



HAL
open science

Newton parce que Descartes, Sigorgne et la théorie physique de la gravitation de Le Sage

Hugues Chabot

► **To cite this version:**

Hugues Chabot. Newton parce que Descartes, Sigorgne et la théorie physique de la gravitation de Le Sage. Pierre Sigorgne (1719-1809), Un polémiste newtonien, de l'université de Paris à l'évêché de Mâcon,, Éditions Universitaires de Dijon, 2024. <hal-04828180>

HAL Id: hal-04828180

<https://hal.science/hal-04828180v1>

Submitted on 21 Dec 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Hugues Chabot. Newton parce que Descartes, Sigorgne et la théorie physique de la gravitation de Le Sage. *Pierre Sigorgne (1719-1809), Un polémiste newtonien, de l'université de Paris à l'évêché de Mâcon*, Éditions Universitaires de Dijon, 2024. [hal-04828180](#)

Nous proposons ici d'examiner le revirement scientifique tardif de Pierre Sigorgne dans le débat sur la nature de la gravitation. Dans la décennie qui court de 1762 à 1772, Sigorgne se laisse peu à peu convaincre de la pertinence d'une explication mécanique de l'attraction que lui soumet le physicien genevois Georges Louis Le Sage (1724-1803). À partir de la très riche correspondance échangée entre les deux hommes, nous mettons en évidence quelques arguments clés qui ont emporté l'assentiment de Sigorgne, jusqu'à lui faire rédiger un exposé des idées de Le Sage dans un *Traité* resté inédit.

Attraction contre impulsion : un retournement inattendu

La correspondance entre Sigorgne et Le Sage débute le 15 novembre 1762. Sigorgne est alors connu comme l'auteur des *Institutions newtoniennes*, parues quinze ans auparavant¹. À ce titre, il peut être considéré comme l'introducteur dans l'enseignement universitaire français de la théorie de l'attraction universelle proposée par Newton, théorie qui s'est imposée depuis la fin des années 1730 à l'Académie royale des sciences de Paris². La grande réussite de Newton est d'avoir réussi à démontrer les lois de Kepler, qui décrivent les mouvements des planètes du système solaire, à partir d'une formule mathématique qui englobe aussi la pesanteur à la surface de la Terre. Mais la théorie newtonienne présente une lacune : elle ne fournit pas d'explication physique de l'attraction. Tout se passe comme si la matière agissait sur la matière à distance, c'est-à-dire instantanément et sans agent intermédiaire.

L'idée d'attraction universelle heurte un principe hérité de Descartes tout récemment ancré dans la physique³ : tout mouvement doit s'expliquer par une cause mécanique, une impulsion, seule action intelligible d'un corps sur un autre corps, pouvant être décrite, par exemple, par les lois du choc. Dans le schéma cartésien mécaniste, le recours à des agents matériels pour transmettre une action quelconque s'impose, que ce soit celle de l'électricité, du magnétisme, de la lumière, ou encore de la gravitation. C'est ainsi que pour expliquer le mouvement des astres Descartes a inventé un modèle de fluide subtil, l'éther, qui remplit l'espace et dont la forme tourbillonnaire est d'une grande fécondité théorique⁴. L'attraction newtonienne, quant à elle, exige un espace

¹ Pierre Sigorgne, *Institutions newtoniennes, ou Introduction à la philosophie de M. Newton*, Paris, Quillau, 1747, 2 vol. [À propos de la réception de cet ouvrage dans les journaux, voir la contribution de Denis Reynaud dans le présent volume.](#)

² Depuis les travaux de Pierre Brunet (*L'Introduction des théories de Newton en France au XVIII^e siècle. Avant 1738*, Paris, Blanchard, 1931), la période est considérée comme charnière dans le passage du « cartésianisme » au « newtonianisme », désignations dont on trouvera un bilan historiographique et une analyse nuancée dans l'introduction de Pierre Crépel et Christophe Schmit, *Autour de Descartes et Newton, Le paysage scientifique lyonnais dans le premier XVIII^e siècle*, Paris, Herman, 2017, p. 11-109.

³ Pour une vision d'ensemble de la lente ascension du cartésianisme dans la pensée scientifique, puis de sa contestation par les newtoniens, voir Jean Ehrard, *L'idée de nature en France dans la première moitié du XVIII^e siècle*, Paris, Albin Michel, 1994 (1^{ère} édition : Paris, SEVPEN, 1963, 2 vol.), en particulier les chapitres II, « Mécanisme et loi naturelle », p. 62-121, et III, « Impulsion ou attraction ? », p. 123-178.

⁴ Sur les tourbillons cartésiens, voir l'article de synthèse de Fabrice Ferlin et Hugues Chabot, « Vortex Theories in the Early Modern Period », dans D. Jalobeanu et C. T. Wolfe (dir.), *Springer Encyclopedia of Early Modern Philosophy and the Sciences*, 2020. Notons qu'en matière d'entités invisibles les cosmologistes contemporains ne sont pas en reste avec les concepts de « matière noire » et d'« énergie noire ».

dépourvu de toute matière entre les astres. Pendant plusieurs décennies, la controverse oppose les partisans du « plein », les « tourbillonnaires », à ceux du « vide », les « attractionnaires »⁵.

Au milieu du XVIII^e siècle cependant, la théorie newtonienne a fait ses preuves⁶ et la théorie des tourbillons est totalement délaissée par les astronomes. Plusieurs ouvrages entérinent la faillite du cartésianisme⁷, dont celui de Sigorgne⁸. Les efforts qu'il y déploie pour vaincre les réticences aux notions de vide et d'attraction trahissent pourtant le fait que le mécanisme imprègne encore profondément les esprits et qu'il n'a peut-être pas dit son dernier mot. Pour arriver à ses fins, Sigorgne tente d'abolir sur le plan philosophique la distinction entre attraction et impulsion : les deux notions partageraient le même droit au titre de « mécanisme » et la même obscurité quant à leur mode d'action, l'avantage revenant à la première quant à la cohérence théorique et quant à la conformité avec les faits empiriques⁹.

C'est précisément en tant que champion de l'attraction newtonienne et critique du mécanisme cartésien que Sigorgne est sollicité en 1762 par Le Sage. Le Sage pense en effet avoir réussi à expliquer mécaniquement la gravitation universelle, c'est-à-dire en suivant les préceptes de Descartes (même si c'est en abandonnant le modèle des tourbillons, nous allons bientôt y revenir).

La correspondance entre Sigorgne et Le Sage, conservée à la bibliothèque de Genève, est très importante. D'après un relevé chronologique et thématique établi par Le Sage lui-même, les deux hommes échangent presque une centaine de lettres sur la période 1762-1772. Le Sage mentionne 45 lettres qu'il a adressées à Sigorgne d'une part, et presque autant reçues de celui-ci¹⁰.

Sur ces dix années de correspondance, trois périodes se distinguent. De 1762 à 1763, un premier échange d'une douzaine de lettres porte presque exclusivement sur la théorie de la gravitation de Le Sage. Une seconde période, culminant en 1766, est surtout consacrée à un autre sujet de physique, le phénomène des tuyaux capillaires¹¹. Enfin, de 1768 à 1772, la conversation se poursuit de loin en loin, en particulier sur la cohésion de

⁵ La célèbre correspondance entre Leibniz et Clarke détaille point par point les arguments physiques et métaphysiques des deux partis. Pierre Desmaizeaux, *Recueil de diverses pièces, sur la philosophie, la religion naturelle, l'histoire, les mathématiques, &c. par Mrs Leibniz, Clarke, Newton et autres auteurs célèbres*, Amsterdam, Du Sauzet, 1720 (2^e édition : Amsterdam, Changuion, 1740, 2 vol.).

⁶ Notamment avec la résolution de la question de la figure de la Terre, qui constitue l'acmé de la querelle entre cartésiens et newtoniens au sein de l'Académie des sciences dans les années 1730. Sur ce sujet, l'ouvrage de référence reste Henri Lacombe et Pierre Costabel (dir.), *La figure de la Terre du XVIII^e siècle à l'ère spatiale*, Paris, Gauthier-Villars, 1988. Voir aussi John L. Greenberg, *The problem of the earth's shape from Newton to Clairaut, The rise of mathematical science in eighteenth century Paris and the fall of « normal » science*, Cambridge, Cambridge University Press, 1995.

⁷ De ce point de vue, le plus intéressant est peut-être celui dans lequel Pierre Bouguer, cartésien converti au newtonianisme, dresse la liste des objections contre le modèle des tourbillons (*Entretiens sur la cause de l'inclinaison des orbites des planètes, Seconde Édition, Dans laquelle on a saisi l'occasion d'examiner quelle est l'étendue du Mécanisme ou des loix de Physique*, Paris, Ant. Jombert, 1748). Pour une passionnante analyse de cet écrit, voir Danielle Fauque, « Tourbillons ou attractions, Les physiciens du XVIII^e siècle entre un monde plein et un monde vide », dans Pierre Colin (dir.), *De la nature, De la Physique Classique au Souci Écologique*, Paris, Beauchesne, 1992, p. 205-235.

⁸ [Sur le rôle très actif de Pierre Sigorgne dans la réfutation des tourbillons dès le début des années 1740, voir la contribution de Christophe Schmit dans le présent volume.](#)

⁹ C'est tout l'objet du chapitre II, « De l'Attraction ; son mécanisme & son existence », p. 43-71.

¹⁰ Sur le caractère exceptionnel de la correspondance de Le Sage avec l'Europe savante, voir Jean-Daniel Candaux, « Typologie et chronologie des réseaux de correspondance de Georges Louis Le Sage, 1744-1803 », *Dix-huitième siècle*, 40, 2008, p. 105-113. Outre les lettres de ses correspondants, Le Sage conservait copie de celles qu'il leur adressait, **ou plutôt leurs** « brouillards » comme il les dénommait. On trouvera à la fin de cet article le relevé par Le Sage de sa correspondance avec Sigorgne. Je remercie Patrick Guyot qui a photographié ces lettres et Pierre Crépel qui a transcrit celles écrites par Sigorgne.

¹¹ Voir à ce propos [le chapitre](#) de Fabrice Ferlin dans le présent volume.

la matière à l'échelle microscopique¹², mais où Sigorgne entretient Le Sage avant tout de questions métaphysiques et théologiques, en lien avec la publication de ses *Institutions leibniziennes*¹³ (mais aussi celle de la *Palingénésie* de Charles Bonnet)¹⁴.

À ce massif épistolaire il faut ajouter un manuscrit inédit de Sigorgne, qui contient un résumé fidèle de la théorie de Le Sage, amplement nourri des questions et des réponses échangées par les deux hommes au cours du temps. Il s'agit d'un texte intitulé *Traité de l'Efficace des Causes Secondes avec une explication physique de l'attraction*, dont la date exacte de composition reste incertaine¹⁵. Elle est vraisemblablement légèrement postérieure à la publication de la seconde édition des *Institutions newtoniennes*, en 1769, dont la nouvelle préface mentionne l'« explication de la pesanteur universelle » de Le Sage, « Philosophe qui a conservé les vues les plus saines sur toutes les parties de la physique »¹⁶.

À l'appui de la concordance des temps d'écriture des deux textes, remarquons tout d'abord deux expressions imagées qui leur sont communes. La première évoque le modèle des tourbillons initiée par Descartes respectivement en ces termes :

l'idée simple & naturelle d'une barque flottant sur l'eau, & entraînée par un courant.¹⁷

les barques entraînées dans nos rivières par un Courant suggèrent l'idée.¹⁸

La seconde illustre la théorie des forces centrales élaborée par Newton avec les mots suivants :

Le jet des bombes [...] fut entre ses mains un principe fécond [...] Il y vit la combinaison de deux forces antagonistes [...].¹⁹

le jet des bombes qui ne suppose que deux causes combinées [...] c'est le principe d'où Newton est parti.²⁰

La discussion qui clôt la nouvelle préface des *Institutions newtoniennes* évoque en outre le « système des causes occasionnelles » (p. XLV-XLVIII), qui fait l'objet d'un examen approfondi dans le *Traité de l'efficace des causes secondes*. Développé notamment par Malebranche, et largement partagé par les cartésiens du début du XVIII^e siècle²¹, l'occasionnalisme est détourné par les newtoniens pour renvoyer dos à dos les

¹² Sur l'œuvre chimique de Sigorgne, en lien avec ce sujet, voir la contribution de Rémi Franckowiak du présent volume.

¹³ Pour une analyse de cet ouvrage, voir l'article de Gérard Chazal dans le présent volume.

¹⁴ Cette dernière période coïncide avec une brouille entre les deux hommes, pour une question de plagiat. Le Sage estime en effet avoir été lésé de ses droits par un professeur du collège Saint-Irénée de Lyon, Pierre-Félix Champion, auquel Sigorgne avait confié le soin de faire exposer les idées du savant genevois à l'occasion d'une soutenance de thèse. L'historien de l'astronomie James Evans prépare un travail sur cette affaire.

¹⁵ Il est conservé dans les archives de la Bibliothèque municipale de Mâcon sous la cote Ms. 201 et il occupe les feuillets 141 à 165. Nous reproduisons en annexe le chapitre IV : « de la Cause physique de l'attraction » (f. 158 à 162).

¹⁶ Pierre Sigorgne, *Institutions newtoniennes, Seconde édition, Revûe, corrigée & augmentée, avec figures*, Paris, Guillyn, 1769, p. LV.

¹⁷ Sigorgne, *Institutions newtoniennes*, 1769, p. III.

¹⁸ Sigorgne, *Traité de l'efficace des causes secondes*, f. 158r^o.

¹⁹ Sigorgne, *Institutions newtoniennes*, 1769, p. XXIV-XXV.

²⁰ Sigorgne, *Traité de l'efficace des causes secondes*, f. 158r^o.

²¹ Sur la postérité de l'occasionnalisme dans la science française au XVIII^e siècle, voir Christophe Schmit, *La Philosophie naturelle de Malebranche au XVIII^e siècle, Inertie, causalité, petits tourbillons*, Paris, Garnier, 2020, p. 149-247.

notions d'attraction et d'impulsion (stratégie que Sigorgne employait déjà, comme nous l'avons dit, dans la première édition des *Institutions newtoniennes*). L'argument qui instrumentalise l'occasionalisme pour conférer à l'impulsion la même obscurité que l'attraction consiste à dire que la façon dont un mouvement se transmet d'un corps à un autre lors d'un choc n'est pas plus intelligible qu'une action à distance. Puisque selon l'occasionalisme la rencontre entre deux corps ne constitue pas la cause réelle de la modification du mouvement de chacun de ces corps mais seulement la cause qui donne occasion à Dieu à agir suivant des lois qu'il s'est prescrites, alors, au même titre que les lois du choc, la loi de la gravitation relèverait de ce registre de causalité²². Pourtant, dans cette édition actualisée des *Institutions newtoniennes*, Sigorgne atténue la portée du propos en laissant ouverte la possibilité d'expliquer l'attraction par l'impulsion :

N'outrons rien cependant. L'attraction existe ; elle peut être un principe aussi mécanique que l'impulsion. Mais est-il solidement prouvé qu'on ne peut par aucune Loi la déduire de l'impulsion ?²³

Dans le manuscrit du *Traité*, Sigorgne opère un retournement complet. Dans le chapitre intitulé « De la cause physique de l'attraction », entièrement consacré à la théorie de Le Sage, il plaide contre la thèse de l'occasionalisme selon laquelle il n'y aurait pas de causes réelles et attribue à l'impulsion le statut de cause physique à part entière. De ce point de vue, il révoque dorénavant l'équivalence entre attraction et impulsion :

Si l'impulsion ou le choc n'étoit qu'une cause occasionnelle, l'attraction sans doute seroit admissible et pourroit aller de pair avec l'impulsion. mais nous avons vu que l'impulsion est une force, et le choc une action ; donc puisque nulle action n'est possible dans la distance, l'attraction pour être admise n'a plus le même titre que l'impulsion et ne doit être qu'une dépendance de celle ci [...] l'attraction ne pouvant en soi être aussi mécanique que l'impulsion, dès que celle ci, comme nous l'avons prouvé, est une cause physique, et non simplement occasionnelle, il nous paroît qu'il n'y a plus lieu à aucune hésitation.²⁴

Un dernier indice enfin permet de situer autour de l'année 1771 le reniement par Sigorgne de l'argument dérivé de l'occasionalisme et sa conversion aux idées de Le Sage. Il lui annonce en effet le 25 août de cette année-là : « je tiens plus que vous ne pensés, monsieur, à vos corpuscules ultramondains, parce que tous les jours je m'éloigne de plus en plus des causes occasionnelles et de l'harmonie préétablie »²⁵. Presque dix ans se sont écoulés depuis qu'il lui confiait dans ses premières lettres à la fois ses convictions premières et ses encouragements :

j'ai cru jusqu'ici l'attraction inexplicable par l'impulsion ; mais je n'en suis venu là que forcé et je serai fort aise de revenir d'idées que je n'ai prises que malgré moi : je crois que vous avés pris le chemin qu'il faut pour cela, ou bien qu'il n'y a point de moyens de parvenir au but.²⁶

²² L'argument est notamment présent dans le premier texte à introduire les idées de Newton à l'Académie (Pierre Louis Moreau de Maupertuis, *Discours sur les différentes figures des astres*, Paris, imprimerie royale, 1732), connaît un large écho : « Un corps n'imprime point le mouvement au corps qu'il choque ; c'est Dieu lui-même qui meut le corps choqué, ou qui a établi des loix pour la communication de ces mouvements. [...] est-il plus difficile à Dieu de faire tendre ou mouvoir l'un vers l'autre deux corps éloignés, que d'attendre, pour le mouvoir, qu'un corps ait été rencontré par un autre » (p. 17 et 18, chapitre II : « Discussion métaphysique sur l'Attraction »).

²³ Sigorgne, *Institutions newtoniennes*, 1769, p. LIV.

²⁴ Sigorgne, *Traité de l'efficace des causes secondes*, f. 158r°-v° et 162v°.

²⁵ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 25 août 1771, f. 78r°.

²⁶ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 7 décembre 1762, f. 5v°.

quoi que je croie l'attraction une force aussi mécanique que l'impulsion, je vous avoue que je verrai avec grand plaisir le cartésianisme renaître sous vos mains.²⁷

Les raisons de la conversion : l'attraction démontrée par l'impulsion

Comment Sigorgne en est-il venu à se rallier aux principes du mécanisme cartésien, alors même qu'il s'était fait connaître comme un des plus ardents et talentueux défenseurs de l'attraction newtonienne et un des plus farouches pourfendeurs des tourbillons ? Quel rôle a joué dans ce revirement sa correspondance avec Le Sage débutée en 1762 ?

Pour le comprendre, revenons à nouveau quinze ans en arrière, en 1747, l'année même où paraît la première édition des *Institutions newtoniennes*. Le Sage est alors à Paris depuis deux ans. Venu y faire des études de médecine, il s'emploie en même temps à compléter ses connaissances en mathématiques. Il est aussi et surtout taraudé par une question de physique depuis qu'il a découvert Lucrèce à l'âge de 12 ans : expliquer la chute des corps par le choc d'atomes rapides²⁸. Sa curiosité scientifique l'a poussé à assister à la séance publique de l'Académie royale des sciences du 20 avril 1746, lors de laquelle il a découvert la question mise au concours pour l'année 1748 : « Une Théorie de Saturne et de Jupiter par laquelle on puisse expliquer la cause physique des inégalités qu'on remarque dans les mouvemens de ces deux Planetes, principalement dans le temps de leur conjonction »²⁹. C'est l'occasion rêvée pour formaliser ses intuitions théoriques sur la gravité. Au tout début de l'année 1747, dans une lettre à son père, tel un Archimède des temps modernes, il s'écrie :

Eureka, eureka. Jamais je n'ai eu tant de satisfaction que dans ce moment où je viens d'expliquer rigoureusement, par les simples loix du mouvement rectiligne, celle de la gravitation universelle, qui décroît dans la même proportion que les quarrés des distances augmentent.³⁰

Il vient d'avoir la révélation de ce qu'il pense être l'explication exacte du mécanisme de la gravité. Pourtant, en dépit d'un premier mémoire envoyé à l'Académie dès 1748 (et complété par un second en 1749), Le Sage va passer le reste de son existence à raffiner sa théorie, son système comme on dit à l'époque³¹, sans jamais se résoudre à en publier une version aboutie³².

²⁷ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 5 octobre 1763, f. 20r°.

²⁸ Si l'on en croit le récit qu'il rapporte à Sigorgne, Le Sage aurait ainsi eu une intuition très précoce de son mécanisme : « je n'eus qu'à substituer des Directions en tout sens, aux Directions presque parallèles qu'Epicure donnoit à ses Atomes ; dès que j'eus appris de mon Père (qui m'expliquoit Lucrèce, aussi en 1736), que la surface de la Terre n'étoit pas plate mais ronde, de sorte que les Directions de la Pesanteur vers cette surface n'étoient pas parallèles mais concourantes » (lettre de Le Sage à Sigorgne, 4 février 1763, f. 398v°).

²⁹ *Registres Manuscrits de l'Académie des Sciences*, année 1746, p. 87.

³⁰ Lettre du 15 janvier 1747, transcrite et citée par Bernard Gagnebin, « Un maniaque de l'introspection révélé par 35 000 cartes à jouer : Georges Louis Lesage », *Mélanges d'histoire du livre et des bibliothèques offerts à Mr Frantz Calot*, Paris, Librairie d'Argences, 1960, p. 150.

³¹ Sur l'identification possible des deux termes au milieu du XVIII^e siècle, voir Jeff Loveland, « Rhetoric and natural history : Buffon in polemical and literary context », *Studies on Voltaire and the Eighteenth Century*, 2001 (3), chap. IV, « Systems and theories », p. 100-126.

³² De ce point de vue, le manuscrit inédit du *Traité* de Sigorgne constitue un des rares exposés structurés des idées de Le Sage sur son mécanisme. La seule véritable publication qui s'en rapproche est un plaidoyer pour la physique spéculative, présentant les principaux éléments de la théorie sans expliciter les démonstrations ni les calculs (Georges Louis Le Sage, « Lucrèce newtonien », *Nouveaux Mémoires de l'Académie de Berlin, année 1782, 1784*, p. 408-432). La théorie de Le Sage a cependant été éditée de façon posthume par son élève Pierre Prévost (« Physique mécanique de Georges Louis Le Sage, rédigée

Une dizaine d'années plus tard, en 1761, à la veille de son premier envoi à Sigorgne, Le Sage devient correspondant de l'Académie royale des sciences de Paris, un privilège réservé alors à une centaine de savants³³. La candidature de Le Sage a très probablement été favorisée par son entretient avec D'Alembert, avec lequel il entretient une correspondance scientifique depuis 1753 et qui lui a rendu visite à Genève en 1756. Il s'est entretemps illustré par un *Essai de chymie mécanique* primé en 1758 par l'Académie de Rouen. Sans que le titre ne le laisse deviner, le mémoire manuscrit contient une version déjà très élaborée de sa théorie de la gravitation, qu'il étend aux phénomènes d'affinités chimiques et de cohésion de la matière³⁴.

Le texte connaît un destin singulier. Après l'avoir augmenté d'un nombre considérable d'additions et de corrections, qui en doublent le volume et dans lesquelles il livre le détail de ses raisonnements et de ses calculs, Le Sage le fait imprimer à ses frais, mais il garde tous les exemplaires pour lui. Il veut en effet soumettre directement sa théorie à plusieurs savants dont il cherche l'estime et le soutien. Outre D'Alembert, ce seront notamment Lalande, Daniel Bernoulli, Euler, Boscovich, Montucla... mais aussi Sigorgne. C'est par l'intermédiaire de l'abbé de Lenglade, grand vicaire de l'archevêché de Rouen, que Le Sage lui fait passer l'*Essai de chymie mécanique*. « De grace, Monsieur, ne m'épargnez pas », implore-t-il dans la lettre qui accompagne son envoi³⁵. Ses vœux vont être comblés.

Sigorgne adresse huit longues pages d'objections à Le Sage, qui se vante dans sa réponse de les avoir « presque toutes prévenues »³⁶. Pourtant, la discussion scientifique s'installe dans la durée et, dix ans plus tard, Sigorgne exige toujours de nouvelles précisions, notamment sur l'application des principes théoriques de Le Sage aux phénomènes de cohésion. Mais c'est bien la preuve qu'il prend au sérieux l'explication physique de Le Sage, jusqu'à donc en faire l'objet d'un chapitre de son projet de *Traité*. Dès 1763, à travers un premier jeu de questions-réponses, il identifie les éléments essentiels du système élaboré par Le Sage, très coûteux en hypothèses sous-jacentes.

Sigorgne comprend d'emblée la portée cosmologique de la théorie exposée dans l'*Essai de chymie mécanique*, dont il reformule la proposition essentielle en ces termes :

dès le moment de la création il est parti de toutes parts vers tous les points de notre système des Corpuscules à différentes distances, ils arrivent partout à tous momens sans presque se confondre ou se nuire ; [...] voilà une provision de forces primordiales qui viennent à tous momens tout ranimer ici, l'idée certainement est heureuse : il ne s'agit que de l'application.³⁷

Depuis 6 080 ans, précise même Le Sage, un déluge ininterrompu de minuscules particules traverse en tous sens notre univers, univers peuplé en outre dès l'origine d'atomes dont les assemblages forment tous les corps matériels que nous connaissons. Le Sage baptise « corpuscules ultramondains »³⁸ les particules issues de l'équivalent de

d'après ses notes... », dans *Deux traités de physique mécanique*, Genève, Paschoud, 1818, p. 1-186). Sur le caractère obsessionnel et perfectionniste de Le Sage, voir Jean-François Bert, *Comment pense un savant ? Un physicien des Lumières et ses cartes à jouer*, s.l., Anamosa, 2018.

³³ Sur ce statut, voir Marie Jacob, « Les correspondants de l'Académie des sciences », Suzanne Féry (dir.), *Aventures de l'analyse de Fermat à Borel, Mélanges en l'honneur de Christian Gilain*, Nancy, Éditions universitaires de Lorraine, 2012, p. 192-215.

³⁴ Sur ce mémoire, voir John S. Rowlinson, « Le Sage's *Essai de Chymie Mécanique* », *Notes and Records of the Royal Society of London*, 57 (1), 2003, p. 35-45.

³⁵ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 518, Lettre de Le Sage à Sigorgne, 15 novembre 1762, f. 385r°.

³⁶ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 518, Lettre de Le Sage à Sigorgne, 31 décembre 1762, f. 387r°.

³⁷ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 7 décembre 1762, f. 3r°.

³⁸ Dans l'*Essai de chymie mécanique* (s.l.n.d.), Le Sage introduit l'expression en l'accompagnant d'une citation de Lucrèce : « *mænia Mundi Descendut. Vastum video per Inane geri res* » (p. 27). Extraite du livre III, v. 17-18, du *De natura rerum*, on peut la traduire par : « par-delà les murailles du monde, Dans le

ce *fiat lux*, qui est à proprement parler un *fiat gravitas*. Ces corpuscules proviennent en effet de l'extérieur de notre univers, pour ainsi dire d'outre-monde, au-dessus ou au-delà de notre monde matériel, depuis une région qui dépasse les étoiles les plus lointaines.

Voilà une première hypothèse qui peut sembler d'ores et déjà d'un coût exorbitant. Sigorgne reconnaît et souligne dès sa première lettre que le prix à payer est à la mesure de l'enjeu métaphysique consistant à se passer de l'action à distance :

pourquoi, M., ces corps projetés depuis 6 mille ans à toutes les distances imaginables et les plus reculées pour venir causer ici les effets momentanés de l'attraction ? n'est-ce pas là une dépense immense et superflue ? il faut la digérer, je le sais, si l'attraction est un monstre [...] supposons néanmoins qu'il y ait plus de simplicité et d'économie à tout réduire à une seule loi au moyen de grandes dépenses, qu'à en admettre deux qui l'exécutent à moindre frais [...].³⁹

Sigorgne met en doute au passage l'argument épistémologique de la simplicité qui justifierait le bien fondé du projet de réduire l'attraction à l'impulsion, objection que Le Sage résume en ces termes :

La Dépense de tant de matière ultramondaine pour produire ici bas la Gravitation par impulsion, & n'avoir ainsi recours qu'à une seule Loi primordiale d'Action entre les Corps ; est bien une infraction aussi considérable à la simplicité de la nature, que la supposition de deux Loix au lieu d'une.⁴⁰

Reste alors à prendre en compte le retour sur investissement, à savoir selon Sigorgne « s'assurer que les phénomènes s'en déduisent d'une manière conforme aux faits »⁴¹. Autrement dit, il s'agit de dériver de l'existence des corpuscules ultramondains la loi de la gravitation universelle posée par Newton : deux corps tendent mutuellement l'un vers l'autre en proportion de leurs masses, mais en proportion inverse du carré de la distance qui les sépare. En dernier ressort, il faudrait donc retrouver la mesure exacte de la double dépendance de l'attraction en fonction de ces deux grandeurs (masses et distance).

La décroissance d'une quantité en fonction du carré de la distance se prête à une justification géométrique élémentaire. Imaginons, dans le cas de la lumière, que le Soleil occupe le centre d'une sphère. Les rayons qu'il émet dans toutes les directions de l'espace se dispersent sur des couches successives concentriques de plus en plus grandes. Or, si on double le rayon d'une sphère, on multiplie par quatre sa surface. Autrement dit, à une distance double la densité des rayons de lumière émis par le Soleil est quatre fois moindre. Par analogie, le raisonnement s'appliquerait à la gravitation, pourvu qu'on puisse l'assimiler à un rayonnement émis depuis un centre d'attraction.

vide se meut la matière féconde » (traduction française André Lefèvre, Paris, Sandoz et Fischbacher, 1876, p. 94).

³⁹ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 7 décembre 1762, f. 3r^o-v^o. Trois ans plus tard, Sigorgne pointe encore le caractère baroque de l'hypothèse : « elle [l'hypothèse] a quelque chose d'abord qui surprend, parce que nous n'avions point vu encore fabriquer le monde par le dehors, et je crains que ce ne soit la la pierre d'achoppement contre votre système » (BGE, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 20 septembre 1765, f. 25r^o).

⁴⁰ BGE, Ms Suppl 518, Lettre de Le Sage à Sigorgne, 31 décembre 1762, f. 390r^o. Sigorgne se fait l'écho de l'argument tout au long de la décennie : « M. Turgot m'a dit un mot sur votre système. il le trouve ingénieux ; mais il trouve l'attraction plus simple. deux loix emportent moins de dépense qu'une loi seule avec beaucoup plus de mouvements et d'instrumens » (lettre de Sigorgne à Le Sage, 29 juin 1766, f. 31r^o) ; « Si par elle [l'attraction] on multiplie les Loix, cela n'ôte rien à sa simplicité. Deux Loix emportent moins de frais & de dépense qu'une seule Loi, avec beaucoup plus d'organes, d'instrumens et de mouvemens » (Sigorgne, *Institutions newtoniennes*, 1769, p. LIV).

⁴¹ BGE, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 7 décembre 1762, f. 3v^o.

Cette démonstration *a priori* de la valeur de la décroissance de l'attraction est assez répandue à l'époque. Le Sage l'a très certainement rencontrée dans la première édition des *Leçons élémentaires d'astronomie* de Lacaille, découvertes alors qu'il étudiait à Paris, quelques semaines avant son premier « Eureka »⁴². L'explication figure aussi dans la première édition des *Institutions newtoniennes*. Sigorgne la cite, dit-il, d'après ce qu'en rapportent les ouvrages anglais de Keill et de Grégori, mais il en conteste la portée. Le raisonnement semble en effet incompatible avec une attraction en proportion des masses :

Car dans cette hypothèse les rayons d'activité [de l'attraction] pris dans une même couche seroient tous à une même distance les uns des autres, & leur nombre seroit déterminé : d'où il suit que leur effort seroit constant, quelque fut la masse renfermée dans cet espace ; les vitesses accélératrices seroient donc en raison inverse des masses attirées, & les poids loin d'être comme les masses, seroient donc en raison d'égalité.⁴³

Autrement dit, à une distance donnée et pour un volume de matière donné, l'intensité de la force d'attraction devrait être la même quelle que soit la masse remplie sous ce volume⁴⁴. Pour Sigorgne, la faillite de cette démonstration est aussi celle de l'épistémologie qui lui est sous-jacente :

Ce qui montre bien clairement qu'on s'égarera toujours, lorsque pour fixer les premières loix de la nature on s'abandonnera au simple raisonnement ; la raison seule n'a point de prise sur les vérités contingentes.⁴⁵

De ce point de vue, Sigorgne suit la *doxa* newtonienne : la loi de l'attraction est une vérité de fait, laissée au libre-arbitre divin, et que seules les observations et les expériences peuvent attester.

De son côté, Le Sage modifie très substantiellement la démonstration *a priori* de la décroissance inversement proportionnelle au carré de la distance⁴⁶. Plutôt que de raisonner sur des rayons divergents émis depuis les seuls centres d'attractions, il considère une répartition uniforme des corpuscules ultramondains dans tout l'univers. Dans ce schéma, tout point de l'espace doit être considéré comme le centre de convergence d'un nombre égal de trajectoires de corpuscules ultramondains lancés depuis la gigantesque sphère qui englobe notre monde :

Chaque Point Physique de ce Monde visible, occupe sensiblement le Centre de cette Immense Sphère Ultramondaine de Corpuscules : De sorte que, les Corpuscules qui traversent ce Point en divers sens, sont sensiblement aussi nombreux les uns que les autres.⁴⁷

Si l'on place un corps en ce point, la Lune par exemple, comme les corpuscules ultramondains la bombardent uniformément de toutes part leurs poussées devraient

⁴² Nicolas Lacaille, *Leçons élémentaires d'astronomie géométrique et physique*, Paris, Guérin, 1746. La démonstration géométrique de la décroissance de l'attraction en fonction inverse du carré de la distance figure p. 345-346, juste avant la conclusion en forme d'envoi qui aurait inspiré à Le Sage son programme de recherche : « 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 » (p. 348, souligné dans le texte).

⁴³ Sigorgne, *Institutions newtoniennes*, 1747, vol 1, p. 90. Peut-être est-ce la raison pour laquelle la démonstration a disparu de la seconde édition des *Leçons élémentaires d'astronomie* de Lacaille en 1755.

⁴⁴ Ce résultat est une traduction de la seconde loi de Newton, selon laquelle $F = m \times a$. Or, dans ce raisonnement géométrique, la force d'attraction F à une distance donnée et pour un volume de matière donné prend elle aussi une valeur donnée, que l'on peut noter g , et donc $a = g / m$.

⁴⁵ Sigorgne, *Institutions newtoniennes*, 1747, vol 1, p. 90-91.

⁴⁶ Le Sage l'expose dans l'*Essai de chymie mécanique*, p. 28.

⁴⁷ Le Sage, *Essai de chymie mécanique*, p. 27-28. La proposition constitue un authentique principe cosmologique avant la lettre, puisque de ce point de vue tous les points de l'espace sont équivalents.

alors s'équilibrer. Mais ce serait sans compter avec la présence d'un autre corps, la Terre, qui intercepte une fraction des corpuscules ultramondains. Or, en suivant un raisonnement géométrique équivalent à celui évoqué plus haut, Le Sage démontre que la valeur de cette fraction interceptée décroît selon le carré de la distance qui sépare la Terre de la Lune. Le phénomène est bien entendu réciproque : la Lune, elle aussi, intercepte une fraction des corpuscules ultramondains qui auraient dû atteindre la Terre⁴⁸.

La démonstration fait l'objet d'une discussion. Dans un premier temps, Sigorgne se laisse abuser par l'analogie entre lumière et gravitation. Tout se passerait comme si, selon lui, les corpuscules ultramondains se comportaient vis-à-vis du centre d'attraction comme les rayons de lumière vis-à-vis d'un centre émetteur :

prenons sur telle surface spherique à une distance déterminée du point central, une portion de zone d'une ligne en quarré, et plaçons y un grain de matière d'une ligne en tous sens, et dont une des faces cubes soit aussi d'une ligne en quarré, il y aura là un nombre de filets gravifiques en raison inverse du quarré de la distance au centre où vont les corpuscules, et l'impression sur le grain suivra ce rapport, cela va bien.⁴⁹

Mais, alors, le même argument que celui exposé dans les *Institutions newtoniennes* conduit Sigorgne à pointer que dans ce cas « la pesanteur ne sera plus proportionnelle à la quantité de matière ». Sigorgne ajoute une autre difficulté, qui dénote la même confusion entre lumière et gravitation. Il assimile, à tort, l'interception des corpuscules ultramondains par un corps matériel à l'éclipse que ce même corps provoquerait par son interposition dans le flot de lumière émis par un astre. Il n'envisage ainsi une action gravitationnelle des corpuscules ultramondains qu'à l'intérieur des cônes d'ombre projetés par chacun des corps en vis-à-vis, ce qui réduirait drastiquement la portée de cette action :

il est d'ailleurs Evident que si un grain de matière ne met pas l'autre à couvert, ils seront chacun Egalement poussés de toutes parts, et demeureront en repos au lieu où ils sont placés sans donner aucun signe de pesanteur ou d'attraction : or si ces grains ou particules ne sont pas infiniment proches l'une de l'autre, l'un ne pourra pas mettre l'autre à couvert, puisque l'ombre d'un corpuscule ou grain si petit ne peut etre qu'infiniment courte.⁵⁰

Dans sa réponse, Le Sage le détrompe sur les deux points, en lui rappelant que dans son système les corpuscules ultramondains proviennent de la voûte céleste, c'est-à-dire depuis la sphère ultramondaine englobant notre univers matériel, dont tous les points sont traversés par un nombre égal de corpuscules dans toutes les directions de l'espace. L'effet d'écran responsable de l'action gravitationnelle des corpuscules ultramondains ne s'apparente dès lors à une éclipse que dans la mesure où l'analogie porte sur un effet de pénombre :

c'est seulement à un corps Lucide, qui tapisseroit ainsi toute la surface interne d'une Sphère creuse ; qu'il est permis de comparer le Ciel ultramondain, d'où viennent les Corpuscules gravifiques. Donc ce n'est pas à une Ombre (qui effectivement se retrecit en s'éloignant du Corps Opaque), mais à une Penombre (qui s'elargit, en s'éloignant) ; qu'il faut comparer l'Espace soumis à la Gravitation duë aux Corpuscules ultramondains.⁵¹

Dans la lettre qu'il adresse le 14 janvier 1763 à Le Sage, Sigorgne dit comprendre l'argument de la pénombre, mais il ne s'estime pour autant pas entièrement satisfait :

⁴⁸ Dit en termes modernes, Terre et Lune occultent un flux **isotrope** de corpuscules ultramondains en proportion de leur angle solide respectif.

⁴⁹ BGE, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 7 décembre 1762, f. 3v°.

⁵⁰ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 7 décembre 1762, f. 4v°.

⁵¹ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 518, Lettre de Le Sage à Sigorgne, 31 décembre 1762, f. 391r°.

quant au rapport inverse des distances doublées, il faut, je pense, un peu plus de détail que vous n'en avez mis dans votre Mémoire. [...] je comprends comment elles [les molécules] pesent les unes sur les autres et vers tout autre molécule étrangère en raison inverse des carrés de leurs Eloignemens. il y a cependant la dessus une difficulté qu'il importe d'Eclaircir pour une plus grande intelligence de la chose.⁵²

La difficulté tient à la parfaite uniformité de la distribution spatiale des corpuscules ultramondains dans notre univers matériel. Pour la garantir, Le Sage postule, comme nous l'avons vu plus haut, que la sphère ultramondaine est suffisamment immense pour que tous les points de notre univers matériel puissent être confondus avec son centre et recevoir ainsi la même quantité de corpuscules ultramondains. Sigorgne offre à Le Sage une autre justification de son crû à l'isotropie des corpuscules ultramondains. Il propose de faire rayonner chaque point de la surface concave de la sphère ultramondaine non pas seulement vers son centre, mais dans toutes les directions de l'espace intérieur qu'elle englobe :

chaque point physique d'une sphère ultramondaine a donc été dans l'origine un petit soleil Ephémère qui a lancé ses rayons vers tous les autres points physiques de la même sphère, et par conséquent selon toutes les lignes, cordes et rayons, qu'on peut mener d'un point de la sphère vers tous les autres points de sa surface concave.⁵³

La totalité de l'espace « intramondain » (celui qu'occupe notre univers matériel) se trouve ainsi strié en tous sens de corpuscules ultramondains dont l'occultation par deux molécules en vis-à-vis, montre Sigorgne par un raisonnement géométrique, est alors exactement « en raison inverse du carré de la distance, comme l'exige la théorie de Neuton »⁵⁴. Le Sage souscrit à la démonstration dans sa réponse datée du 4 février : « Peut-être lui aurois-je donné une tournure un peu différente, mais très certainement elle n'auroit pas mieux valu que la vôtre »⁵⁵. Démonstration est faite surtout que Sigorgne s'est pleinement approprié la vision cosmologique de Le Sage, jusqu'à lui écrire : « vous avés, monsieur, porté la lumière dans mon esprit, je crois votre système au-dessus de toute atteinte, et je ne vois rien dans la théorie newtonienne qui ne s'explique par lui »⁵⁶.

L'enthousiasme vient peut-être aussi d'une réminiscence. Sigorgne retrouve en effet dans le système de Le Sage les éléments d'une théorie qu'il avait lui-même envisagée vingt ans auparavant et qui ne semble avoir rien à envier au caractère hautement spéculatif des corpuscules ultramondains et de leur origine :

Dès 1742 j'avois dicté cette théorie à mes Ecoliers sur la manière dont les corpuscules tombent sur chaque molécule, mais je l'avois abandonnée, parce que je parlois d'un principe qui est vrai dans votre système, et qui n'etoit qu'une supposition insoutenable dans le mien. je regardois chaque point de l'espace habité comme un petit soleil rayonnant dans tous les sens ; j'en expliquois la durée, par sa parfaite solidité et par la ténuité des corpuscules qu'il envoyoit, comme les newtoniens font par rapport à l'astre qui nous éclaire. mais ce point qui se trouve vrai par le moyen de vos corpuscules extramondains, me parut dans mon système une absurdité, et n'ayant point compris alors comment la pesanteur pouvoit suivre la raison des masses, j'abandonnai totalement ce point de vuë.⁵⁷

⁵² Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 14 janvier 1763, f. 8r^o-v^o.

⁵³ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 14 janvier 1763, f. 9r^o.

⁵⁴ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 14 janvier 1763, f. 9v^o.

⁵⁵ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 518, Lettre de Le Sage à Sigorgne, 4 février 1763, f. 398r^o.

⁵⁶ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 14 janvier 1763, f. 10r^o.

⁵⁷ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 14 janvier 1763, f. 10r^o. Dans sa première lettre à Le Sage, Sigorgne évoque la même idée dans des termes plus hésitants : « je me trouvai arrêté tout Court, faute d'avoir pénétré aussi loin que vous. ces torrents de matière, se croisant en tous sens, composés de filets très minces, très peu distans les uns des autres, contenant très peu de matière sous une Enorme rapidité, je ne savois d'où les faire venir, ou les faire aller, et surtout croyant avoir

Pour en arriver au ralliement de Sigorgne au système de Le Sage, il a donc fallu qu'il soit aussi convaincu que l'attraction mutuelle en proportion des masses trouve une explication par les corpuscules ultramondains. Sigorgne soulève à ce propos tout une autre série de difficultés, que Le Sage résout dans le cadre d'une conception atomiste de la matière.

En effet, si les corpuscules ultramondains ne frappaient que la surface des corps, la poussée résultante serait proportionnelle à cette surface. Or, comme la masse est par définition proportionnelle au volume, le poids doit suivre la même proportion⁵⁸. Dès lors, Le Sage postule que les corpuscules ultramondains pénètrent entièrement l'intérieur des corps, autrement dit que les atomes qui les constituent n'interceptent qu'une fraction de corpuscules ultramondains : la matière est poreuse, comme on dit à l'époque, et suffisamment pour que des corpuscules ultramondains s'insinuent jusqu'aux couches les plus profondes des plus gros corps, comme les planètes, pour en frapper le moindre atome.

La proportionnalité du poids à la masse a donc elle aussi un prix : la matière doit être constituée d'atomes séparés par de très vastes espaces vides. Là encore, une discussion très technique s'engage sur ce point entre les deux correspondants. Pour Le Sage, comme pour Sigorgne qui l'interroge, la géométrie et le calcul doivent permettre de spécifier la structure microscopique de la matière. Après un échange nourri à ce propos, Sigorgne reconnaît que Le Sage est en mesure de fournir un arrangement des « molécules »⁵⁹ constitutives des corps tel qu'il puisse toujours laisser un libre passage à une large portion des corpuscules ultramondains, tout en gardant l'effet gravitationnel engendré par ceux qu'elles interceptent :

chacune de ces molécules peut tellement être arrangée dans chaque mixte, qu'aucune n'en mette une autre à couvert par rapport à la molécule Etrangère attirante, soit en tout, soit en partie considérable relativement au volume de chaque molécule ; de manière qu'un œil perçant placé sur cette molécule attirante et éloignée, pourroit voir toutes les premières molécules du Corps attiré, sans que l'une puisse lui en cacher une autre, totalement ou en partie appréciable et sensible : je comprends encore que dans le mixte même, chaque molécule mettra toutes les autres à couvert, et en sera converse selon toutes directions, sans qu'aucune en mette d'autres à couvert par rapport à Elle ; ce qui produira deux Effets : et la pesanteur en raison des masses quam proximè vers une molécule étrangère éloignée ; et la pesanteur de toutes les parties d'un mixte vers toutes les autres parties qui le composent, et réciproquement. Je crois cela démontrable et démontré.⁶⁰

Une condition expresse s'impose toutefois : à l'échelle la plus élémentaire qui soit, celle des plus petites particules existantes, c'est-à-dire encore celle des atomes au sens strict, les constituants ultimes de la matière sont tous identiques et surtout parfaitement symétriques. C'est ce sur quoi les deux hommes tombent d'accord, et ce afin de préserver la parfaite égalité et la parfaite uniformité de l'action gravitationnelle des corpuscules ultramondains sur les atomes (quel que soit par ailleurs l'arrangement de ces atomes au sein des corps mixtes évoqués dans la citation précédente) :

besoin de les faire revenir, pour ne pas les voir se perdre bientôt dans l'immensité de l'Espace, je ne savais comment m'y prendre » (BGE, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 7 décembre 1762, f. 3r°).

⁵⁸ L'argument est répété *ad nauseam* par tous les contempteurs de tourbillons au milieu du XVIII^e siècle. Voici la version qu'en donne D'Alembert : « l'impulsion est **toûjours** proportionnelle à la surface des corps, au lieu que la gravité agit sur les parties solides & intérieures, & est **toûjours** proportionnelle à la masse, & par conséquent doit être l'effet d'une cause qui pénètre toute leur substance » (ATTRACTION, *Encyclopédie*, vol. 1, 1751, p. 847a).

⁵⁹ La terminologie est **fluctuante** à l'époque pour désigner les constituants les plus élémentaires de la matière. Sigorgne emploie le terme de « molécule », Le Sage préfère celui de « particule ». Sur la notion de « molécule » au XVIII^e siècle, voir Henk Kubinga, *Histoire du concept de « molécule »*, Springer Verlag, 2000, vol. 2, p. 439-496.

⁶⁰ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 14 janvier 1763, f. 8r°.

J'admets le besoin de cette identité de Densité, quant aux Particules ; & je suppose la réalité de cette identité.⁶¹

Je comprends d'abord que la pesanteur sera proportionnelle aux masses du moins quam proximè, lorsqu'il sera libre de supposer les premiers Elemens de la matiere Egaux en masse, en volume, en densité, en figures, avec toutes leurs faces égales, et pour le plus sur, rondes et sphériques.⁶²

On aura peut-être remarqué dans ces derniers extraits l'expression « *quam proximè* », employée par Sigorgne, et que l'on pourrait traduire par « au plus près ». Son équivalent sous la plume de Le Sage serait le mot « sensiblement ». Dans le modèle des corpuscules ultramondains, la gravitation serait donc « au plus près » ou « sensiblement » proportionnelle aux masses. Qu'est-ce à dire ?

Si l'on suit le raisonnement précédent, la quantité de corpuscules ultramondains qui pénètrent un corps décroît nécessairement au fur et à mesure que l'on s'enfonce à l'intérieur de ce corps. Chacune des couches d'atomes successives qui le constituent arrête en effet une fraction des corpuscules ultramondains, ceux exerçant ainsi une action gravitationnelle sur chacun de ces atomes. Autrement dit, les atomes situés au centre d'un corps sont exposés à un nombre moindre de corpuscules ultramondains que les atomes situés à sa surface, si bien que le nombre de corpuscules qu'ils interceptent s'en trouve lui aussi réduit. Il faut en conclure que le poids d'un atome à l'intérieur d'un corps est inférieur à celui d'un atome situé à sa surface : « la pesanteur en raison des masses » n'est donc, en toute rigueur, pas exacte.

De fait, Le Sage prend en compte dans ses calculs le déficit progressif des corpuscules ultramondains qui pénètrent les corps, mais c'est pour le réduire à quantité négligeable. Il rend ainsi le nombre de corpuscules ultramondains interceptés si petit, en comparaison de leur population totale, que la précision des observations ne permet pas de déceler d'écart, par exemple, entre la force de gravitation que le Soleil exerce sur Jupiter d'une part, et celle qu'il exerce sur ses satellites d'autre part⁶³. Le Sage est plus catégorique encore. Il ne croit pas qu'il soit jamais possible de mesurer avec une exactitude suffisante de tels écarts :

il n'est, & ne peut pas être prouvé par aucun *Fait*, que la Gravitation soit *précisément* proportionnelle aux Masses. Eh ! comment un *Fait*, pourroit-il prouver, que deux choses sont *précisément* proportionnelles à deux autres ? Puisque nos Sens, aidés des meilleurs Instrumens, ne peuvent pas même apercevoir en aucune manière, si deux choses sont égales, à *une millionième près* ; comme le feroit voir aisément, une Enumération de tous les objets sur lesquels peuvent porter nos Observations & nos Expériences.⁶⁴

La loi de la gravitation universelle apparaît n'être dès lors qu'une formule approchée. C'est un nouveau coût à payer pour admettre l'explication de Le Sage, un coût épistémologique cette fois-ci. Les coûts précédents engageaient l'existence d'entités invisibles constituant notre univers et son au-delà (les atomes et les corpuscules ultramondains). Ce nouveau coût entame notre confiance dans la capacité des mathématiques à décrire le monde. Pour Le Sage, la loi newtonienne de l'attraction est une pure formule mathématique. Elle manque et pour ainsi dire gomme les détails fins

⁶¹ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 518, Lettre de Le Sage à Sigorgne, 31 décembre 1762, f. 389v°.

⁶² Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 14 janvier 1763, f. 8r°.

⁶³ Le Sage précise que la gravitation de Jupiter et de ses satellites est proportionnelle à leurs masses au millième près, « Conformément à la VI^me Proposition du 3^me Livre des Principes de Newton » (BGE, Ms Suppl 518, Lettre de Le Sage à Sigorgne, 31 décembre 1762, f. 392r°).

⁶⁴ Le Sage, *Essai de chymie mécanique*, p. 73.

de la réalité physique. Elle n'a d'autre vertu que de constituer une expression approchée des mécanismes profonds capables d'expliquer la gravitation⁶⁵.

D'autres difficultés trouvent une réponse par le même argument, par exemple dans la discussion sur la valeur constante de l'accélération de la pesanteur, pour laquelle Sigorgne reconnaît :

il est de plus certain que dans l'accélération des graves la loy de galilée est à peu près observée : quam proximè [...] donc le fluide doit avoir une vitesse extrême pour agir également sur un corps en mouvement et sur un corps en repos, du moins d'une Egalité sensible et approchée.⁶⁶

Pour qu'il en aille bien ainsi, Le Sage procède au réglage fin de la masse et de la vitesse des corpuscules ultramondains qui frappent les atomes :

Si la Masse frapante est assés petite, pour être censée avoir communiqué à la Masse frappée, sensiblement tout son mouvement respectif (car, ce qui lui en reste, [/] est à ce qu'elle en donne, en raison de leurs masses) : Et si sa vitesse respective, est assés superieure aux vitesses que possède déjà le corps frappé ; pour que celles-ci, puissent être sensiblement nulles à son egard : Les Impulsions Acceleratrices, seront sensiblement egales : Et le Corps frappé, observera sensiblement les Loix de l'Acceleration uniforme.⁶⁷

Pour résumer le point de vue de Le Sage, comme les expressions mathématiques ne peuvent être vérifiées au-delà de la limite de résolution des observations, elles doivent perdre toute prétention à décrire exactement et donc à rendre compte de la nature réelle des phénomènes physiques.

Une théorie en sursis

L'intérêt de Sigorgne pour le système des corpuscules ultramondains a été immédiat et toujours plus franc au fil de ses lettres. Une véritable intimité intellectuelle s'est bel et bien instaurée entre les deux correspondants. Le Sage se confie ainsi très librement sur les émotions qui l'ont agité lors de ses moments de révélation :

Je sentis donc avec transport, que je tenais le fil d'Ariane : Un nouvel ordre de choses, s'offrit tout à coup à mes avides regards : Je vis tumultueusement se produire sous mes yeux, tous les Phenomenes generaux, qui avoient echapé jusqu'alors à mes recherches les

⁶⁵ L'opinion est assez largement partagée parmi les physiciens restés fidèles au programme cartésien dans la première moitié du XVIII^e siècle. Voir à ce propos Yves Gingras, « Mathématisation et exclusion : socio-analyse de la formation des cités savantes », dans J.-J. Wunenberger (dir.), *Bachelard et l'épistémologie française*, Paris, 2003, p. 115-150, qui défend la thèse d'une résistance à la mathématisation chez les savants cartésiens à l'origine de leur marginalisation. [Pour une analyse philosophique des liens polémiques qu'entretiennent, chez les newtoniens, dénonciation de l'« esprit de système » et mathématisation au milieu du XVIII^e siècle, voir Angela Ferrero, « Critique des systèmes et antimathématisation au XVIII^e siècle », *Dialogue*, vol. 57, 2018, p. 813-832.](#)

⁶⁶ BGE, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 7 décembre 1762, f. 5r^o.

⁶⁷ BGE, Ms Suppl 518, Lettre de Le Sage à Sigorgne, 31 décembre 1762, f. 392r^o [/] et f. 394v^o[?]. Dans *l'Essai de chymie mécanique*, Le Sage consacre de longs développements aux lois du choc qui justifient, par le calcul, la transmission du mouvement des corpuscules ultramondains au corps qu'ils frappent. Pour les valeurs par défaut ou par excès que Le Sage donne aux différents paramètres de sa théorie (tailles, vitesses et masses relatives des atomes et des corpuscules ultramondains, distance interatomique, densité de population des corpuscules ultramondains), voir Prévost, « Physique mécanique de Georges Louis Le Sage ». Sur l'usage systématique des approximations dans la théorie de Le Sage, voir Hugues Chabot, « Nombre et approximations dans la théorie de la gravitation de Lesage », *Sciences et Techniques en perspective*, 2^e série, vol. 8, n^o1, 2004, p. 179-198.

plus opiniâtres. Et peu s'en fallut, que je ne courusse tout nu chés mes amis en criant eureka eureka.⁶⁸

La réponse que lui fait Sigorgne est tout aussi familière. Il moque la procrastination de Le Sage, qui diffère en permanence la publication de son système :

je suis quelquefois tenté de regretter que vous n'aïés pas renouvelé dans Genève le Spectacle d'Archimède dans Syracuse ; vous eussiez pris là un Engagement avec le public de lui communiquer incessamment votre découverte.⁶⁹

Pourtant, Sigorgne contribue lui-même à alimenter les scrupules théoriques de Le Sage. Il se déclarera ainsi toujours insatisfait de l'explication de la cohésion par les corpuscules ultramondains. Avec la gravitation, elle relèverait en effet du même phénomène général, au dire même de Le Sage dès l'entrée en matière de son *Essai de chymie mécanique* :

PHENOMENE. La plupart des Corps connus ; tendent à se joindre les uns aux autres, lorsqu'ils ne se touchent pas ; et résistent à leur séparation, lorsqu'ils se touchent. [...] Ce Fait, se nomme *Attraction* en général : Mais il prend le nom de *Gravitation* en particulier, quand les Corps sont fort éloignés ; & celui de *Cohésion*, quand ils se touchent immédiatement.⁷⁰

Les deux hommes ne parviendront jamais à se mettre d'accord sur le mécanisme de la cohésion, explication à laquelle Sigorgne conditionne son soutien encore en 1771 :

quoique votre théorie soit très belle indépendamment de la cohésion, et qu'elle nous apprenne la possibilité d'une chose que nous croyions impossible, cependant il faut voir du moins en gros et en général que la cohésion peut en dériver. car s'il faut encore des attractions, je vous avoué que je m'en tiens tout simplement à Newton. il n'est donc pas étonnant que je fasse dépendre de la cohésion mon entier assentiment à votre théorie.⁷¹

Dès 1765 cependant, Sigorgne accorde à Le Sage d'avoir réalisé le tour de force d'expliquer Newton par Descartes, au moins dans le cas de la gravitation, et quoi qu'en pensent les esprits effarouchés par le grandiose de sa vision cosmologique :

cependant qu'on rie ou non de vos torrens, ils sont possibles et tout au moins il en résulte que voilà une façon d'expliquer l'attraction par l'impulsion.⁷²

Hugues Chabot

⁶⁸ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 518, Lettre de Le Sage à Sigorgne, 7 février 1763, f. 397r°. Dans la chronologie précise que Le Sage semble tenir de ses lectures et découvertes, il date du 1^{er} décembre 1759 ce nouveau moment d'épiphanie, lié à l'explication des propriétés des fluides élastiques au moyen des corpuscules ultramondains.

⁶⁹ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 19 février 1763, f. 16r°.

⁷⁰ Le Sage, *Essai de chymie mécanique*, p. 1.

⁷¹ Bibliothèque de Genève, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 25 août 1771, f. 78v°. Sigorgne y ajoute même l'explication des propriétés des fluides élastiques : « tout le monde désespère aujourd'hui d'expliquer physiquement la pesanteur, il ne s'agit donc que de faire voir que la votre est bonne, d'y joindre ce que vous avez imaginé pour expliquer le ressort et la cohésion, et voilà une physique complète, qui se recommande assés d'Elle même » (BGE, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 7 juillet 1765, f. 24r°).

⁷² BGE, Ms Suppl 515, Lettre de Sigorgne à Le Sage, 20 septembre 1765, f. 25v°.

Dates de ma Correspondance avec M^r SIGORGNE.

<u>Lettres de M^r Sigorgne.</u>			<u>Les miennes.</u>	
Dates d'Envoi.	Dates de Reception.	Pesanteur ou non.	Dates.	Pesanteur ou non. Longueur, copie, &c.
1762. 7 ^{me} Decembre.	1762. 11 ^{me} Decembre.	Beaucoup	1762. 31 ^{me} Decembre	NB. L'Envoi de mon Memoire est du 15 ^{me} 9 ^{bre} Beaucoup.
1763. 14 ^{me} Janvier. Sans Date. Sans Date. 13 ^{me} Avril. 5 ^{me} Octobre. 16 ^e Octobre.	1763. 17 ^{me} Janvier. 29 ^{me} Janvier. 19 ^{me} Fevrier. 16 ^{me} Avril. 8 ^{me} Octobre. 18 ^{me} Octobre.	Beaucoup Rien. Voute embrassée & [?] 3 lignes metaphysiques Rien Rien	1763. 4 ^{me} Fevrier. 7 ^{me} Fevrier. 5 ^{me} Mars. 6 ^{me} Avril. 10 ^{me} Octobre. 12 ^{me} Octobre. 14 ^{me} Octobre	Beaucoup. Derniers mots. Un peu de Metaphysique. ----- Je n'en trouve point de brouillard. ----- Sans brouillard. ----- Sans brouillard. Rien.
1764. 7 ^{me} Juillet.	1764. 10 ^{me} Juillet.	Ma Loi [?], Tourbillons.	1764. 29 ^{me} Juin.	2 ^{de} annonce de l'Histoire.
1765. 20 ^{me} 7 ^{bre} 22 ^{me} 9 ^{bre}	1765. 23 ^{me} Septembre. 25 ^{me} Novembre.	2 ^{de} Ed. des Inst. où il me nomme. Offre d'ecrire à M ^r Turgot & un Prof. Il a ecrit à un Prof. de P.	1765. 7 ^{me} Septembre. 25 ^{me} Septembre.	----- Je n'en trouve point de Brouillard. ----- Je n'en trouve point de Brouillard.
1766. 13 ^{me} Mai. 2 29 ^{me} Juin. 25 ^{me} Juillet. 10 ^e Aoust. 7 ^{me} Octobre. 29 ^e Octobre.	1766. 17 ^{me} Mai. 2. 1 ^{er} Juillet. 28 ^{me} Juillet. 12 ^{me} Aoust. 11 ^{me} Octobre. 1 ^{er} Novembre.	Rien, rien. 2 ^{de} [?] sur Inst. newt. Turgot prefere 2 Loix. [?] revolution Rien. Un peu de repetitions Rien.	1766. 5 ^{me} Mai. 18 ^{me} Mai. 5 ^{me} Juillet. 4 ^{me} Aoust. 22 ^{me} Aoust. 24 ^{me} Septembre. 18 ^{me} Octobre.	Rien ----- Je ne trouve point de Brouillard. ----- Je ne trouve point de Brouillard. Digression à la fin du n° 4. Rien. Rien. Un peu, sçavoir repetitions.
1767.	1767.		1767.	
1768. 30 ^{me} 9 ^{bre}	1768. 5 ^{me} Decembre.	Changement sur Institutions & sur Professeur de Paris.	1768. 22 ^{me} Octobre.	----- Je ne trouve aucun Brouillard.
1769. 20 ^{me} Mars. 12 ^{me} Juillet. 22 ^{me} Juillet. 8 ^{me} Aoust. 9 ^e Aoust. 16 ^{me} Aoust. 18 ^{me} Aoust. 20 ^{me} Aoust. 23 ^{me} Aoust. 24 ^e Septembre. 19 ^e Novembre.	1769. 25 ^{me} Mars. 15 ^{me} Juillet. 25 ^{me} Juillet. 12 ^{me} Aoust. 2. 19 ^{me} Aoust. 21 ^{me} Aoust. 22 ^{me} Aoust. Paquet. 26 ^{me} Aoust. 26 ^{me} Septembre. 21 ^{me} Novembre.	Rien. Rien. Il dit ignorer que ma loi complexe soit de moi. Rien. Rien. Rien. Sur ma loi complexe ; sur la Cohesion par Attraction ; son silence dans [?] les Instit. Rien. Rien. Cohesion par Attraction [?] avec Boscovich, qui trouve mes Corpusc.	1769. 4 ^{me} Fevrier. 18 ^{me} Mars. 19 ^{me} Juin. 17 ^{me} Juillet. 22 ^{me} Juillet. 12 ^{me} Aoust. 14 ^{me} Aoust. 23 ^{me} Aoust. 26 ^{me} Aoust. 30 ^{me} Septembre. 8 ^{me} Novembre.	----- Je ne trouve aucun Brouillard. ----- Je ne trouve aucun Brouill. Rien Sans Brouillard. Mais, il m'a renvoyé cette Lettre même ----- Sans Brouillard. 7 pages. ----- Sans Brouillard. Billet. ----- Sans Brouillard. Billet. ----- Je ne trouve aucun Brouillard ----- Sans Brouillard. Quelques

17 ^e Decembre.	19 ^{me} Decembre.	peu naturels Idem.	25 ^{me} Decembre.	----- Sans Brouillard ----- Sans Brouillard Cohesion par Attraction ----- Sans Brouillard.	lignes.
---------------------------	----------------------------	-----------------------	-------------------------------	---	---------

Cote : Ms. fr. 2066, folio 107v^o

<u>Lettres de M^r Sigorgne.</u>			<u>Les miennes.</u>		
Envoi.	Reception.	Pesanteur ou non.	Dates.	Pesanteur ou non. Longueur, Brouillard.	
1770.	1770.		1770.		
17 ^{me} Fevrier.	20 ^{me} Fevrier.	Contre l'Hist. de la Pesanteur	24 ^{me} Fevrier.	Don de mon Ouvrage. Euler. Dependances de mon Systeme. Abauzit contre D. Bernoulli. 7 pages sans Brouillard.	
9 ^{me} Mars.	12 ^{me} Mars.	Professeur. Resistance des Corpuse.	16 ^{me} Mars.	Resistance des Corpuscules.	
14 ^e Mars.	17 ^{me} Mars.	Idem, mieux. Silence de Newton sur l'Opinion de Fatio.	23 ^{me} Mars.	Idem. Et Opinion de NEWTON	
Sans date.	26 ^{me} Mars.	Approuve enfin ma lenteur. N'auroit point vû mon système dans les Lettres de Fatio. Euler. Resistance des Corpuscules.	6 ^{me} Avril.	----- Je ne trouve aucun Brou	
11 ^{me} Avril.	14 ^{me} Avril.	Objections d'un Professeur.			
21 ^e Juin. ...	25 ^{me} Juin. P.	Avis des Theses.	1 ^{er} Juillet. ... 4 ^{me} Juillet. P.	Projet de Plaintes. Plaintes, en partie supprimées.	
9 ^{me} Juillet.	14 ^{me} Juillet. P.	Justifications. Objections du Prof. de P.	20 ^{me} Juillet. P. 22 ^{me} Aoust. P.	Solution. &c. Conjectures sur son Silence.	
1 ^{er} Septembre. 11 ^{me} Novembre.	8 ^{me} Septembre. P. 14 ^{me} Novembre.	Explications. Rien.			
1771.	1771.		1771. 11 ^{me} Mars.	Un mot sur l'effet de ses Theses.	
20 ^{me} Mars.	23 ^{me} Mars.	Il dit avoir fait connoitre à Paris ma Proprieté.	24 ^{me} Avril. 16 ^{me} Aoust. 21 ^{me} Septembre.	Beaucoup sur la Cohésion. Un peu sur la Cohésion. Tribunal des Metaphysiciens. Plan de Defense. D'al. sur la Cohésion.	
25 ^{me} Aoust.	28 ^{me} Aoust.	Rien.			
12 ^{me} Novembre.	16 ^{me} Novembre.	Rien.			
1772.	1772.		1772. 11 ^{me} Mai. 22 ^{me} Mai.	Rien. Plan de mes Recherches sur la Pesanteur.	
15 ^{me} Mai.	18 ^{me} Mai.	Rien.			