Aliorum, de Analysisi Promota*, 1715, 312.

Newton avertit dans *Principia* qu'il utilise la théorie mathématique d'une manière nouvelle, les forces traitées abstraitement, indépendamment du mécanisme, seulement mathématiquement. Clarke et Berkeley au 18^{ème} siècle affirment que ces passages expriment un agnosticisme causal strict. Newton écrit que, en utilisant des termes tels que « attraction », il n'a pas l'intention de définir « une espèce ou un mode d'action ou une cause ou un motif physique ». ⁶

Se référant à la prétention de Newton de « déduire » la loi de la gravité universelle du phénomène du mouvement orbital, Lakatos a affirmé que cette déclaration est au moins trompeuse et, au pire, un subterfuge. Seule une construction hypothétique-déductive de sa démonstration de la gravité universelle a du sens.

Selon Andrew Janiak, la lecture anti-métaphysique du traitement mathématique de la force de Newton est raisonnable. L'interprétation antimétaphysique peut être étayée par le fameux énoncé méthodologique de *Principia*, « *hypotheses non fingo* », « n'invente pas des hypothèses. » ⁷ Le traitement mathématique de la force pouvant être interprété comme exprimant un agnosticisme causal strict, se concentrant exclusivement sur des descriptions empiriques des méthodologies de Newton, la méthodologie de Newton peut être interprétée comme exprimant un agnosticisme métaphysique plus général. ⁸

Pour Newton, la science, « la philosophie expérimentale », implique des phrases explicatives pouvant être « déduites de phénomènes ». Ce qui ne peut être déduit de cette manière n'est qu'une hypothèse. Mais Newton ne contourne pas les hypothèses, seulement ne les intègre pas dans la science, les considérant purement spéculatives. Leur place est réservée dans les interrogations d'*Optiques*, ⁹ et dans les annotations explicites de *Principia*. Les hypothèses sont développées par Newton lorsqu'il ne dispose pas d'un support empirique indépendant pour ces assertions. ¹⁰

Du point de vue de Newton, la gravité n'est pas mécaniste ; mais il admet également qu'il ne connaît pas la « raison » des propriétés de la gravité exprimées dans la loi de la gravité universelle, à savoir qu'il n'a pas d'explication physique de cette force, refusant de faire des

⁶ Andrew Janiak, *Newton as Philosopher* (Cambridge University Press, 2010), 16.

⁷ Lakatos affirme que la meilleure reconstruction rationnelle par Newton de la phrase célèbre « *hypotheses non fingo* » est vraisemblable ; « Je rejette la dégénérescence des commutations de problèmes conçus pour contenir certaines théories syntaxiquement métaphysiques » voir Imre Lakatos, « Criticism and the Methodology of Scientific Research Programmes », *Proceedings of the Aristotelian Society* 69, n° 1 (1968): 149–186. , voir Lakatos.Imre Lakatos,« La critique et la méthodologie des programmes de recherche scientifique », Actes de la Société aristotélicienne 69, n ° 1 (1968): 180.

⁸ Janiak, *Newton as Philosopher*, 17.

⁹ Isaac Newton, *Opticks : Or, A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light* (London: Printed for William Innys at the West-End of St. Paul's, 1730), <http://archive.org/details/opticksortreatis1730newt>.

¹⁰ Newton, « *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, III Ed. », 943.

suppositions à ce sujet. Contrairement à Leibnitz, il déclare explicitement qu'une certaine causalité dans la nature est non mécanique, remettant en question la philosophie mécaniste en vigueur à cette époque. À cet égard, Stein et DiSalle affirment que Newton était un empiriste radical dans les débats métaphysiques : il rejette non seulement la philosophie mécaniste de Descartes, Leibniz et Huygens, mais transforme les questions métaphysiques considérées par eux comme purement *a priori* en question empiriques, dont les réponses dépendent du développement de la physique.¹¹

Newton est prêt à occuper des positions métaphysiques, telles que dans la structure de l'espace-temps ou de la causalité, mais il rejette *a priori* les approches cartésiennes, faisant passer la physique avant la métaphysique, ce qui en fait de lui, selon Stein et DiSalle, non pas un anti-métaphysicien, mais un métaphysicien empirique, avec une attitude empirique fondée sur des principes à l'égard des questions métaphysiques.

Afin de comprendre le mouvement d'une manière compatible avec ses lois, Newton postule un espace absolu,¹² lui permettant ainsi de concevoir le mouvement comme un changement d'espace absolu. Cette idée permet à Newton de sauvegarder les effets perceptibles de l'accélération des corps en tant que mouvements réels dans l'espace absolu.¹³

La philosophie naturelle de Newton ne peut être comprise que si nous considérons sa conception de Dieu :

« Newton a invoqué Dieu dans l'action à distance pour une raison spécifique, pour soutenir la gravité dans l'univers, mettant en garde contre une vision de l'univers comme une simple machine ... alors il a essayé de développer un concept sur Dieu qui fournirait un modèle stable, organisé et prévisible du monde naturel, un Dieu qui se fonde sur des principes rationnels et universels, accessible à tout le monde ... il lance un appel à Dieu pour expliquer les mécanismes qu'il ne peut expliquer autrement, y compris les actions à distance. »¹⁴

La théorie de la gravité de Newton a été fondamentalement rejetée par ses contemporains pour avoir violé les normes de la philosophie mécaniste. Selon Andrew Janiak, Newton a été contraint de défendre son traitement mathématique de la force et du mouvement sur une base métaphysique fondamentale.¹⁵ Après la révolution de la physique au 17^{ème} siècle, de la philosophie néo-aristotélicienne (« scolastique ») au cartésianisme, Newton a provoqué un nouveau changement de paradigme en remplaçant la philosophie mécaniste par la philosophie

¹¹ Janiak, *Newton as Philosopher*.

¹² În Scholium, declară explicit că spațiul absolut nu este perceptibil (Newton, « *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, I Ed. », 414.) fiind conștient că mișcarea adevărată este dificil de detectat dacă este mișcare absolută.

¹³ Newton, « *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, III Ed. », 423.

¹⁴ Nicolae Sfetcu, *Isaac Newton despre acțiunea la distanță în gravitație - Cu sau fără Dumnezeu?* (MultiMedia Publishing, 2018), <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.24577.97122>.

¹⁵ Janiak, *Newton as Philosopher*.

naturelle. Ce second schisme s'est produit en l'absence de continuité conceptuelle. Bien que dépourvu de système métaphysique, Newton se défendit en articulant une relation convaincante entre la physique mathématique et métaphysique dans des conflits d'espace et de temps, de matière, de lois du mouvement, de la nature des forces et de la relation de Dieu avec le monde.

Principia a déclenché un large débat parmi les contemporains de Newton sur la méthodologie à adopter pour étudier le monde naturel.

Pour Newton, la force était le concept principal expliquant le mouvement et ses causes dans la nature. Il a conçu les forces comme des actions éphémères, comme des quantités, via la connexion entre masse et accélération, offrant un moyen de mesurer les forces. Dans le Livre III de *Principia*, Newton identifie la force centripète qui maintient les orbites planétaires avec la force de gravité, ce qui provoque la chute libre d'objets sur la Terre. D'où la conclusion, au Livre III, que tous les corps sont attirés les uns par les autres proportionnellement à leur quantité de matière (gravité universelle). Il reconnaît toutefois qu'il ne connaît pas la cause de la gravité.

16

Dans la septième phrase du Livre III de *Principia*, Newton parvint à la conclusion suivante : « La gravité agit universellement sur tous les corps et est proportionnelle à la quantité de matière qu'ils contiennent ». ¹⁷

La méthodologie du principe de découverte des forces présentes dans la nature était controversée, y compris pour l'action à distance. Dans la deuxième édition de 1713, il a ajouté d'autres observations méthodologiques, appelées par lui « *regulae philosophandi* », ou règles de la philosophie. Les deux premières règles font référence au raisonnement causal, et la troisième, très discutée par les contemporains, fait référence à un problème d'induction : nous avons des perceptions et des expériences pour la connaissance, mais sur quelle base pouvons-nous généraliser ? Newton donne une réponse partielle à la proposition sept du troisième livre de *Principia*, à la Règle 3:

« Ces qualités des corps qui ne peuvent être ni projetés ni remis (c'est-à-dire augmentées et diminuées) et qui appartiennent à tous les corps sur lesquels des expériences peuvent être effectuées, doivent être considérées comme des qualités de tous les corps universels. » ¹⁸

Newton relie cette troisième règle à ses lois du mouvement :

« Le fait que tous les corps soient mobiles et persévèrent en mouvement ou au repos par certaines forces (nous les appelons forces d'inertie), nous en déduisons la recherche de ces propriétés dans les corps que nous avons vus. Extension, dureté, impénétrabilité, mobilité et force d'inertie

¹⁶ Alexandre Koyre, *From the Closed World to the Infinite Universe* (Johns Hopkins University Press, 1957), 229.

¹⁷ Newton, « *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, III Ed. », 810.

¹⁸ Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, II Ed.

[C'est une façon potentiellement déroutante de faire référence à la masse spécifique, ce que nous appellerions la masse inertielle d'un corps. Voir la troisième définition dans *Principia*¹⁹.] De l'ensemble, apparaissent par le prolongement, la dureté, l'impénétrabilité, la mobilité et la force d'inertie de chaque partie ; et nous en arrivons ainsi à la conclusion que chacune des plus petites parties de tous les corps est étendue, forte, impénétrable, mobile et dotée d'une force d'inertie. Et ceci est le fondement de toute philosophie naturelle. »²⁰

Leibniz a affirmé que l'espace euclidien tridimensionnel de Newton permet « des états distincts, mais *indiscernables* si les positions absolues de tous les corps matériels sont modifiées, tout en conservant leurs positions relatives ». ²¹ Les mêmes lois du mouvement sont valables dans tous les cadres inertiels. il serait donc impossible, en appliquant les lois de Newton, de déterminer le cadre inertiel. Leibniz conclut que nous devrions utiliser le principe de parcimonie pour rejeter de telles entités « métaphysiques ».

Mais la mécanique newtonienne ne satisfait pas le principe de relativité pour l'accélération absolue et la rotation absolue, mais uniquement pour les systèmes inertiels. Dans les systèmes accélérés ou en rotation, les lois de Newton ne sont plus valides. Il en résulterait que les accélérations et les rotations absolues ont une signification physique, ce qui crée un dilemme. Fondamentalement, la théorie combinée de l'espace et du temps newtoniens et de l'électrodynamique de Maxwell se révèle fautive. ²² Einstein résolut ce paradoxe en 1905 en maintenant les lois de Maxwell intactes mais en modifiant les transformations qui relient les cadres inertiels.

Newton a introduit le terme « philosophie expérimentale » en 1712, dans un passage de la Scholium generale de *Principia* où il a exposé sa méthodologie contre des hypothèses. Son but était de défendre sa théorie de la gravité contre les critiques, en particulier celle de Leibniz :

« La philosophie expérimentale réduit les phénomènes à des règles générales et considère les règles comme étant générales lorsqu'elles sont généralement valables pour des phénomènes (...). La philosophie hypothétique consiste en des explications imaginaires de choses et en des arguments imaginaires pour ou contre de telles explications ou arguments. La philosophie expérimentale est basée sur l'induction. Le premier type de philosophie est suivi par moi, le dernier trop par Descartes, Leibnitz et d'autres. » ²³

Le terme fait plutôt référence à la science empirique. Il fut également ajouté à la deuxième édition de *Principia* en 1713, où il a déclaré avoir démontré l'existence de la gravité, même s'il n'en trouvait pas la cause, en énumérant les différentes propriétés de la gravité. Newton expose

¹⁹ Newton, « *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, III Ed. », 404-5.

²⁰ Newton, 95-96.

²¹ Michael Friedman, *Foundations of Space-Time Theories: Relativistic Physics and Philosophy of Science* (Princeton University Press, 1983).

²² Friedman.

²³ Newton, « *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, I Ed. »

également sa méthodologie à l'Interrogation 31 de l'*Optique*, où il s'intéresse à la force et à la philosophie naturelle. On considère que la philosophie expérimentale de Newton comporte deux éléments essentiels : l'exclusion des hypothèses de la philosophie naturelle ; et l'exigence que les phrases de la philosophie expérimentale soient « déduites des phénomènes et généralisées par induction ». Newton rejette donc l'hypothèse sans support expérimental. Ceux qui bénéficient d'un soutien expérimental, mais insuffisants pour aider à démontrer les principes scientifiques, sont autorisés mais distincts des principes établis, comme les interrogations d'*Optique*. Ce type d'hypothèse peut suggérer de nouvelles expériences et aider à expliquer les propriétés et les principes déjà découverts.

Dans la deuxième édition anglaise du *Principia* de 1717, Newton a détaillé le terme « philosophie expérimentale » et a introduit la méthode d'induction :

« Cette analyse consiste à mener des expériences et des observations, et à en tirer des conclusions générales par induction et en n'acceptant pas les objections contre les conclusions, mais qui sont extraites d'expériences ou de certaines autres vérités. Parce que les hypothèses ne doivent pas être dissimulées dans la philosophie expérimentale. Et, bien que l'argumentation tirée d'expériences et d'observations par induction ne soit pas une démonstration des conclusions générales ; Cependant, c'est le meilleur moyen de discuter de ce que la Nature des choses reconnaît et peut être considéré comme le plus fort, plus l'induction est générale. Et s'il n'y a pas d'exception de *Phaenomena*, la Conclusion peut être généralement prononcée. Mais, à tout moment par la suite, toute Exception émergera des expériences, elle pourra alors commencer à être prononcée avec les Exceptions telles qu'elles apparaissent. »²⁴

Ainsi, l'existence de la gravité « a été prouvée par des démonstrations mathématiques basées sur des expériences et des phénomènes de la nature ; et M. Leibnitz ne peut nier qu'ils ont été prouvés ».

Selon Newton, la confirmation se fait d'abord par démonstration mathématique et ensuite par expérience. Il était convaincu qu'une approche mathématique déductive conduisait à la certitude et que l'expérience pouvait fournir certains fondements nécessaires à une science, mais jusqu'au 18ème siècle, il n'avait pas attribué à l'expérience la place de choix dans sa méthodologie.

Selon Laudan,²⁵ Newton considérait que l'un des objectifs centraux de la philosophie naturelle était de montrer la main du Créateur dans les détails de sa création : « parce que parler de Dieu à partir de l'apparence des choses, c'est certainement une philosophie naturelle ». ²⁶ Les théories, selon Newton, peuvent être certaines ou très probables. Entre deux théories rivales, Newton aurait probablement choisi ce qui aurait favorisé ses objectifs cognitifs, comme dans le cas de la philosophie mécaniste. Mais il ne faut pas oublier que certaines des finalités cognitives de

²⁴ Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, II Ed., 404.

²⁵ L. Laudan, *Progress and its Problems: Toward a Theory of Scientific Growth* (University of California Press, 1977).

²⁶ Newton, « *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, III Ed. »

Newton diffère de celles d'aujourd'hui. Par conséquent, selon Laudan, nous pouvons évaluer leur rationalité en déterminant si leurs actions ont favorisé certains objectifs, et leurs actions ne peuvent être déterminées comme rationnelles que par référence au produit pondéré correspondant de leurs utilités cognitives.

Selon Robert Disalle, Newton propose des arguments inductifs pour une conclusion métaphysique, tandis qu'Einstein utilise des analyses épistémologiques pour décomposer les notions métaphysiques. Mais les arguments de Newton ont la même forme de base et le même but que ceux d'Einstein. Les expériences de pensée de Newton concernant le seau d'eau sont essentiellement des arguments en faveur d'une manière de relier des processus physiques aux structures de l'espace et du temps.²⁷

Jusqu'au moins la seconde moitié du siècle, les systèmes de Locke et Newton étaient perçus comme étant basés sur des principes et des méthodes très similaires, composés de philosophie naturelle et morale. Locke et Newton partagent une conception similaire de la méthode scientifique, basée sur des expériences et des observations rationnelles et régulières et sur l'utilisation de la généralisation et de la déduction. Ainsi, G. A. Rogers a écrit :

« Ce que Locke a trouvé dans *Principia* était d'illustrer une méthode à laquelle il avait déjà souscrit. Il croyait déjà qu'une combinaison d'observation, de généralisation ou d'induction et de déduction est le seul moyen de connaître la nature, et que *Principia* a exactement cette méthode de la manière la plus fructueuse. Il lui confirma toutes ses propres conclusions méthodologiques. Le principe était pour Locke la justification d'une approche méthodologique générale à laquelle il avait probablement souscrit depuis vingt ans. »²⁸

Hume associe aussi explicitement à son travail la méthode de Newton, bien qu'il existe une distinction claire entre l'inductivisme de Hume et la conception de Locke de la méthodologie des sciences naturelles.²⁹

(1) Dans la philosophie contemporaine, « la déduction de phénomènes » est appelée « induction éliminatoire » et « induction démonstrative ».

(2) Lakatos affirme que la meilleure reconstruction rationnelle par Newton de la phrase célèbre « *hypotheses non fingo* » est vraisemblable ; « Je rejette la dégénérescence des commutations de problèmes conçus pour contenir certaines théories syntaxiquement métaphysiques », voir Imre Lakatos, « La critique et la méthodologie des programmes de recherche scientifique », Actes de la Société aristotélicienne 69, n° 1 (1968): 180.

²⁷ Robert Disalle, « Spacetime Theory as Physical Geometry », *Erkenntnis* 42, n° 3 (1995): 317–337.

²⁸ G. A. J. Rogers, « Locke's Essay and Newton's Principia », *Journal of the History of Ideas* 39, n° 2 (1978): 217–32, 229.

²⁹ Graciela de Pierris, « Hume and Locke on Scientific Methodology: The Newtonian Legacy », *Hume Studies* 32, n° 2 (2006): 277–329.

Bibliographie

- Disalle, Robert. « Spacetime Theory as Physical Geometry ». *Erkenntnis* 42, n° 3 (1995): 317–337.
- Friedman, Michael. *Foundations of Space-Time Theories: Relativistic Physics and Philosophy of Science*. Princeton University Press, 1983.
- Janiak, Andrew. *Newton as Philosopher*. Cambridge University Press, 2010.
- Koyre, Alexandre. *From the Closed World to the Infinite Universe*. Johns Hopkins University Press, 1957.
- Lakatos, Imre. « Criticism and the Methodology of Scientific Research Programmes ». *Proceedings of the Aristotelian Society* 69, n° 1 (1968): 149–186.
- Laudan, L. *Progress and its Problems: Toward a Theory of Scientific Growth*. University of California Press, 1977.
- Newton, Isaac. *An Account of the Book Entitled Commercium Epistolicum Collinii & Aliorum, de Analysi Promota*, 1715.
- . *Opticks : Or, A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light*. London : Printed for William Innys at the West-End of St. Paul's, 1730. <http://archive.org/details/opticksortreatis1730newt>.
- . « Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica, I Ed. » The British Library, 1687. <https://www.bl.uk/collection-items/newtons-principia-mathematica>.
- . *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica, II Ed.*, 1713. <https://www.e-rara.ch/zut/338618>.
- . « Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica, III Ed. » *Science* 177, n° 4046 (1726): 340-42. <https://doi.org/10.1126/science.177.4046.340>.
- Pierris, Graciela de. « Hume and Locke on Scientific Methodology: The Newtonian Legacy ». *Hume Studies* 32, n° 2 (2006): 277–329.
- Rogers, G. A. J. « Locke's Essay and Newton's Principia ». *Journal of the History of Ideas* 39, n° 2 (1978): 217.
- Sfetcu, Nicolae. *Isaac Newton despre acțiunea la distanță în gravitație - Cu sau fără Dumnezeu?* MultiMedia Publishing, 2018. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.24577.97122>.