MALEBRANCHE

MATHÉMATIQUES ET PHILOSOPHIE

Claire Schwartz

Contenu de ce document :
Chapitre 5. Mathématiques et réforme de la physique
ISBN : 979-10-231-3668-5

SORBONNE UNIVERSITÉ PRESSES

PHILOSOPHIES

Héritier de Descartes, Malebranche fut comme son aîné tout à la fois philosophe, métaphysicien et homme de sciences. La postérité n'a pourtant guère retenu son intérêt manifeste pour les sciences exactes, qui irrigue de multiples aspects de sa pensée, de sa conception de la méthode et de la vérité à celle de l'infini et du divin. En apparence, son rapport aux mathématiques a certes quelque chose d'énigmatique : initié dans un contexte cartésien hostile à certaines méthodes jugées inintelligibles, il semble ensuite les embrasser en adhérant au calcul infinitésimal, se faisant même l'agent de diffusion en France de ces nouvelles mathématiques. Derrière ce cheminement en apparence sinueux, une véritable continuité nous apparaît clairement. Ce n'est qu'en faisant entrer cette pratique mathématique en résonance avec la constitution de certaines de ses thèses métaphysiques que l'une et l'autre en viennent à s'éclairer mutuellement. Sous cette perspective, l'adoption malebranchiste de nouveaux calculs et de nouvelles opérations constitue un révélateur significatif des évolutions et des invariants de sa philosophie. Elle nous informe également sur les divers chemins qui ont conduit certaines normes et pratiques scientifiques nouvelles à s'imposer dans l'histoire.

Agrégée de philosophie, Claire Schwartz est maître de conférences à l'université Paris Nanterre et l'auteure d'une thèse sur Malebranche. Elle a écrit de nombreux articles et plusieurs livres sur la philosophie de la connaissance et la philosophie des sciences à l'Âge classique, en particulier sur Malebranche, Descartes, Leibniz et Berkeley.

Sorbonne Université Presses
www.sup.sorbonne-universite.fr

MALEBRANCHE

PHILOSOPHIES

Collection « Philosophies »
Fondée et dirigée par Marwan Rashed
série « Histoire des philosophies »

La Jeune Fille et la Sphère. Études sur Empédocle
Marwan Rashed

Le monde en projets.
Une lecture de la théorie des symboles de Nelson Goodman
Alexis Anne-Braun

MALEBRANCHE

MATHÉMATIQUES ET PHILOSOPHIE

Claire Schwartz

SORBONNE UNIVERSITÉ PRESSES
Paris

Ouvrage publié avec le concours de l'Agence nationale de la Recherche
et de Sorbonne Université

Sorbonne Université Presses est un service général
de la faculté des Lettres de Sorbonne Université.

ISBN de l'édition papier : 979-10-231-0562-9

Maquette et réalisation : Emmanuel Marc Dubois/3d2s (Issigeac/Paris)
d'après le graphisme de Patrick Van Dieren

SUP
Maison de la Recherche
Sorbonne Université
28, rue Serpente
75006 Paris
tél. : (33)(0)1 53 10 57 60

sup@sorbonne-universite.fr

https://sup.sorbonne-universite.fr

NOTE ÉDITORIALE

ŒUVRES COMPLÈTES DE MALEBRANCHE

Pour tous les textes de Malebranche publiés dans la « Bibliothèque de la Pléiade », les références sont données sous la forme suivante : Pl., suivi du numéro du tome en chiffres romains, et du numéro de la page en chiffres arabes.

I : *Œuvres*, Paris, Gallimard, coll. « Bibliothèque de la Pléiade », t. I, édition publiée sous la direction de Geneviève Rodis-Lewis, avec la collaboration de Germain Malbreil, 1979.

II : *Œuvres*, Paris, Gallimard, coll. « Bibliothèque de la Pléiade », t. II, édition publiée sous la direction de Geneviève Rodis-Lewis, 1992.

Pour tous les textes de Malebranche publiés dans *Malebranche. Œuvres complètes*, éd. André Robinet, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque des textes philosophiques », 1972-1978, les références sont données sous la forme suivante : OC, suivi du numéro du tome en chiffres romains, et du numéro de la page en chiffres arabes.

I : *La Recherche de la vérité*, livre I à III

II : *La Recherche de la vérité*, livre IV à VI

III : *La Recherche de la vérité. Éclaircissements*

X : *Méditations chrétiennes et métaphysiques*

XI : *Traité de morale*

XII : *Entretiens sur la métaphysique et la religion*

XVII-2 : *Mathematica*

ŒUVRES DE MALEBRANCHE

RV : *La Recherche de la vérité*

EMR : *Entretiens sur la métaphysique et sur la religion*

TM : *Traité de morale*

MCM : *Méditations chrétiennes et métaphysiques*

AUTRES RÉFÉRENCES

Pour tous les textes de Descartes publiés dans les *Œuvres de Descartes*, éd. Charles Adam et Paul Tannery, Paris, Léopold Cerf, les références sont données sous la forme suivante : AT, suivi du numéro du tome en chiffres romains, et du numéro de la page en chiffres arabes ; les références aux *Règles utiles et claires pour la direction de l'esprit en la recherche de la vérité*, traduites par Jacques Brunschwig, dans René Descartes, *Œuvres philosophiques*, t. I, *1618-1637*, éd. Ferdinand Alquié, Paris, Garnier, 1963, sont données sous la forme suivante : *Brunschwig*, suivi du numéro de la page.

GP : Gottfried Wilhelm Leibniz, *Die Philosophischen Schriften*, éd. Karl Immanuel Gerhardt, Berlin, Weidmannsche Buchhandlung, 1875-1890, rééd. Hildesheim, Olms, 1960.

GM : Gottfried Wilhelm Leibniz, *Mathematische Schriften*, éd. Karl Immanuel Gerhardt, Berlin, Asher, 1850-1863.

OO : Jean Bernoulli, *Opera Omnia*, Genève-Lausanne, Marc-Michel Bousquet, 1742.

SECONDE PARTIE

Évolution ou revirement ?

Le virage des années 1690 et la rencontre avec la science leibnizienne

CHAPITRE 5

MATHÉMATIQUES ET RÉFORME DE LA PHYSIQUE

Nous ne saurions établir la signification véritable de la mathématique malebranchiste sans examiner son rapport au monde matériel, et donc à sa connaissance. D'autant que dans ce domaine, on constate une évolution semblable à celle observée dans les mathématiques pures : la transition d'une mécanique d'inspiration cartésienne à une science intégrant des résultats leibniziens. Il ne s'agit pas toutefois d'examiner la physique malebranchiste dans sa totalité et en elle-même. La question est plus exactement de savoir dans quelle mesure cette science est dictée par les mathématiques adoptées, ou s'il y a un statut différent entre les vérités mathématiques et physiques. On est donc amené à se demander si les concepts mathématiques suffisent à construire les objets de la physique, et de quelle manière ses principes sont atteints et validés.

Dans le même temps, cet examen nous permettra de comprendre ce que sont les mathématiques pour Malebranche, de l'algèbre au calcul infinitésimal. La science leibnizienne est unifiée par des principes architectoniques qui gouvernent les mathématiques comme la physique et dont elles sont des expressions. En analysant le rapport des différentes disciplines mathématiques à la physique, nous pourrons vérifier s'il en est de même dans la pensée malebranchiste.

Dans la mesure où il ne s'agit pas d'un véritable exposé de la physique de Malebranche, nous nous concentrons plus spécialement sur la question de la réforme des lois cartésiennes de choc des corps, où est particulièrement visible l'évolution, et la raison de cette évolution, de principes cartésiens à des résultats obtenus par la physique leibnizienne. Les découvertes malebranchistes en optique, notamment, ne sont pas l'objet direct de notre étude. Celles-ci, en particulier sur la nature des couleurs, sont remarquables. Néanmoins, elles ne s'accompagnent pas d'une réflexion manifeste sur la nature des principes et des résultats en physique. D'autre part, la science leibnizienne n'y joue pas de rôle.

Il est alors essentiel de s'attarder sur le statut de l'expérience physique : elle constitue un lieu privilégié pour comprendre les rapports entre physique et mathématiques pures. Plus on accorde un rôle autonome et irréductible à l'expérience, plus il semble *ipso facto* que l'on s'éloigne d'une physique purement mathématique, tout du moins déductible des mathématiques. Or Malebranche s'emploie à définir de plus en plus spécifiquement la nature et la valeur des procédés expérimentaux.

Il va donc s'agir, dans un premier temps, d'examiner de quelle façon l'Oratorien envisage d'une manière générale la question de l'expérience physique, pour voir dans un deuxième temps dans quelle mesure elle s'applique à l'exemple de la réforme des lois du choc des corps. Mais avant d'entrer dans ces considérations, il peut être éclairant de rappeler rapidement quels sont les domaines de la physique auxquels Malebranche s'est intéressé, et dans lesquels il s'est parfois illustré.

MALEBRANCHE ET LA PHYSIQUE : UNE BRÈVE RECENSION

Il y a deux lieux principaux d'activité malebranchiste dans le domaine de la physique : la réforme de la mécanique cartésienne, en particulier les lois du choc des corps, et l'optique et la théorie des couleurs. En réalité, Malebranche s'est intéressé à toutes sortes de problèmes et d'expériences physiques et biologiques, mais de manière souvent occasionnelle et moins significative.

Comme le montre Pierre Costabel[1], en dehors de quelques recherches ponctuelles en biologie et embryologie[2], la recherche scientifique malebranchiste est marquée par deux textes essentiels : l'opuscule sur les lois de la communication des mouvements, et le « Seizième Éclaircissement : Sur la lumière et les couleurs, sur la génération du feu et sur plusieurs autres effets de la matière subtile ». Nous reviendrons par

1 Pierre Costabel, « La participation de Malebranche au mouvement scientifique », dans André Robinet, *Malebranche. L'Homme et l'œuvre*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », p. 75-110.

2 Rappelons cependant que la biologie a toujours passionné Malebranche, et que c'est un ouvrage d'anatomie, *L'homme* de Descartes, qui l'a converti à la nouvelle science et à la nouvelle philosophie.

la suite en détail sur le premier texte dans la mesure où le rôle de Leibniz y est explicite, et parce qu'il fait l'objet de la part de Malebranche de quelques développements significatifs sur la nature des principes physiques, et la manière d'accéder à la vérité en ce domaine.

C'est néanmoins dans le domaine de l'optique, et plus particulièrement sur la théorie des couleurs, que Malebranche peut être considéré comme un authentique innovateur. Il faut cependant remarquer que ses hypothèses en optique ne sont pas sans rapport avec la réforme des lois cartésiennes de communication des corps. En effet, ces différents domaines engagent une nouvelle théorie de la cohésion des corps, en particulier le rejet de la notion cartésienne de force de repos et la prise en compte de leur élasticité. Ceci conduira également Malebranche à une rectification de la théorie des tourbillons[3].

La conception des corps élastiques permet de concevoir comment des corps peuvent transmettre sans inertie et transport de matière une vibration ; or, selon la théorie malebranchiste, la couleur consiste précisément en une vibration de pression, la différence de couleur s'expliquant par une plus grande promptitude vibratoire. Il est le premier à l'affirmer, quand d'autres théories contemporaines expliquaient cette différence par une plus ou moins grande amplitude de vibration, ou rapidité de mouvements corpusculaires, et non d'ondes vibratoires[4].

Cette découverte ne nous révèle cependant peu de choses sur les rapports des mathématiques, ou de la méthode au sens plus large, avec la connaissance du monde physique. Elle ne donne pas non plus à Malebranche l'occasion d'expliciter la nature des principes physiques.

3 Pierre Costabel détaille cette reprise cartésienne, dont il montre la particulière ingéniosité, loin de la simple tentative de « raccommodage » d'une théorie archaïque telle qu'on l'a souvent considérée (*ibid.*).

4 Voir Pierre Duhem, « L'optique de Malebranche », *Revue de métaphysique et de morale*, n° 23, 1916, p. 37-91.

LA STRATÉGIE DE L'HYPOTHÈSE PHYSIQUE : LE STATUT DE L'EXPÉRIENCE

Considérations générales

Pour Malebranche, il doit y avoir une méthode propre à la physique, du fait de l'impossibilité de déduire *a priori* ses principes. Il ne faut donc pas s'étonner de constater qu'il ne soit pas hostile à l'utilisation de l'expérimentation pour découvrir des hypothèses physiques. Précisons maintenant ces différentes affirmations.

Il y a quelques passages où Malebranche commente ce qu'il conçoit être le rôle et le statut de l'expérience pour la connaissance naturelle. On trouve tout d'abord une sorte de traité de l'expérience scientifique dans la *Recherche* : Malebranche y détaille les conditions d'une bonne expérience[5]. Ce passage se trouve inséré dans le livre II sur l'imagination et dans une série de portraits concernant différents types de sensibilité à l'imagination, en particulier chez les « personnes d'études ». Le dernier concerne donc « ceux qui font des expériences ». Ceux-ci peuvent nous induire en erreur si leurs expériences ne respectent pas certains critères, et d'autant plus facilement qu'ils semblent avoir les faits pour eux :

> Il vaut mieux sans doute étudier la nature que les livres ; les expériences visibles et sensibles prouvent certainement beaucoup plus que les raisonnements des hommes [...]. On ne blâme donc point la philosophie expérimentale, ni ceux qui la cultivent, mais seulement leurs défauts[6].

Nous constatons d'ores et déjà que l'expérimentation n'est pas condamnée, au contraire, elle est recommandée pour autant qu'elle est faite dans les bonnes conditions. Le goût naturel de Malebranche pour les expérimentations scientifiques est par ailleurs bien connu. L'Oratorien va donc s'employer à déterminer cinq critères à appliquer et un principe général à suivre lors de toute expérimentation :

5 *RV*, II, II, § 8, iv.
6 *Ibid.* : Pl., I, 240-41 ; OC, I, 318.

1. une expérience ne doit pas être faite par hasard[7] ;
2. il ne faut pas s'arrêter à des faits extraordinaires, sûrement plus compliqués à expliquer. Il faut déjà comprendre les expériences les plus communes[8] ;
3. il ne faut pas chercher le profit par ces expériences ;
4. il faut faire attention aux conditions initiales pour pouvoir tirer des conclusions adéquates sur les phénomènes constatés : temps, espace, drogues peuvent modifier l'effet produit[9]. Une expérience suppose toujours une singularité : deux objets ne sont jamais identiques. D'où la méfiance malebranchiste vis-à-vis de la chimie, où l'on ne raisonne pas sur des éléments primitifs bien connus et distingués ;
5. il faut multiplier les expériences : ceci permet de réduire les erreurs qui pourraient être faites en tirant des conclusions inévitablement erronées selon 4[10].

Malebranche rajoute à ces cinq conditions ce qu'on pourrait appeler un principe : ne pas considérer les « effets particuliers de la nature » mais « remonter aux premières notions de choses », autrement dit :

> […] il est indubitable, qu'on ne peut connaître clairement et distinctement les choses particulières de la physique, si on ne possède bien ce qu'il y a de plus général, et si on ne s'élève même jusqu'à la métaphysique[11].

7 « […] pour l'ordinaire ce n'est point la lumière de la raison qui les conduit dans l'ordre de leurs expériences, ce n'est que le hasard […]. » (*Ibid.*)

8 « Cependant, il est visible, que les plus communes étant les plus simples, il faut s'y arrêter d'abord avant que de s'appliquer à celles qui sont plus composées, et qui dépendent d'un plus grand nombre de causes. » (*Ibid.*)

9 « […] ils ne remarquent pas avec assez d'exactitude toutes les circonstances particulières, comme du temps, du lieu, de la qualité des drogues dont ils se servent […]. » (*Ibid.*)

10 « […] d'une seule expérience ils en tirent trop de conséquences. Il faut au contraire presque toujours plusieurs expériences pour bien conclure une seule chose ; quoiqu'une seule expérience puisse aider à tirer plusieurs conclusions. » (*Ibid.*).

11 *Ibid.* : Pl., I, 242 ; OC, II, 319.

En dernière analyse, il faut être bon métaphysicien pour être un bon physicien.

Malebranche recommande de faire des expériences, ce qui ne signifie rien d'autre qu'observer correctement la nature. Ce n'est pas la démarche qu'il condamne, mais le défaut de ceux qui parfois pratiquent l'expérimentation. Il nous rappelle ensuite que l'expérience doit toujours être conduite par le raisonnement, comme le suggère le principe final. Il faut pouvoir expliquer les observations faites, et ceci signifie de pouvoir les rapporter, d'une manière ou d'une autre, aux principes qui rendent compte de la nature des corps. C'est précisément en cela qu'il faut se faire métaphysicien : en effet, que peut nous apprendre un physicien sur la nature, et donc expliquer la cause d'une quelconque observation, s'il ne connaît pas la nature des corps ? Or cette dernière connaissance nous est révélée par la méditation métaphysique.

Malebranche est en cela cartésien[12]. Le *Discours de la méthode*, notamment, témoigne déjà de l'importance que Descartes accorde à l'expérience. On retrouve très clairement chez Malebranche la recommandation qui est faite par Descartes de commencer par les expériences les plus communes[13]. Et ce dernier prétend également

12 Sur le rapport de Descartes à l'expérience, voir notamment Daniel Garber, *Descartes Embodied. Reading Cartesian Philosophy through Cartesian Science*, Cambridge, CUP, 2001, p. 85-110, 296-328.

13 René Descartes, *Discours de la méthode*, « Sixième partie » (AT, VI, 63) : « Car, pour le commencement, il vaut mieux ne se servir que de celles qui se présentent d'elles-mêmes à nos sens, et que nous ne saurions ignorer, pourvu que nous y fassions tant soit peu de réflexion, que d'en chercher de plus rares et étudiées : dont la raison est que ces plus rares trompent souvent, lorsqu'on ne sait pas encore les causes des plus communes, et que les circonstances dont elles dépendent sont quasi toujours si particulières et si petites, qu'il est très malaisé de les remarquer. » On constate du reste que les conditions 4 et 5 de Malebranche répondent au défaut évoqué ici par Descartes : la possibilité de mal interpréter des résultats du fait d'une confusion sur les conditions initiales.
On peut noter également que Malebranche ne reprend pas le commentaire de Poisson de la sixième partie du *Discours*, qui distingue différents genres d'hypothèses : à propos des choses révélées, des choses naturelles possibles, des choses naturelles existantes, et des choses comparées (Nicolas-Joseph Poisson, *Commentaire sur la méthode de Descartes*, Vendôme, Thiboust &

expliquer les observations faites par rapport aux principes les plus généraux de la nature, et de la nature des corps en particulier[14]. La chose devient évidente et particulièrement développée dans la préface aux *Principes*, et par le plan des *Principes* lui-même : d'abord les principes des choses immatérielles, dont on peut déduire au livre II les principes des choses matérielles[15]. Et d'une certaine manière, l'image de l'arbre résume tout ce programme :

> Ainsi toute la philosophie est comme un arbre, dont les racines sont la métaphysique, le tronc est la physique, et les branches qui sortent de ce tronc sont toutes les autres sciences, qui se réduisent à trois principales, à savoir la médecine, la mécanique, et la morale[16].

Étrangement, les mathématiques sont absentes de cet arbre et le fait qu'elles ne soient pas mentionnées par Descartes dans ce tableau de la philosophie pourrait paraître surprenant. Il y a en effet un maillon nécessaire qui permet la déduction qui va des principes métaphysiques à la connaissance physique, et c'est précisément la mise en équation algébrique. En réalité Descartes, plus haut dans le texte, présente les mathématiques comme une sorte d'exercice préparatoire à la philosophie. Un honnête homme, en effet, doit commencer par s'attacher à la vraie logique, qui n'est pas celle de l'École

---

Esclassan, 1670, p. 175.). Poisson commente longuement les reproches qui ont été adressés à Descartes sur l'utilisation d'hypothèses en physique et l'incertitude qui les caractériserait. Malebranche revient plus directement au texte cartésien, et évite ces controverses qu'il juge probablement dépassées.

14 « Premièrement, j'ai tâché de trouver en général les Principes, ou Premières Causes, de tout ce qui est, ou qui peut être, dans le monde [...]. Mais il faut aussi que j'avoue, que la puissance de la Nature est si ample et si vaste, et que ces Principes sont si simples et si généraux, que je ne remarque quasi plus aucun effet particulier, que d'abord je ne connaisse qu'il peut en être déduit en plusieurs diverses façons [...] » (AT, VI, 63-65).

15 « Ce sont là tous les principes dont je me sers touchant les choses immatérielles ou métaphysiques, desquels je déduis très clairement ceux des choses corporelles et physiques, à savoir qu'il y a des corps étendus en longueur, largeur et profondeur, qui ont diverses figures, et se meuvent en diverses façons. » (*Principes*, préface [AT, IX-2, 10]).

16 *Ibid.*, p. 14.

> […] mais celle qui apprend à bien conduire sa raison pour découvrir les vérités qu'on ignore ; et pour ce qu'elle dépend beaucoup de l'usage, il est bon qu'il s'exerce longtemps à en pratiquer les règles touchant des questions faciles et simples, comme sont celles des mathématiques[17].

C'est alors seulement que l'on peut s'appliquer à la « vraie philosophie ». Leur fonction est ainsi donnée par leur rôle méthodologique. Nous avons vu dans quelle mesure elles permettent d'élaborer les problèmes afin de les résoudre. On peut donc dire que les mathématiques, si elles sont absentes de l'arbre, jouent un rôle à un niveau plus fondamental. Elles permettent la constitution de l'arbre, la possibilité de toute connaissance claire. Néanmoins, si Descartes rend ainsi compte de leur implication dans la méthode en général, il n'explique pas, une nouvelle fois, leur présence dans la déduction qui va des principes métaphysiques aux principes physiques.

L'expérience scientifique dans le livre VI de la *Recherche*

La question de la connexion de l'observation au raisonnement est-elle mieux décrite par Malebranche ? Le passage précédemment commenté de la *Recherche* détaille les conditions d'une bonne expérimentation, mais n'explique pas clairement le lien entre le raisonnement, la formalisation mathématique et l'observation. Il faut aller plus loin dans l'ouvrage pour trouver une explication de l'agencement de ces différentes étapes de la découverte scientifique. Il s'agit particulièrement du chapitre IV, première partie du livre VI. Nous l'avons déjà commenté à propos de l'usage de l'imagination et de l'utilité de la géométrie pour la méthode. Il s'agit maintenant d'examiner ce qui y est dit des rapports entre la connaissance géométrique et plus généralement mathématique, avec la connaissance du monde matériel. Dans ce cas, Malebranche y détaille en effet un certain nombre de principes sur la hiérarchie et l'ordre des différents niveaux de raisonnement.

D'une manière générale, il y est question des limites de la géométrie. Il s'agit même de mentionner comment cette science certaine et fondée

---

17 *Ibid.*, p. 13-14.

sur des idées claires peut, d'une certaine manière, nous conduire à l'erreur. En effet,

> La géométrie est donc très utile pour rendre l'esprit attentif aux choses dont on veut découvrir les rapports : mais il faut avouer qu'elle nous est quelquefois occasion d'erreur : parce que nous nous occupons si fort des démonstrations évidentes et agréables que cette science nous fournit, que nous ne considérons pas assez la nature[18].

Comment cette science, dont la certitude n'est pas remise en question, peut-elle donc être « occasion d'erreur » dès lors qu'elle s'applique au monde physique ? L'erreur survient tout simplement quand l'esprit se met à envisager le monde matériel comme géométriquement simple, nous dit Malebranche. En ce sens précis, la nature n'est pas géométrique, ou en d'autres termes :

> La nature n'est point abstraite, les leviers et les roues des mécaniques ne sont pas des lignes et des cercles mathématiques [...]. Enfin pour ce qui regarde l'astronomie, il n'y a point de parfaite régularité dans le cours des planètes, elles sont emportées irrégulièrement par la matière fluide qui les environne. Ainsi les erreurs où l'on tombe dans l'astronomie, les mécaniques, la musique et dans toutes les sciences auxquelles on applique la géométrie, ne viennent point de la géométrie qui est une science incontestable, mais de la fausse application qu'on en fait[19].

L'erreur consisterait donc à considérer les choses matérielles comme des objets géométriques élémentaires : le levier n'est pas une droite, une roue n'est pas un cercle, et les planètes ne décrivent pas des ellipses parfaites. Ici, Malebranche fait clairement référence aux lois de Kepler décrivant les trajectoires des planètes comme des ellipses dont elles déterminent les paramètres. Ce n'est pas la première fois que Malebranche se refuse à considérer une telle régularité dans le mouvement des planètes

18 *RV*, VI, I, IV : Pl., I, 617 ; OC, II, 276-277.
19 *Ibid.* : Pl., I, 618 ; OC, II, 277.

qui lui paraît donc par nature suspecte[20]. Le chapitre III, II, X, permet d'en comprendre certaines raisons. Cette tendance à considérer la nature selon les formes géométriques connues est une nouvelle marque de la faiblesse de notre esprit. Dans ce contexte, Malebranche critique globalement la notion de ressemblance, et plus exactement la manière dont notre esprit a tendance à l'attribuer à des réalités différentes. Si nous étions suffisamment attentifs, nous nous rendrions compte des différences infinies entre les choses existantes[21]. Notre esprit est naturellement incliné à établir des « ressemblances imaginaires » entre des entités réellement distinctes. Malebranche voit dans cette inclination la racine de la croyance aux « formes » et aux « espèces » de la physique

aristotélicienne. En effet, nos sensations ne distinguant pas nettement les différences entre les choses, notre esprit en vient à considérer, selon la ressemblance entre différents objets sentis, qu'il existe différents types d'objets se ressemblant et que les choses se répartissent en genres qui ne correspondent en réalité qu'à de simples approximations de notre part. Ce n'est pas sans rappeler les idoles de la tribu baconiennes.

Est-ce cependant bien ce phénomène qui est en jeu dans l'attribution des propriétés géométriques aux phénomènes de la nature ? C'est une chose d'être enfermé dans l'obscurité et la confusion des représentations sensibles, c'en est une autre de tenter de rationaliser le monde de ces représentations sensibles pour y déterminer ce qu'il y a d'intelligible en elles. Évidemment, Malebranche ne condamne pas l'effort de géométrisation de la nature, mais la tendance à considérer les corps comme des objets géométriques bien connus et donc relativement simples et réguliers.

---

20 Voir *RV*, III, II, X : Pl., I, 374 ; OC, II, 479 : « Il est vrai que dans ces derniers siècles les plus habiles ont corrigé l'erreur des Anciens, et qu'ils croient que les planètes décrivent certaines ellipses par leur mouvement. Mais, s'ils prétendent que ces ellipses soient régulières, comme on est porté à le croire, à cause que l'esprit suppose la régularité, où il ne voit pas d'irrégularité : ils tombent dans une erreur, d'autant plus difficile à corriger, que les observations que l'on peut faire sur le cours des planètes, ne peuvent pas être assez exactes, ni assez justes pour montrer l'irrégularité de leurs mouvements. »

21 *RV* : Pl., I, 370-371 ; OC, II, 475-76.

C'est en réalité un souci partagé par Descartes, qui affirme l'impossibilité de raisonner en physique de la même manière qu'en géométrie même s'il affirme par ailleurs que toute sa physique est géométrie[22]. Il est manifeste que Descartes se refuse à voir le monde comme un univers rempli d'objets géométriques bien connus, et dont on peut déduire les propriétés par le même type de déduction qu'en géométrie. Il le reconnaît en particulier dans une lettre à Mersenne de 1638 :

> Mais d'exiger de moi des démonstrations géométriques en une matière qui dépend de la physique, c'est vouloir que je fasse des choses impossibles[23].

Et Descartes d'estimer qu'en toute rigueur géométrique, la définition archimédienne du centre de gravité est fausse. Aucune démonstration en optique, mécanique ou astronomie ne serait valable selon cette rigueur géométrique. Cependant, cette lettre n'explicite pas clairement quel est l'autre type de raisonnement exigé par la physique[24].

Or Malebranche va s'employer à définir le travail propre de la connaissance physique, caractérisant les rapports entre raisonnement pur et observations scientifiques. Il s'y emploie particulièrement au chapitre IV, I, livre VI de la *Recherche* déjà mentionné. C'est évidemment le rôle de l'hypothèse, ou supposition, qu'il s'agit de déterminer. Dans ce texte, Malebranche distingue clairement trois niveaux de validation d'un résultat en physique. Tout commence par des suppositions sur les propriétés des corps. Quel est le genre de supposition que l'on peut faire en l'espèce ?

---

22 « À Mersenne », lettre du 27 juillet 1638 (AT, II, 268) : « [...] toute ma physique n'est autre chose que Géométrie. ».

23 « À Mersenne », lettre du 27 mai 1638 (AT, II, 142).

24 Ce point a déjà été commenté par Desmond Clarke dans sa tentative de dresser un portrait général de la science cartésienne, « Descartes' Philosophy of science and the scientific revolution», John Cottingham (dir.), *The Cambridge Companion to Descartes*, Cambridge, CUP, coll. « Cambridge companions », 1992, p. 264-65.

> On suppose, par exemple, que les planètes décrivent par leurs mouvements des cercles et des ellipses parfaitement régulières, ce qui n'est point vrai. […] De même dans les mécaniques, on suppose que les roues et les leviers sont parfaitement durs, et semblables à des lignes et à des cercles mathématiques, sans pesanteur, et sans frottement : ou plutôt on ne considère pas assez leur pesanteur, leur frottement, leur matière, ni le rapport que ces choses ont entre elles.[25].

Il est remarquable de constater que les exemples d'hypothèses physiques dont Malebranche fait alors la liste sont à ses yeux de fausses suppositions. Mais il affirme la nécessité d'établir de telles suppositions dans le raisonnement scientifique. Il faut alors rappeler que ce passage se place dans le chapitre consacré à l'utilité de la géométrie et l'examen de ses limites. Malebranche veut alors montrer que la géométrie peut à la fois nous induire en erreur sur les suppositions faites sur les corps et nous donner les moyens de savoir si elles sont fausses. La géométrie est de fait indispensable à la connaissance des corps : c'est la science certaine de l'étendue. Si elle peut nous induire en erreur, ce n'est pas par un défaut intrinsèque. À aucun moment Malebranche ne remet en question sa vérité, l'erreur ne surgit que d'une mauvaise application qui peut en être faite. Le raisonnement géométrique ne peut jamais, quant à lui, être faux. Dans ce passage, Malebranche rapporte alors l'utilité de la géométrie à la validité d'un raisonnement par l'absurde. On suppose certaines propriétés géométriques des choses qui, la plupart du temps, seront fausses. On en déduit selon les lois de la géométrie certaines conséquences quant au comportement des corps. Comme ces conséquences vont se révéler fausses, on peut nécessairement en déduire que ces suppositions elles-mêmes sont fausses. Nécessairement, du fait de la certitude de la géométrie :

> […] il ne faut pas s'imaginer que la géométrie soit inutile, à cause qu'elle ne nous délivre pas de toutes nos erreurs. Les suppositions établies, elle nous fait raisonner conséquemment. Nous rendant attentifs à ce

25 *RV*, VI, I, IV : Pl., I, 618 ; OC, II, 277.

> que nous considérons, elle nous le fait connaître évidemment. Nous reconnaissons même par elle, si nos suppositions sont fausses[26].

La géométrie a donc une vertu de réfutation, de falsification serait-on tenté de dire, des hypothèses. Mais à quoi reconnaît-on la vérité ou la fausseté des conséquences tirées par le raisonnement à partir des suppositions ?

C'est précisément l'expérience qui déterminera si les suppositions étaient en définitive fondées :

> […] car étant toujours certains que nos raisonnements sont vrais, et l'expérience ne s'accordant point avec eux, nous découvrons que les principes supposés sont faux[27].

Une physique entièrement déductive ne peut donc être envisagée par Malebranche. Il faut bien évidemment entendre expérience dans le sens précis et clairement délimité dans ce passage. Il apparaît alors clairement que la physique malebranchiste ne peut être entièrement mathématique ou géométrique, au sens d'une physique dont les principes, ou suppositions fondamentales, ainsi que les suppositions plus particulières, seraient analytiquement déduits des lois de la géométrie. Nous en verrons du reste l'illustration à propos des lois de choc des corps.

Cette manière d'envisager le rapport des mathématiques à la connaissance physique peut nous sembler ordinaire ; elle va cependant à l'encontre d'une certaine vision de la physique attribuée à Descartes et aux grands postcartésiens. Et en l'espèce, c'est d'abord Descartes qui est ainsi interprété[28]. Partant de la méfiance qu'on se doit d'avoir vis-

26 *Ibid.* : Pl., I, 618-19 ; OC, II, 278.
27 *Ibid.* : Pl., I, 619 ; OC, II, 278.
28 Selon Daniel Garber, s'appuyant particulièrement sur l'exemple de l'arc-en-ciel (*Les Météores*, « Discours VIII » [AT, VI, 325-44]), l'expérience, pour Descartes, joue un rôle dans la préparation à la déduction, une propédeutique au moment de la connaissance proprement dit (Daniel Garber, *Descartes Embodied*, *op. cit.*, p. 296-328). Or il rappelle, pour aussitôt la nuancer, l'opposition qu'une tradition a voulu instaurer entre Bacon l'expérimentateur et Descartes le rationaliste. Descartes aurait cependant bel et bien le projet de constituer une science déductive.

à-vis des jugements relatifs aux sens, on en viendrait à la conclusion selon laquelle la seule connaissance certaine est *a priori*, ne dépendant en aucune manière de l'expérience sensible. De plus, le système cartésien donnerait les moyens de construire une physique entièrement déduite *a priori* de la géométrie : en effet, la nature des corps est l'étendue, dont les modes sont géométriquement déterminables. L'expérience, dans la connaissance physique, ne doit donc pas faire partie du processus déductif ou même d'invalidation des hypothèses.

Ce n'est donc pas la position de Malebranche – et ce n'était probablement pas à proprement parler celle de Descartes lui-même – et l'examen de son étude des lois de choc des corps nous en fournira l'illustration.

Si les textes cartésiens n'ont pu manquer de structurer la réflexion de Malebranche, comment ce dernier définit-il alors le rapport des mathématiques – et quelles mathématiques – à la connaissance physique ? Par ailleurs, nous avons discuté jusqu'à présent du rapport de l'expérience à la formulation d'hypothèses particulières sur l'état du monde actuel. Mais qu'en est-il des principes généraux, comme le principe d'inertie ou la conservation de la quantité de mouvement ?

Géométrie, algèbre et hypothèses physiques dans la *Recherche*

Le livre VI de la *Recherche* est un traité de la méthode. Les mathématiques y sont vues comme une sorte d'aide ou de moyen au service de son application. Cette méthode, en formant l'esprit à bien penser, a pour objet de résoudre des questions physiques. Du reste, une bonne physique permet à son tour de prévenir un certain nombre d'hérésies religieuses. La deuxième partie du livre VI entend donc appliquer la méthode à quelques questions physiques.

L'analyse de la méthode de résolution malebranchiste devrait nous permettre d'apporter les éléments nécessaires pour trancher le débat parmi les commentateurs du Malebranche physicien. D'un côté, Pierre Costabel estime que ce dernier demeure un rationaliste, y compris dans le domaine physique, et rejette toute forme d'approche empiriste[29].

29 En particulier, OC, XVII-1, 15. Pierre Costabel estime que c'est pour des motifs rationnels et non pour leur accord avec l'expérience que Malebranche s'est rallié

Dans son étude de la physique malebranchiste, Paul Mouy rappelle du reste que la méthode présentée dans le livre VI est mathématique, et plus exactement, algébrique[30]. Il remarque en même temps que cette méthode, dans le domaine de la physique, est mathématique sans pour autant être déductive. Ce qui aurait conduit Léon Brunschvicg à parler de « positivisme » de Malebranche[31]. Prenant en compte ces différentes interprétations, Andrew Pyle, plus récemment, a davantage eu tendance à orienter Malebranche vers un certain empirisme, parlant de l'Oratorien comme d'un « empiriste malgré lui[32] ». Ces différentes approches prennent en compte à la fois la description de la méthode au livre VI de la *Recherche* et les évolutions successives de la recherche malebranchiste en physique. Examinons donc maintenant le premier point, et essayons en particulier d'évaluer si les problèmes physiques doivent être effectivement traités algébriquement, à l'aide de la connaissance géométrique.

Les deux types de problèmes

Malebranche affirme que la géométrie permet de tester les fausses suppositions en exhibant, par leur raisonnement, les conclusions nécessaires impliquées par de telles suppositions[33]. Il estime de ce fait que la géométrie ne permet pas de découvrir les suppositions sur lesquelles fonder une connaissance des corps. C'est précisément lorsque les suppositions sont trop « facilement » géométriques qu'elles se révèlent presque infailliblement fausses. De ce paragraphe, nous pouvons donc nettement conclure que les suppositions physiques, dont on ne sait pas encore si elles sont particulières ou générales, ne sont pas déduites de la géométrie. Autrement, en effet, la géométrie n'aurait pas à chercher en dehors d'elle-même la vérité ou la fausseté des hypothèses formées.

un moment aux lois de Mariotte.

30 Paul Mouy, *Le Développement de la physique cartésienne*, Paris, Vrin, 1934, p. 315.

31 Léon Brunschvicg, *L'Expérience humaine et la causalité physique*, Paris, Alcan, 1922, p. 244.

32 Andrew Pyle, *Malebranche*, London/New York, Routledge, coll. « Arguments of the Philosophers », 2003, p. 154-57.

33 *RV*, VI, I, 4.

Malebranche nous dit ici clairement que la vérité des faits physiques est simplement découverte par l'expérience. Ce point sera confirmé par la méthode effective de validation des hypothèses physiques dans la question de la détermination des lois de choc des corps. Nous verrons à cette occasion, et en particulier à travers l'échange entre Malebranche et Leibniz, ce qui justifie, aux yeux de l'Oratorien, un tel rôle conféré à l'expérience.

Mais la question est maintenant de savoir dans quelle mesure le raisonnement, et en particulier le raisonnement mathématique, permet de formuler ces hypothèses. En effet, affirmer que les suppositions ne peuvent être directement déduites des principes géométriques ne nous dit rien de leur éventuelle construction par un raisonnement mathématique. On pourrait par exemple supposer que, parmi plusieurs hypothèses mathématiques cohérentes pour l'explication d'un problème physique, l'expérience est ce qui nous permettrait d'éliminer les hypothèses non pertinentes. Malebranche pourrait alors être le fidèle héritier de la méthode cartésienne, où, comme dans l'explication de l'arc-en-ciel, l'expérience permet de faire le tri entre les facteurs pertinents, pour permettre ensuite une déduction, qui, si elle n'est pas nécessairement géométrique ou algébrique, est *a priori*.

Or il se trouve que le livre VI de la *Recherche* a exposé une méthode dont on a vu qu'elle utilise la géométrie et se structure de manière algébrique. Et la deuxième partie entend appliquer cette méthode à des problèmes concrets de physique. Le passage le plus éclairant de cette technique de l'hypothèse malebranchiste est probablement le chapitre VIII de la deuxième partie. Malebranche y distingue deux types de problèmes – chercher à découvrir les propriétés d'une chose, et chercher à découvrir si une chose a telle propriété déterminée :

> Pour faire comprendre ce que je veux dire, il faut savoir qu'il y a des questions de deux sortes. Dans les premières, il s'agit de découvrir la nature et les propriétés de quelque chose : dans les autres, on souhaite seulement de savoir, si une telle chose a ou n'a pas telle propriété, ou si

l'on sait qu'elle a une telle propriété, on veut seulement découvrir qu'elle en est la cause[34].

Dans les deux cas, on peut, et il faut, appliquer la méthode et faire appel aux mathématiques, mais de deux façons différentes.

Premier type de question : l'approche génétique

Le premier cas suppose une approche génétique, et « considérer les choses dans leur naissance[35] ». En voyant comment la chose est engendrée, on en déduira ses nécessaires propriétés. Les exemples que donne Malebranche dans ce cas ne sont précisément pas des résolutions de problèmes physiques, mais des questions mathématiques. Il développe avant tout l'exemple de la « roulette », c'est-à-dire la cycloïde. Le choix de cette courbe est particulièrement intéressant : en effet, il ne s'agit pas d'une courbe que Descartes appellerait « géométrique », c'est-à-dire dont l'équation est algébrique. Dans ce dernier cas, l'équation nous donne la construction de la courbe. La situation est différente pour les courbes « mécaniques » ou transcendantes. En réalité, la question du rapport entre équations algébriques et construction géométrique est assez complexe, comme l'a en particulier montré Henk Bos[36]. Une équation ne donne pas nécessairement la construction géométrique. Et si Descartes rejette les courbes « mécaniques », c'est entre autres parce qu'elles supposent la composition d'un mouvement courbe et rectiligne, entre lesquelles il ne conçoit pas de proportion. De ce fait, le mouvement générateur de la courbe ne peut être pensé adéquatement par l'esprit.

Il n'est cependant pas impossible que Malebranche ait vu que les courbes algébriques, qu'il appelle ici « mathématiques », ne se laissent pas nécessairement construire aisément, puisqu'il ne dit pas que l'on peut

34 *RV*, VI, II, § 8 : Pl., I, 733 ; OC, II, 413.

35 *Ibid.*

36 Henk Bos, *Redefining Geometrical Exactness. Descartes' Transformation of the Early Modern Concept of Construction*, New York, Springer, 2001, en particulier p. 288-89 : « En réalité, l'algèbre ne pourrait faire seulement que la moitié du travail, elle pourrait produire l'analyse et réduire les problèmes à des équations. L'autre moitié, la synthèse, la construction géométrique des racines des équations, reste à faire. », p. 288 (nous traduisons).

déduire de leur mouvement générateur toutes leurs propriétés, mais « un très grand nombre de propriétés ». Et quoi qu'il en soit, il est certain que les courbes mécaniques sont plus difficiles à construire que les autres, comme il le rappelle dans ce passage. Descartes ne dirait pas autre chose, lui qui avait pensé un moment posséder l'instrument qui permettrait de construire les courbes algébriques[37]. Autrement dit et dans un premier temps, la question de la construction des courbes est le facteur déterminant de leur conception. La chose que n'évoque pas ici Malebranche est le fait que, pour Descartes, les courbes comme la roulette ne peuvent à strictement parler être pensées « dans leur génération ». Il généralise la capacité de penser le mouvement des courbes aux courbes rejetées par Descartes en dehors de sa géométrie. Certes, Geneviève Rodis-Lewis remarque que Malebranche distingue bien parmi les courbes mathématiques celles dont on ne peut tirer les propriétés de leur formule ; leur construction permet seulement d'en découvrir certaines. Ce point de vue serait en continuité avec l'approche cartésienne opposant courbes géométriques et courbes mécaniques. Cependant, il nous apparaît que Malebranche considère ici une différence de degré, plus que de nature, entre les diverses manières d'envisager la construction des courbes algébriques et « mécaniques[38] ».

Deuxième type de question : l'approche analytique

Quoi qu'il en soit, cette manière de résoudre un problème qui consiste à déterminer les propriétés d'une chose n'est pas appliquée aux problèmes physiques. Malebranche estime que les courbes mathématiques sont générées par un mouvement qui est intelligible à l'esprit. L'entendement peut alors découvrir *a priori* les propriétés qui découlent de la cause génératrice d'une courbe mathématique. Cette intelligibilité déductible *a priori* ne peut donc être atteinte en physique. Dans ce cas, on cherche à savoir si une chose a telle propriété donnée. La méthode apparaît ici

37 *Ibid.*, p. 358-59, sur le changement de critère cartésien de la capacité de construction selon des moyennes proportionnelles à la classification algébrique.

38 Du reste, Malebranche n'emploie pas la terminaison cartésienne de courbes géométriques et mécaniques.

clairement analytique : il s'agit de supposer ce que l'on ne sait pas, et examiner les conséquences de telles suppositions, en fonction de quoi, il sera possible de statuer sur la vérité ou fausseté des dites suppositions. Si c'est la méthode qui est nécessairement recommandée en physique, ceci signifie donc qu'on ne peut connaître *a priori* et par voie synthétique les propriétés des corps. Malebranche ne dit pas explicitement que la première méthode s'applique à la géométrie, la deuxième à la physique. Mais en remontant dans le texte, il apparaît que la méthode analytique est requise lorsqu'il s'agit de résoudre des « questions particulières ». Le passage en question s'avère en réalité assez délicat :

> […] mais on ne doit pas résoudre toutes les questions particulières en remontant jusqu'aux premières causes. Ce n'est pas que l'on n'y puisse remonter, et découvrir ainsi le véritable système dont tous les effets particuliers dépendent, pourvu que l'on ne s'arrête qu'aux idées claires : mais c'est que cette manière de philosopher n'est pas la plus juste ni la plus courte[39].

Cette façon analytique de raisonner dans les questions particulières est donc présentée comme un procédé et non comme une nécessité. Malebranche a l'air ici d'affirmer la possibilité de déduire le système du monde à partir de ses premières causes. Autrement dit, les suppositions sur les propriétés des corps, comme la lumière, les couleurs, l'aimant, ou toute autre chose, pourraient être déduites d'idées claires présentes à nos esprits, sans recours aux tâtonnements et incertitudes de l'expérience. Mais dans quelle mesure serions-nous réellement capables d'opérer une telle déduction ? Et n'est-ce pas supposer une connaissance des fins divines, dans la mesure où il n'y a véritablement qu'une seule cause de l'univers, qui est Dieu ? Or Malebranche n'est pas Leibniz. Il ne prétend pas réintroduire les causes finales en physique, et spéculer sur la nature de l'univers comme rationnellement le meilleur, non seulement dans ses voies, mais également dans ses effets. Du reste, la Création,

39 *RV*, VI, II, § 8 : Pl., I, 733 ; OC, II, 412.

ne répondant pas à un motif absolument nécessaire, relève d'un acte de la volonté divine qui est en lui-même « arbitraire »[40].

Il est vrai que cette dernière observation mérite d'être discutée : après tout, Malebranche n'a-t-il pas cherché à révéler les lois de la nature et de la grâce, et à pénétrer ainsi les desseins divins ? Et n'est-ce pas précisément ce dont Arnauld lui fait le reproche ? Ne développe-t-il pas également l'idée d'une bonne économie de la Création, optimisant les effets par rapport à la simplicité des voies[41] ? Néanmoins, ce principe d'économie, qui est un principe de perfection, et, quelle que soit son audace théologique, ne suffit pas à déterminer les lois physiques. C'est un critère que l'on pourrait dire nécessaire mais non suffisant pour la considération des principes physiques. Malebranche le reconnaît lui-même, tout du moins au « Seizième Éclaircissement » :

> Je ne nie pas cependant qu'il ne se puisse faire que Dieu ait un très grand nombre de voies également simples pour produire les mêmes effets, et qu'il ne les puisse ainsi produire par différentes voies : mais il les produit toujours par celles qui sont les plus simples pourvu qu'elles soient toutes de même espèce, car il y a contradiction qu'un être infiniment sage ait des volontés inutiles et déréglées[42].

Malebranche vient d'illustrer le principe de la simplicité des voies par l'exemple du choc de deux corps en ligne droite : il faut toujours supposer l'action des corps en conformité avec la simplicité des voies divines relativement à l'action en question. Mais on constate que ce

---

40 *EMR*, VI, § 5. C'est ce qu'André Robinet appelle cette « marge » entre l'essentiel et l'existentiel, le physique et le géométrique, la connaissance par expérience de la connaissance par raison, dans la pensée malebranchiste (André Robinet, *Malebranche de l'Académie des sciences. L'Œuvre scientifique (1674-1715)*, Paris, Vrin, 1970, p. 437).

41 Un certain nombre d'expressions du *Traité de la nature et de la grâce* renvoient à une certaine mathématique de la création. Voir par exemple : « De ce nombre infini de voies, par lesquelles Dieu a pu exécuter son dessein, voyons celle qu'il a dû préférer à toutes les autres. » (I, I, art. XII, addition.) D'où : « Un excellent ouvrier doit proportionner son action à son ouvrage ; il ne fait point par des voies fort composées, ce qu'il peut exécuter par de plus simples ; il n'agit point sans fin, il ne fait jamais d'efforts inutiles. » (*Ibid*., art. XIII.)

42 Pl., I, 1122 ; OC, II, 505-506.

principe de simplicité ne permet pas de découvrir positivement les lois de la nature, en tout cas, il ne permet sûrement pas de les déduire *a priori*. On en revient donc à la position développée au livre VI, I, IV, qui se trouve maintenant justifiée métaphysiquement. En revanche, l'extrait de VI, II, VIII pose donc toujours problème.

En réalité, ces différents textes peuvent être conciliés, si on ne relie pas l'affirmation de la possibilité de déduction du système de l'univers à une déduction *a priori* comparable à celle qui serait éventuellement en jeu dans les courbes mathématiques. En effet, la physique malebranchiste suppose une déduction rationnelle des causes naturelles des phénomènes physiques, ce qui n'est pas incompatible avec la difficulté pour nous de les déterminer directement à partir de l'essence des corps. Une fois découverts, ces principes se révéleront en parfaite conformité avec l'action divine, et l'ensemble des autres principes physiques déjà découverts. Ce que pourrait vouloir dire Malebranche dans l'extrait du chapitre VIII, c'est que la physique nous fait saisir des principes que la raison reconnaît comme rationnels et conformes à l'action divine. On peut « remonter » des hypothèses physiques aux « effets particuliers qui en dépendent » dans la mesure où ces hypothèses dépendent effectivement des premières causes, les volitions divines. Mais surtout, ce que Malebranche aurait ici à l'esprit en parlant des « premières causes », le « véritable système » dont tous les effets particuliers dépendent, ne serait pas directement Dieu, même si à proprement parler il est la seule vraie cause, mais les principes généraux de la physique qui sont les voies de son action. Plus exactement, il s'agirait de remonter aux volontés générales de Dieu, la détermination de Dieu comme cause véritable ne suffisant pas à constituer l'explication scientifique. Mais il est inutile pour expliquer la fermentation des liqueurs, par exemple, de remonter aux lois générales de la communication des mouvements, même si une telle déduction serait en principe possible. Le véritable système du monde que l'on pourrait donc déduire n'irait pas de Dieu aux principes généraux de la physique jusqu'aux effets particuliers, mais simplement des principes aux effets particuliers. La seule déduction que l'on peut faire de Dieu comme véritable cause aux principes consisterait à vérifier si les principes se conforment à la simplicité des voies divines, elle-même déduite de la nature divine.

Ainsi, les hypothèses physiques expliquant les effets particuliers des corps ne peuvent être déduites *a priori*. Dans ce contexte, cela signifie qu'elles ne peuvent pas *a fortiori* être déduites des axiomes de la géométrie, d'autant plus que la nature, comme il a été dit, n'est point « abstraite ». Comment alors procéder ? Puisque l'on ne peut déduire de principes généraux les effets particuliers, il faut plutôt formuler des hypothèses particulières qui consistent à supposer qu'un corps a telle ou telle

propriété particulière. Or, Malebranche remarque que l'analyse algébrique correspond parfaitement à cette exigence méthodologique :

> Et c'est là la manière dont les géomètres se servent pour résoudre leurs problèmes. Ils supposent ce qu'ils cherchent, et ils examinent ce qui en doit arriver. Ils considèrent attentivement les rapports qui résultent de leur supposition. Ils représentent tous ces rapports qui renferment les conditions du problème par des *équations*, et ils réduisent ensuite ces *équations* selon les règles qu'ils en ont, en sorte que ce qu'il y a d'inconnu se trouve égal à une ou plusieurs choses entièrement connues[43].

Évidemment, il ne faut pas s'étonner de l'emploi de « géomètres » pour désigner l'analyse algébrique. Nous savons qu'à la période où Malebranche publie la *Recherche*, l'analyse algébrique est employée pour résoudre des problèmes géométriques, dans le sillage de la *Géométrie* de Descartes. Ce que retient ici Malebranche de l'algèbre, c'est son caractère analytique, déjà mis en avant par Descartes dans les *Regulae* dans sa recherche d'une méthode de découverte.

L'exemple qui suit, et qui est censé développer cette approche méthodologique, n'est pas des plus éclairants, et se trouve relativement difficile à interpréter à la lumière de ces considérations. Il s'agit d'expliquer

---

43 *RV*, VI, II, § 8 : Pl., I, 734 ; OC, II, 414.

le phénomène des mouvements volontaires. Ici, l'exposé est obscurci par un contexte de controverses sur la nature de la « fermentation », comme le rappelle André Robinet[44]. En effet, la polémique consistait à déterminer si une telle explication relève d'un recours à des forces occultes. Malebranche lui-même les convoque ici, tout en admettant que son explication ne satisfasse pas à une véritable explication mécaniste. C'est pourquoi il se trouve amené à affirmer la possibilité d'expliquer le phénomène par les idées claires du mouvement, et en particulier par le mouvement des particules de la matière subtile. Tout en concluant :

> Ainsi on pourrait découvrir qu'il y a une matière invisible, dont l'agitation se communique par la fermentation aux corps visibles. Mais il serait moralement impossible par la voie des suppositions, de découvrir comment cela se fait[45].

L'explication est assez embarrassée, et André Robinet l'interprète entièrement dans le contexte du débat sur la nature de la fermentation. Il faut admettre que cet exemple n'illustre pas très clairement les procédures méthodologiques nettement exposées dans les paragraphes commentés précédemment. Mais il révèle comment les principes physiques nous échappent dans un premier temps, et qu'il faut pouvoir faire fond sur des hypothèses qui ont le mérite de concorder avec certaines données de l'expérience. En même temps, Malebranche se voit forcé d'affirmer la possibilité de déduire tous ces phénomènes des principes eux-mêmes déduits des idées claires et distinctes du mouvement, bien que ceci soit « moralement impossible ».

Si l'on cherche un bon exemple de la technique de l'hypothèse pour la physique malebranchiste, il serait plus judicieux de s'intéresser au cas de l'hypothèse de la matière éthérée, ou subtile[46]. Selon le titre du « Seizième Éclaircissement », on peut considérer la lumière, les couleurs, la génération du feu et plusieurs autres choses comme effets de cette

44 André Robinet, *Malebranche de l'Académie des sciences*, *op. cit.*, p. 373-375.

45 RV, VI, II, 8 : Pl., I, 735 ; OC, II, 415.

46 Paul Mouy y a vu également l'exemple paradigmatique de l'hypothèse malebranchiste en physique (*Le Développement de la physique cartésienne*, *op. cit.*, p. 315).

même matière subtile. Cette dernière correspond ainsi parfaitement à la notion d'hypothèse au sens où, une fois posée, elle permet d'expliquer par le simple recours à l'idée distincte du mouvement de la matière les effets en question. En même temps, elle ne peut être déduite nécessairement *a priori*, dans la mesure où, certes, elle se conforme à la simplicité des voies – une seule hypothèse pour rendre compte d'une multitude d'effets –, mais sans être la seule possible.

L'hypothèse de la matière subtile : le « Seizième Éclaircissement »

Ce texte développe l'hypothèse d'une matière subtile, beaucoup fluide que l'air, omniprésente dans l'univers, et qui permet d'expliquer de manière satisfaisante un très grand nombre de phénomènes comme la nature et la propagation de la lumière, des couleurs, ou encore la génération du feu. Cette hypothèse permet également de former un véritable système du monde, rendant compte de la pesanteur, la formation des planètes et plus généralement encore la cohésion des corps, par la supposition d'une infinité de tourbillons. Elle n'est pas sans évoquer celle de l'éther de l'*Hypothesis physica nova* leibnizienne. Selon Malebranche, son hypothèse est si générale, dit-il, que

> […] ma principale vue dans cet Éclaircissement a été de faire voir que toute la physique dépend de la connaissance de la matière subtile[47].

Nous n'entrons pas ici dans le détail de la force explicative de cette hypothèse, d'autant que ceci a été en grande partie exposé par Pierre Costabel[48]. Que nous dit-elle en revanche du rapport de l'expérience à sa théorisation ?

Le statut de l'hypothèse

Revenons sur le statut de cette expérience, et ce qu'elle nous apprend sur la constitution des hypothèses physiques selon Malebranche. Par certains

47 Pl., I, 1062 ; OC, III, 302-303.

48 OC, III, 383-385. Voir également Pierre Costabel, « La participation de Malebranche au mouvement scientifique », dans André Robinet (dir.), *Malebranche. L'Homme et l'œuvre (1638-1715)*, Paris, Vrin/Centre international de synthèse, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1967.

égards, elle se rapproche beaucoup de l'explication de l'arc-en-ciel dans *Les Météores*. L'expérience nous permet d'éliminer parmi les causes possibles celles qui, tout en étant possibles, s'avèrent non pertinentes. Une fois retenue l'hypothèse restante – l'idée claire de la matière subtile organisée en tourbillons –, on peut en déduire ses effets et expliquer comment elle rend compte en détail de ces phénomènes observés.

En réalité, ces deux expériences ne sont pas exactement comparables : premièrement, dans la mesure où Malebranche se place à un niveau plus fondamental de l'hypothèse physique, et deuxièmement, parce qu'elle n'a pas le même caractère analytique que le dispositif cartésien.

Tout d'abord, en effet, il ne s'agit pas dans ce cas de dégager l'explication d'un phénomène particulier parmi plusieurs hypothèses possibles, mais de prouver la production universelle des phénomènes physiques par les effets de cette matière subtile. L'expérience faite d'un petit trou dans une carte exposée au soleil et placée sur un verre et qui fait apparaître deux petits cercles éclairés a pour but d'isoler l'action de la matière subtile tourbillonnaire comme seule cause de la réflexion[49]. Il n'est pas encore question d'expliquer en détail ces phénomènes, ce qui est fait dans le chapitre suivant. Et cette explication vient donc à la suite de toutes les autres de ce même texte, où il s'agissait d'expliquer par la même origine la nature de la lumière, des couleurs, du feu, de la pesanteur et du mouvement des planètes. On ne voit du reste pas d'équivalent à une telle hypothèse universelle dans la physique cartésienne.

Du même coup, le rapport entre hypothèse et expérience est modifié, tout du moins tel qu'il s'exprime dans le « Seizième Éclaircissement ». En effet, l'expérience vient ici comme confirmation ou illustration d'une hypothèse, et non comme une aide à la déduction. Dans le cas des deux cercles éclairés, ce qui intéresse Malebranche, ce n'est pas l'explication de ce phénomène en soi, mais ce en quoi il permet de corroborer son hypothèse. Et c'est le cas de toutes les expériences mises en place dans ce texte. C'est en cela que cette approche nous apparaît plus synthétique qu'analytique. Les expériences visent à démontrer ce qui est déjà supposé. Du reste, dans l'expérience du trou fait dans une carte, placée sur un verre, Malebranche

49 Pl., I, 1050-51 ; OC, III, 290-91.

fait déjà entrer parmi les origines possibles de la réflexion les effets de la matière subtile : son existence comme élément général de l'univers est déjà supposée et l'idée d'un deuxième élément d'emblée écartée.

Quel rapport peut-on maintenant établir entre cette pratique de l'explication physique exposée dans le « Seizième Éclaircissement » et la méthodologie présentée dans le livre VI de la *Recherche* ? S'agit-il de supposer qu'une chose a telle propriété, comme il a été dit de l'hypothèse au chapitre VIII ? Il s'agit ici plutôt de déduire des effets d'une cause supposée.

Nous pouvons donc différencier deux types d'hypothèses en physique : d'une part, les premières, plus générales, iraient des causes supposées aux effets observés, et la validation se ferait par l'accord avec l'expérience. Une exigence s'impose pour de telles hypothèses : qu'elles soient formulées uniquement à l'aide d'idées claires et distinctes, en l'espèce, l'étendue et le mouvement. Par exemple, elles ne doivent supposer aucune action à distance comme l'attraction. C'est le cas de l'hypothèse de la matière subtile, extrêmement comprimée, animée d'un perpétuel mouvement de tourbillons produisant une très grande force centrifuge. Cette hypothèse serait en réalité le seul cas correspondant à tel usage de l'hypothèse et elle est absolument générale. Dès lors, l'exposé de ses effets est d'ordre synthétique. D'autre part, il faut également considérer des hypothèses qui ne consistent qu'à supposer une propriété d'une chose, et il ne s'agit alors pas de dégager le *maximum* d'effets possibles d'une telle propriété, mais vérifier seulement si une telle propriété existe ou non dans la chose. Cette approche analytique s'impose la plupart du temps, lorsqu'on veut entrer dans le détail d'explications complexes, sans remonter nécessairement aux premières hypothèses.

Qu'en est-il toutefois des principes généraux de la physique, tels que le principe d'inertie, ou la conservation de la quantité de mouvement ? Comment la déduction des règles du mouvement se fait-elle par ailleurs ? Autrement dit, quel est l'équivalent, chez Malebranche, de la déduction de ces principes effectuée au livre II des *Principes* de Descartes ? L'analyse détaillée des règles malebranchistes de choc des corps va nous permettre de le comprendre, révélant un mode de validation des principes généraux similaire à celui des hypothèses particulières. À propos de ces dernières, un point toutefois nécessite d'être éclairci au préalable : quel rapport entretiennent-elles exactement avec les mathématiques proprement dites ?

Hypothèse et mathématisation

Malebranche retient l'esprit de la méthode algébrique, plus que la formalisation qu'elle implique. C'est réellement au dernier stade de l'explication physique, quand il s'agit de passer à des applications numériques relativement triviales, que la formalisation algébrique intervient dans les textes malebranchistes, et non dans la construction du problème lui-même. Le « Seizième Eclaircissement » est particulièrement éloquent à ce sujet : la seule résolution d'équations apparaît une fois le système des tourbillons démontré, et à propos d'une rectification des lois de Kepler que Malebranche entend déduire. Il s'inscrit alors dans le cadre d'une algébrisation qui avait du reste été accomplie avant lui, sans la notation moderne, il est vrai.

Nous pouvons néanmoins nous demander pourquoi Malebranche rapproche à ce point la physique et la recherche de propriétés des corps de l'analyse algébrique, s'il en fait en définitive si peu usage dans ses explications physiques. En réalité, il faut alors entendre l'algèbre au sens où elle est décrite en termes généraux dans la deuxième partie du livre VI de la *Recherche*. Sous cet aspect, il s'agirait avant tout d'une méthode de découverte, une application naturelle des règles de la méthode, qui consiste à bien appréhender un problème. Cette manière dont l'algèbre est évoquée dans le contexte physique nous en apprend donc tout autant sur la conception malebranchiste de l'algèbre elle-même que sur sa théorie de l'hypothèse physique. Nous comprenons en effet à quel point l'analyse algébrique est à rapprocher du concept de méthode. D'autre part, Malebranche a donc mis en garde contre la difficulté de géométriser abstraitement la nature et d'y retrouver de parfaites régularités. De ce fait, une mathématisation exacte s'avère inévitablement problématique du fait de la complexité presque infinie des phénomènes physiques et de la constitution encore relativement sommaire des instruments d'observation. En droit, néanmoins, elle existe, dans la mesure où les objets de la physique sont objet de mesure et relèvent donc de la quantité mathématique. Nous pouvons alors dire à propos de la physique malebranchiste ce qui a été affirmé de Descartes : *a minima*, cette physique serait mathématique au sens où ses objets peuvent, et se doivent d'être quantifiables[50]. Elle ne sera pas davantage déduite *a priori* des mathématiques. Il reste à savoir quelles procédures mathématiques interviennent dans l'élaboration des hypothèses générales et particulières de la physique.

Nous avons jusqu'ici considéré les rapports entre la connaissance physique, d'une part, et la géométrie et l'algèbre de l'autre. La relation de l'analyse infinitésimale au monde physique n'est quasiment jamais évoquée par Malebranche. Dans le livre VI de la *Recherche*, on peut seulement isoler ces quelques lignes comprises dans le paragraphe tardif commentant la nouvelle analyse :

> L'invention du calcul différentiel et du calcul intégral, a donné à l'analyse une étendue sans bornes pour ainsi dire. Car ces nouveaux calculs lui ont soumis une infinité de figures mécaniques, et une infinité de problèmes de physique. Ils lui ont donné le moyen d'exprimer les éléments infiniment petits, dont on peut concevoir que sont composés le circuit des lignes courbes, l'aire des figures, et la solidité des corps formés par les courbes ; et de résoudre d'une manière simple et générale,

50 C'est notamment l'objet de l'article de Kurth Smith, « Was Descartes's physics mathematical ? », *History of Philosophy Quaterly*, n° 20-3, 2003, p. 245-256. Il s'agit de démontrer que la physique cartésienne supporte la « machinerie » propre à l'élaboration d'équations sur ses objets. Celle-ci est donc mathématique en ce sens qu'elle est quantitative, c'est-à-dire que toutes les dimensions en lesquelles se trouvent les objets de la physique ont une structure de groupe, et que des équations permettent de les comparer. Peu importe alors dans cette perspective le niveau effectif d'algébrisation et de formalisation des hypothèses physiques, l'important est que les objets de la physique soient construits comme quantitatifs. En ce sens, la physique cartésienne peut et même doit être dite mathématique.

par le calcul des expressions de ces éléments, des problèmes utiles et les plus composés qu'on puisse proposer dans la géométrie[51].

Dans ce passage, Malebranche semble développer une approche utilitariste du calcul infinitésimal, conçu exclusivement sous le prisme de la résolution des problèmes de physique, ou les problèmes « utiles » de géométrie, ce qui pourrait revenir au même : le chapitre VI, I, 4, consacré à l'usage que l'on peut faire de la géométrie a pour objet la résolution de questions physiques. L'utilité peut également être à l'intérieur des mathématiques : dans sa pratique du calcul infinitésimal, Malebranche s'intéresse à des problèmes de quadratures résolues facilement par ce nouveau calcul. En ceci peut consister l'utilité de l'analyse infinitésimale. Il semble alors possible de se fonder sur ce passage pour défendre l'interprétation selon laquelle l'adoption par Malebranche du calcul infinitésimal traduirait un rapport nouveau de ce dernier aux mathématiques, désormais conçue dans une simple perspective utilitariste. Les mathématiques auraient d'abord été pensées dans l'optique de la méthode, avant d'être ensuite considérées comme un outil efficace au service de la physique, deux projets qui peuvent se rejoindre mais sans coïncider. Tout d'abord, une telle interprétation semble quelque peu abrupte si l'on considère que le passage en question se place à la fin de la première partie du livre VI dont tout l'objet est de développer les secours que l'on peut tirer des mathématiques pour bâtir une bonne méthode. Les mathématiques n'y sont donc pas définies par leur vertu pratique, mais comme modèle de la méthode, ou du bien penser. Le paragraphe a été ajouté dans la dernière édition, mais il est censé être en continuité avec ce qui a été dit précédemment de l'algèbre. Et en examinant plus en détail les textes physiques de Malebranche, en particulier la problématique révision des lois cartésiennes du choc, nous allons pouvoir vérifier dans quelle mesure cette approche physiciste du calcul infinitésimal est effective ou simplement programmatique dans la pratique malebranchiste. Du reste, nous avons déjà remarqué l'absence

51 *RV*, VI, I, V : Pl., I, 630 ; OC, II, 293-94. Il s'agit d'une addition à la dernière édition de la *Recherche*.

d'intérêt de Malebranche pour les calculs de caustiques de Bernoulli, qui constituent pourtant un mode d'application du calcul différentiel au monde physique, en l'occurrence à l'optique. Par cet examen, nous pourrons également répondre à la question qui n'a pas encore été résolue : quel est le mode de découverte et de validation des principes généraux de la physique ? C'est pourquoi, délaissant maintenant la théorie générale de l'hypothèse physique et ses possibles formalisations algébriques, nous devons en venir à la démarche effective de Malebranche physicien quant à la découverte des principes de sa physique.

L'EXEMPLE DES LOIS DU CHOC DES CORPS

Cet exemple est fondamental à plusieurs égards par rapport à la science malebranchiste. Tout d'abord, il va supposer de la part de Malebranche une remise en question de la théorie cartésienne de la cohésion des corps et du mouvement, qui rendra aussi possible sa théorie de la lumière et de la couleur. Ensuite, c'est dans ce domaine qu'on mesure le plus clairement la manière dont l'Oratorien a pu être marqué par Leibniz, sans renoncer pour autant à ses propres principes. En particulier, la réforme leibnizienne des lois cartésiennes se fonde en partie sur l'affirmation du principe de continuité, et il est particulièrement instructif de constater la manière dont Malebranche l'interprète. L'explication leibnizienne du choc des corps draine les concepts par lesquels son auteur tente de fonder le calcul infinitésimal. Il s'agit d'un lieu fondamental pour étudier le rapport que Malebranche pouvait éventuellement concevoir entre sa physique et le nouveau calcul.

Ces recherches malebranchistes sur les lois du choc forment, selon Pierre Costabel dans son édition de ces documents, « le texte le plus tourmenté des *Œuvres Complètes* de Malebranche[52] ». À cet égard, ces textes constituent un document passionnant, où l'on découvre la pensée malebranchiste à l'œuvre dans la recherche d'une doctrine physique. S'étalant des premières aux dernières éditions de la *Recherche*, ces corrections successives révèlent l'éloignement progressif de Malebranche

---

52 OC, XVII-1, 9.

par rapport à la science cartésienne, suite à de nombreux échanges avec Leibniz. Tout commence par une nouvelle conception des corps, plus exactement de la cohésion des corps.

Une nouvelle théorie de la cohésion des corps

C'est le point de départ de la critique malebranchiste de la physique cartésienne et de la tentative de réforme que l'Oratorien entend accomplir. Dans les premiers textes malebranchistes, cependant, il s'agit davantage de conserver la physique cartésienne en corrigeant ce qu'elle pouvait avoir d'erronée, que de chercher à la fonder sur de nouveaux principes. Cette critique du principe de la cohésion des corps apparaît donc dès les premières éditions de la *Recherche* dans un opuscule placé à la fin du chapitre IX de la deuxième partie du livre VI, autrement dit le dernier chapitre, et ceci jusqu'en 1688. Dans un premier temps, Malebranche reproche une seule chose à la physique cartésienne, de s'être appuyée sur un faux principe :

> Au reste je crois devoir avertir que ce qui gâte le plus la physique de M. Descartes est ce faux principe que le repos a de la force ; car de là il a tiré des règles du mouvement qui sont fausses[53].

Dans sa critique, Malebranche s'appuie à la fois sur un raisonnement d'ordre métaphysique qui pourrait se suffire à lui-même[54] et la description d'expériences particulièrement éloquentes, le conduisant à l'hypothèse de la pression de la matière subtile comme principe de la cohésion des corps[55]. Et jusqu'à présent, aucune mathématisation

53 *RV*, VI, II, § 9 : Pl., I, 766 ; OC, II, 449.

54 *Ibid.* : Pl., I, 750 ; OC, II, 431, supposant une boule en repos : « [...] et de cela seul que l'on conçoit que Dieu cesse de vouloir qu'elle soit en repos, il est impossible de concevoir qu'elle aille avec quelque degré de mouvement : parce qu'il n'en est pas de même du mouvement comme du repos. Les mouvements sont d'une infinité de façons, ils sont capables du plus et du moins : mais le repos n'étant rien, ils ne peuvent différer les uns des autres. »

55 Selon Paul Mouy, *Le Développement de la physique cartésienne*, *op. cit.*, p. 286-287, deux sources seraient en fait à l'origine de l'hypothèse malebranchiste : les expériences d'Otto de Guericke et la *Theoria motus abstracti* de Leibniz. André Robinet donne les éléments permettant de conjecturer une

visible, ni même de référence à l'esprit de sa méthode. On pourrait toutefois penser que l'argumentaire métaphysique reste premier, et que les expériences évoquées en sont des illustrations. En réalité, l'argumentation *a priori* ne permet que de réfuter la thèse cartésienne, et ce sont les expériences qui nous donnent la véritable hypothèse du phénomène physique de la cohésion des corps. On est bien loin, à nouveau, d'une physique toute déduite *a priori*, et donc éventuellement déduites des principes géométriques. Par ailleurs, le nouveau calcul infinitésimal, pas plus que le principe de continuité sur lequel il s'appuie, ne joue encore un quelconque rôle. D'une manière plus générale, on ne trouvera pas un exemple dans la *Recherche* d'hypothèse physique interprétée dans le cadre du calcul infinitésimal, ou de résolutions de questions particulières par ce moyen-là. La situation est néanmoins différente dans le cas de l'adoption progressive par Malebranche des lois leibniziennes du choc. Malebranche sera alors conduit *ipso facto* à réagir au principe de continuité leibnizien et à exprimer la signification qu'il lui accorde.

Cette adoption des lois leibniziennes va se révéler être un processus laborieux pour Malebranche, qui le verra changer par deux fois ses conclusions. C'est en toute dernière analyse que l'Oratorien acceptera les résultats leibniziens, sans en adopter pour autant tous les principes.

Les trois versions des lois du choc des corps : l'adoption progressive des résultats leibniziens

Première version

D'emblée, les lois malebranchistes du choc des corps divergent de celles de Descartes, puisque dans les premières versions insérées dans les éditions de la *Recherche* jusqu'en 1688, les règles sont reformulées en fonction du rejet de la force de repos. C'est ainsi que la règle IV se trouve notamment réfutée. Néanmoins, ces premières corrections

lecture par Malebranche du texte de Leibniz (André Robinet, *Malebranche et Leibniz. Relations personnelles*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque des textes philosophiques », 1955, p. 28-30).

entendaient réparer ce que les lois cartésiennes avaient de faux, mais dans la perspective de conserver globalement la physique et plus exactement le mécanisme cartésiens. Cette première réforme de la physique cartésienne donne lieu à ce qui peut être considéré comme les premières lois malebranchistes du choc des corps. Au total, seules les règles 1, 2, 3 et 5 sont retenues[56]. En revanche, Malebranche maintient évidemment le principe cartésien de la conservation de la quantité de mouvement.

Deuxième version : le traité de 1692

Malebranche et les expériences de Mariotte

Qu'est-ce qui a donc conduit Malebranche à changer par deux fois ces premières lois ? La pression de Leibniz, bien évidemment, mais il n'est pas certain que cela ait été dans un premier temps le facteur décisif. Les expériences de l'abbé Mariotte vont également jouer un grand rôle dans la deuxième révision des lois cartésiennes. Paul Mouy a même tendance à y voir la base prépondérante de réflexion de Malebranche à ce moment-là, et sur cette question précise[57].

De quoi s'agit-il donc ? L'ouvrage en question est le *Traité de la percussion et du choc*, publié par Mariotte en 1673. Malebranche a en eu nécessairement connaissance puisqu'il cite l'ouvrage dans l'exposé de 1699 des lois du choc[58]. Il n'est en revanche pas mentionné dans les premières éditions de la *Recherche* exposant les premières lois du choc. À cette époque, Malebranche considérait encore Mariotte comme un de ces expérimentateurs sans méthode à qui il manque la connaissance véritable des corps, et donc la capacité d'établir les saines déductions. Le titre complet de l'ouvrage avait pourtant de quoi susciter d'emblée

56 Pour une présentation détaillée de ces premières lois, voir par exemple Andrew Pyle, *Malebranche*, *op. cit.*, p. 146-147 et André Robinet, *Malebranche de l'Académie des sciences*, *op. cit.*, p. 119-122. Ce n'est pas notre objet de les détailler ici, dans la mesure où toutes ces différentes corrections relèvent toutes, en dernière analyse, du rejet de la force de repos.

57 Paul Mouy, *Le Développement de la physique cartésienne*, *op. cit.*, p. 298.

58 OC, XVII-1, p. 143. Malebranche y parle de « l'excellent ouvrage de M. Mariotte, De la percussion et du choc des corps. » L'ouvrage n'est pas d'une lecture aisée. Il accumule une série d'expériences réunies parfois d'une manière assez désordonnée, et les calculs y sont relativement laborieux.

son intérêt: *Traitte de la percussion ou chocq des corps. Dans lequel les principales Regles du mouvement, contraires à celles que Mr DESCARTES, & quelques autres Modernes, ont voulu establir, sont demonstrées par leurs veritables causes*. On peut donc parler d'un revirement de la part de Malebranche vis-à-vis des travaux de Mariotte entre 1675 et 1692, date de publication de la deuxième version des lois de choc. Selon André Robinet, cette évolution s'explique par le fait qu'en 1675, Malebranche a encore une conception très spéculative de la physique[59]. Entre-temps, Malebranche aurait donc reconsidéré le rapport de l'expérience à la connaissance physique. Nous avons vu toutefois la valeur que les premières éditions de la *Recherche* attribuent à une certaine expérimentation et dans quelle mesure la face spéculative de la physique, dans l'établissement des principes, y est constamment mise en balance avec l'autorité de l'expérience. Autrement dit, Malebranche a conscience dès 1675 de l'insuffisance du seul raisonnement *a priori* pour établir une physique. Ce qui a pu l'amener à revenir sur sa première opinion vis-à-vis de Mariotte, plus encore qu'une pensée plus élaborée de l'expérience, pourrait bien être la distance qu'il n'hésite plus à poser désormais entre Descartes et lui-même. Malebranche le reconnaît du reste en partie dans le texte de 1699, ultime version des lois:

> […] je n'avais pas encore donné assez d'attention aux diverses expériences que des personnes savantes et fort exactes avaient faites sur le choc des corps: parce que je m'en défiais comme étant souvent bien trompeuses, et que j'étais prévenu en faveur de M. Descartes, trompé par un raisonnement fort vraisemblable, dont je parlerai dans ce Traité[60].

59 André Robinet, *Malebranche de l'Académie des sciences*, *op. cit.*, p. 126: « Dans le contexte de 1675, rien n'est plus opposé à la conception spéculative de la physique qui est celle de Malebranche, que les résultats expérimentaux accumulés par Mariotte dans son ouvrage. Cet ouvrage est à mettre au rang des travaux des expérimentateurs dont les résultats ne coïncident en rien avec les exigences de la réflexion spéculative sur les mouvements et leurs règles. »

60 OC, XVII-1, 55.

On sait à quel point Malebranche a pris goût à la science et à la philosophie par la lecture des ouvrages scientifiques cartésiens. On peut comprendre que dans un premier temps, il se soit méfié des travaux d'expérimentateurs n'ayant pas l'envergure métaphysique de Descartes et prétendant réfuter ses lois. Il a certes a déjà commencé en 1675 à amender les principes cartésiens en remettant en question la notion de force de repos, mais l'objectif demeure alors d'établir une physique cartésienne. Or en 1692, Malebranche commence sa formation au nouveau calcul infinitésimal, et a par ailleurs eu l'occasion de formuler en différents domaines son éloignement par rapport à la philosophie cartésienne, notamment dans sa théorie des idées. C'est alors qu'il trouve dans les expériences de Mariotte un moyen d'établir une sorte de troisième voie entre la physique cartésienne qu'il ne peut plus admettre en bloc, et le chemin vers lequel veut l'entraîner Leibniz.

Leibniz et la question du principe de continuité

Depuis quelques années, Leibniz ne cesse en effet de porter ses attaques contre la physique cartésienne. Tout commence par le fameux article publié dans les *Acta Eruditorum* en mars 1686[61] sur « l'erreur mémorable » de Descartes et traduit en septembre 1686 dans les *Nouvelles de la République des lettres* sous le titre : « Démonstration courte d'une erreur considérable de M. Descartes et de quelques autres touchant une loi de la nature selon laquelle ils soutiennent que Dieu conserve dans la matière la même quantité de mouvement, de quoi ils abusent même dans la mécanique ». Dans sa lettre à Bayle de 1687, Leibniz fait alors référence à la réception de cet article par Malebranche :

> Le célèbre auteur de la Recherche de la vérité a bien vu quelques erreurs de M. Descartes en ces matières ; mais comme il présupposait la maxime que je refuse, il a cru que des 7 règles cartésiennes, la 1, 2, 3 et 5 étaient véritables, au lieu que la seule première qui est manifeste d'elle-même, est soutenable[62].

---

61 GM, VI, 117-119.

62 « Réplique de M. L à M. L'abbé D.C », février 1687 (GP, III, 46) ; dans André Robinet, *Malebranche et Leibniz. Relations personnelles*, *op. cit.*, p. 249.

La critique malebranchiste et insuffisante, mais surtout, Leibniz reproche sur le fond à l'Oratorien de s'en être tenu au principe cartésien de la conservation de la quantité absolue de mouvement. Il en résulte cet effet absurde, aux yeux de Leibniz :

> Soit corps B, 2, vitesse 1, et corps C, 1, vitesse 2, qui vont directement l'un contre l'autre, il accorde qu'ils rejailliront avec les vitesses qu'ils avaient. Mais si on suppose la vitesse ou grandeur de l'un des corps, comme B, tant soit peu augmentée, il veut qu'ils aillent tous deux ensemble du côté où B seul allait auparavant, ce qui sera à peu près avec une vitesse comme 4/3, supposé le changement fait à l'égard de B si petit, qu'en calculant la quantité de mouvement, on puisse retenir les premiers nombres sans erreur considérable. *Mais, est-il croyable, que pour un changement aussi petit que l'on voudra, fait dans la supposition à l'égard du corps B, il en résulte une si grande différence dans l'événement*, en sorte que tout le rejaillissement cesse […][63].

Reprenons donc la loi malebranchiste dans ce cas. Si $mv = m'v'$, les deux corps se séparent, mais dans tous les autres cas, quand ils se rencontrent en ligne droite en sens inverse, ils s'accompagnent après le choc. Il suffit, du reste, de mettre en rapport les deux premières lois cartésiennes. Supposons alors une modification infime dans les données initiales, par exemple $m = m + e$, l'égalité $mv = m'v'$ alors disparaît, et au lieu de rejaillir, les corps s'accompagnent, exprimant un changement considérable pour une modification infime des données initiales. Nous voici plongés au cœur du principe leibnizien de continuité. Le calcul infinitésimal est conçu comme l'expression d'un tel principe : il faut penser une correspondance entre la variation infime des données de départ et ce qui en résulte. Leibniz le formule de plusieurs manières, de façon plus ou moins formalisée. C'est précisément dans une lettre de la même année, publiée dans les *Nouvelles de la République des lettres* et comme réponse aux remarques de l'abbé Catelan (« M. l'abbé D.C. »)

63 GP, III, 47. Nous soulignons.

que Leibniz exprime pour la première fois clairement ce principe de continuité, à la fois dans sa forme familière, et plus formalisée :

> On le peut énoncer ainsi : lorsque la différence de deux cas peut être diminuée au-dessous de toute grandeur donnée *in datis* ou dans ce qui est posé, il faut qu'elle se puisse trouver aussi diminuée au-dessous de toute grandeur donnée *in quaesitis* ou dans ce qui en résulte, ou pour parler plus familièrement : lorsque les cas (ou ce qui est donné) s'approchent continuellement et se perdent enfin l'un dans l'autre, il faut que les suites ou événements (ou ce qui est demandé) le fassent aussi. Ce qui dépend encore d'un principe plus général, savoir : *datis ordinatis etiam quaesita sunt ordinata*[64].

Cette lettre est donc la « réplique » leibnizienne à la réponse de Malebranche aux remarques qui lui avaient été adressées dans la lettre précédente de 1687. De telle sorte qu'André Robinet estime qu'on peut considérer Malebranche comme la cause indirecte de la formulation par Leibniz de ce principe de continuité[65]. Commentons d'abord la signification de ce concept. Aux yeux de Leibniz, il s'applique aussi bien en mathématique qu'en physique[66]. La continuité, c'est le caractère de l'infini, la manière dont il se déploie.

Le principe de continuité dans l'œuvre de Leibniz a fait l'objet de multiples interprétations, tant il est vrai que l'application qu'il en fait ne se déploie pas toujours dans la même direction. Il prétendait pourtant avoir réussi de la sorte à sortir du « labyrinthe de l'infini », mais

---

64 « Réplique de M. L à M. L'abbé D.C », février 1687 (GP, III, 52) ; voir André Robinet, *Malebranche et Leibniz. Relations personnelles*, *op. cit.*, p. 256. L'abbé Catelan est un personnage peu connu et régulièrement associé à Malebranche. C'est bien ce dernier que cible Leibniz en répondant au premier. André Robinet considère que Catelan a pu être un temps le secrétaire de Malebranche : « L'abbé Catelan, ou l'erreur au service de la vérité », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, n° 11-4, 1958, p. 289-301.

65 André Robinet, *Malebranche et Leibniz. Relations personnelles*, *op. cit.*, p. 246.

66 « Il a son origine de l'infini, il est absolument nécessaire dans la Géométrie, mais il réussit encore dans la Physique, parce que la souveraine sagesse, qui est la source de toutes choses, agit en parfait géomètre, et suivant une harmonie à laquelle rien ne se peut ajouter. » (GP, III, 52.)

il n'est pas certain qu'il en soit effectivement ainsi[67]. Plusieurs lectures ont tenté de restituer la fonction et le sens précis de ce principe dont on voit que sa formulation est directement issue de la controverse avec Malebranche sur les lois du choc des corps[68]. La plupart des analyses de ce principe de continuité leibnizien se rejoignent du moins sur un point : la conception leibnizienne de la continuité s'enracine avant tout dans des hypothèses mécaniques, et plus particulièrement dans la critique de principes cartésiens[69]. Nous pouvons penser que Leibniz

67 C'est la thèse que rappelle, tout en l'interogeant, Richard T. W. Arthur dans sa publication des textes de Leibniz sur le continu entre 1672 et 1686 (*The Labyrinth of the Continuum. Writings on the Continuum Problem*, *1672-1686*, New Haven/London, Yale UP, coll. « The Yale Leibniz », 2001. Ainsi, dans son introduction (p. XXIV), à propos des explications leibniziennes du continu : « De plus, leur brièveté même a tendance à encourager la suspicion que Leibniz n'avait jamais vraiment trouvé de solution satisfaisante, et que ses allusions répétées au labyrinthe et ses dangers n'étaient rien de plus que des effets rhétoriques. » (Nous traduisons.)

68 Deux études nous semblent éclairantes sur cette question. La première, de François Duchesneau, replace le principe de continuité dans le contexte des réponses à Malebranche, et tente d'en déterminer les différents rôles dans les textes leibniziens (François Duchesneau, « Leibniz on The Principle on Continuity », *Revue internationale de philosophie*, vol. 48, nº 188, « Leibniz », 1994, p. 141-160). La question générale est de savoir dans quelle mesure il s'agit d'un principe architectonique, et déductible *a priori* des autres principes. L'auteur distingue trois fonctions principales du principe de continuité : critique, heuristique, et théorétique. Le rôle critique est particulièrement évident dans la réfutation des lois cartésiennes. Dans ce cas, le principe permet de les contrôler. Ce sont les deux autres fonctions de ce principe qui vont justifier sa fonction critique. Une autre question sur la loi de continuité ne concerne plus son rôle dans les textes leibniziens, mais sa signification intrinsèque. À nouveau, les commentateurs ont pu remarquer l'évolution de ce concept au cours du temps. Un article de Samuel Levey parle même des « deux concepts » de la continuité dans les textes leibniziens (Samuel Levey, « Matter and two concepts of continuity in Leibniz », *Philosophical Studies*, nº 94, 1999, p. 81-118). Il estime que Leibniz a pu considérer la continuité comme la potentialité ou comme « *connectedness* », selon la théorie de la cohésion des corps adoptée. L'auteur relie donc intimement continuité et théorie de la matière, d'une part, et tente d'autre part de montrer que les deux concepts de continuité qui en résultent ne sont pas incompatibles.

69 Un autre exemple du lien essentiel entre les hypothèses physiques et le principe de continuité nous est rappelé par Daniel Garber, « Leibniz : physics and philosophy », dans Nicholas Jolley (dir.), *The Cambridge Companion to Leibniz*, Cambridge, CUP, coll. « Cambridge companions », 1994, p. 325. L'élasticité

avait considéré l'application directe de concepts qu'il avait déjà élaborés dans ses travaux mathématiques des années 1670, et y avait vu la preuve de leur généralité. C'est ainsi qu'il aurait été amené à en faire un principe général, valable en géométrie comme en physique, et élevé au rang de principe architectonique de l'univers.

Revenons à Malebranche. Comment a-t-il réagi à ces affirmations leibniziennes ? Quelle valeur a-t-il accordé à ce nouveau principe que Leibniz produit expressément pour le contredire ? À nouveau, l'Oratorien va faire preuve d'une indéniable indépendance d'esprit, et résister dans un premier temps aux conclusions leibniziennes. Certes, en 1687, il n'a pas encore été initié au nouveau calcul par L'Hospital et Bernoulli. Mais les réponses qu'il fera par la suite ne seront guère différentes de celles qu'il formule ici à Leibniz. C'est en surface, en quelque sorte, que Malebranche va modifier sa physique. Et d'ores et déjà, elles nous permettent d'entrer dans la conception malebranchiste de cette science.

Examinons donc la réponse malebranchiste aux lettres de Leibniz. On peut toutefois se demander pourquoi Leibniz s'adresse directement à Malebranche de cette manière dans sa réponse à Catelan. Sur cette question, André Robinet a réuni un certain nombre de documents sur ce qu'il appelle « la querelle de la vraie et de la fausse physique » de 1687[70]. Il évoque tout d'abord une raison quelque peu « futile », qui tiendrait à une polémique antérieure mettant en cause Malebranche, Catelan et Leibniz[71]. Mais avant tout, mettre sur la place publique son différend avec l'Oratorien, c'est le moyen de pousser ce dernier à réagir. Malebranche se montrait en effet peu enclin à répondre directement aux remarques que Leibniz lui adressait. Il se trouve que Leibniz se sent alors beaucoup plus sûr de lui

des corps serait exigée également par le principe de continuité, même si, comme le montre l'auteur, il n'a pas le même statut que dans les œuvres tardives de Leibniz, où il est présenté comme lié à l'état particulier de ce monde.

70 André Robinet, *Malebranche et Leibniz. Relations personnelles*, *op. cit.*, p. 243-265.

71 Malebranche aurait voulu se décharger sur Catelan des *Conversations chrétiennes* en lui attribuant l'ouvrage. Leibniz aurait alors en quelque sorte fait de même en attribuant à Malebranche l'article de Catelan.

que lors de leurs premiers échanges (1675-79) pour l'attaquer désormais, et à travers ce dernier, une de ses cibles privilégiées : Descartes.

Certes, Leibniz avait donc obtenu une réponse de l'Oratorien, dans une lettre publiée de Malebranche à Catelan, mais qui ne l'a probablement pas entièrement satisfait[72]. Elle se situe dans une période d'échanges entre Malebranche et Leibniz antérieure à la découverte du calcul infinitésimal par l'Oratorien. Malebranche y énonce toutefois des principes qui régiront ses nouvelles lois de choc des corps jusqu'à leur révision finale, en 1698-1700. Cette attitude d'accueil et de résistance tout à la fois aux principes leibniziens est particulièrement instructive pour la compréhension de ce qui est vraiment essentiel à la pensée malebranchiste, et de ce que l'Oratorien est prêt à concéder.

Dans la lettre de 1687, Malebranche reconnaît s'être trompé, mais attribue cette erreur à ce seul principe :

> Car la cause des paradoxes qui suivent des règles que j'ai données, dans les cas que les corps se choquent par des mouvements contraires, vient de ce que j'ai raisonné sur cette fausse supposition que j'ai bien voulu faire, qu'il y eut dans le vide des corps parfaitement durs ; supposition contraire à ce que je crois avoir démontré qu'ils ne peuvent être durs que par la compression de la matière subtile qui les environne, et nullement par le repos de leurs parties, le repos n'ayant nulle force de résister au mouvement[73].

Sur le problème de la continuité, voici sa réponse, à propos de la possibilité de résultats « discontinus » :

> Néanmoins, j'avoue que cela peut être, car cela est arbitraire, et dépend du Créateur. Il se peut faire que dans l'instant du choc, il se fasse une permutation réciproque des mouvements, et que si B a quatre degrés de vitesse et C un, B ensuite du choc, aille trois fois plus vite qu'il n'allait

72 *Nouvelles de la République des Lettres*, avril 1687, dans André Robinet, *Malebranche et Leibniz. Relations personnelles*, *op. cit.*, p. 251-252.

73 *Ibid.*, p. 251.

auparavant, et C trois fois plus lentement. C'est l'expérience qui peut nous rendre témoignage de la manière dont agit l'Auteur de la nature[74].

Avançons un peu dans le temps. De ces réflexions va naître une nouvelle formulation malebranchiste des lois de choc qui paraît en 1692 sous la forme d'un opuscule. En introduction, Malebranche rend un étrange hommage à Leibniz, le remerciant par son article de 1687 de l'avoir fait réfléchir sur l'erreur consistant à raisonner sur des corps parfaitement durs[75]. Ce n'est pas exactement ce qu'attendait Leibniz. Ce traité en lui-même est confus, et Malebranche reconnaît à la fin du traité que les résultats auxquels il est parvenu ne sont pas satisfaisants[76]. Nous n'entrons pas dans le détail de ce traité assez difficile ; disons que Malebranche l'a divisé en trois parties, traitant dans la première des lois des corps considérés comme parfaitement durs et dans le vide, de celles des corps à ressort, c'est-à-dire « les corps tels qu'ils sont et sans résistance à l'air » dans la deuxième et dans la troisième de celles des corps « tels qu'ils sont, sans faire de supposition arbitraire », c'est-à-dire des corps comme élastiques.

Ce que tente péniblement de faire ici Malebranche, c'est de concilier la conservation de la quantité absolue de mouvement avec les expériences de Mariotte déjà évoquées. Il essaie donc d'affiner sa conception du choc réel en considérant des effets de ressort. Le principe général est de superposer aux corps considérés comme mous l'effet du ressort en distribuant réciproquement aux masses la vitesse respective. Il apparaît très clairement à la lecture de cet opuscule que la conformité à l'expérience est la seule et véritable autorité dans le domaine de la physique. Si Malebranche ne s'avoue pas satisfait de ces résultats à la fin du traité, il se justifie par le manque de moyens d'expérimentation

74 *Ibid*, p. 252.

75 « Mais la vérité est que je négligeais cette matière : et si je n'eusse lu par hasard dans les *Nouvelles de la République des lettres* quelques objections de M. de Leibniz, je n'y aurais peut-être jamais pensé de ma vie. » (OC, XVII-1, 50.)

76 « Apparemment je me suis trompé dans les secondes lois, et je ne prétends pas avoir rien établi dans les troisièmes. Mais il me semble que j'ai suffisamment prouvé et expliqué les premières, et ce sont les seules qu'on avait quelque droit de me demander. » (OC, XVII-1, 124.)

et n'exclut pas la possibilité d'accorder théorie et expérience par la suite[77]. À cette époque et jusqu'à la révision de ces lois en 1698, l'apport leibnizien est donc indirect et quasiment accidentel. Du même coup, nous constatons que Malebranche n'a pas, au moins jusqu'à la fin des années 1690, d'approche physiciste des mathématiques. Sans adhérer à la continuité physique, il souscrit en effet à la continuité mathématique, conçue comme intégration d'éléments infiniment petits, constitutives de quantités finies. Si l'on peut supposer qu'en 1687, Malebranche n'avait pas encore le concept de la continuité mathématique qui peut être appréhendée par le calcul infinitésimal, on ne peut plus l'affirmer après 1692. Pendant quelques années, Malebranche conserve donc ces lois sans tenir compte du principe de continuité, et il n'en tient pas davantage compte dans les dernières versions.

Troisième et dernière version

Affirmations malebranchistes

En 1698, Malebranche annonce soudainement qu'il a à nouveau changé ses lois :

> En relisant à la campagne où j'avais quelque loisir, le méchant petit traité de la communication des mouvements, et voulant me satisfaire sur les troisièmes lois, j'ai reconnu qu'il n'était pas possible d'accorder l'expérience avec ce principe de Descartes que le mouvement absolu demeure toujours le même. J'ai donc tout changé ce traité, car je suis maintenant convaincu que le mouvement absolu se perd et s'augmente sans cesse et qu'il n'y a que le mouvement de même part qui se conserve toujours le même dans le choc[78].

Il s'ensuit la rédaction d'un nouvel opuscule dont la première publication date de 1700, la même année où Malebranche rédige la sixième version de la *Recherche* et le « Seizième Éclaircissement ». Il y

77 « Je n'ai ni le loisir de m'exercer à ce jeu, ni les expériences nécessaires pour me redresser, et pour me conduire. » (*Ibid.*)

78 Lettre du 13 décembre 1698, dans André Robinet, *Malebranche et Leibniz. Relations personnelles*, *op. cit.*, p. 333.

reprend donc les calculs à partir du principe selon lequel c'est la quantité orientée de mouvement qui se conserve. Il ne s'interroge pas sur la conservation de la quantité mv^2 et ce que cette dernière pourrait signifier.

Sans exposer tout le détail des calculs malebranchistes à ce propos, nous pouvons dégager de ce traité un certain nombre de conclusions significatives quant à l'articulation malebranchiste des mathématiques, de la continuité et de l'expérience.

Tout d'abord, il est manifeste que Malebranche n'adhère pas aux explications leibniziennes : son ralliement à la science du philosophe allemand ne se fait toujours qu'en surface. Leibniz a été en grande partie à l'origine des révisions malebranchistes de la physique, mais il n'a pas su entraîner l'Oratorien dans ses raisons. En effet, où pourrait-on trouver le rôle critique du principe de continuité ? Et Malebranche a-t-il, d'autre part, renoncé à la nature du corps comme étendue pour penser une « force vive » attribuable aux corps et véritable invariant physique ? Aucune trace de ce genre de réflexion dans les écrits malebranchistes, y compris dans la dernière révision. Du reste, en ce qui concerne l'appel à des principes architectoniques en physique, Malebranche s'en tient plus que jamais à sa position « positiviste » :

> Certainement on ne peut en ce cas découvrir la vérité que par l'expérience. Car comme on ne peut embrasser les desseins du Créateur, ni comprendre tous les rapports qu'ils ont à ses attributs, conserver ou ne conserver pas dans l'Univers une égale quantité absolue de mouvement, cela paraît dépendre d'une volonté de Dieu purement arbitraire dont par conséquent on ne peut s'assurer que par une espèce de révélation, telle qu'est celle que donne l'expérience[79].

Jusqu'au bout, Malebranche se refusera à introduire un quelconque recours à la finalité en physique, et tenir la continuité comme un principe architectonique exprimant la Sagesse divine.

79 Avertissement aux lois de 1700 (OC, XVII-1, 55).

Il nous reste enfin à considérer le rapport de ces élaborations physiques avec les mathématiques employées. Quelle est la part de l'analyse infinitésimale dans l'élaboration de ces hypothèses ? On se rappelle du passage de la fin de la première partie du livre VI de la *Recherche* où Malebranche estime que ce calcul a permis de résoudre « une infinité de problèmes physiques ». Il est clair cependant que ce calcul n'a joué aucun rôle dans la révision malebranchiste des chocs des corps. Il se refuse même à considérer la continuité comme un principe déterminant de ce phénomène physique. Certes, la mécanique des chocs n'est pas le lieu où l'analyse infinitésimale est la plus directement appliquée : le calcul de trajectoires, des phénomènes d'optique comme les caustiques, offre bien davantage d'illustrations directes des nouveaux calculs. Or précisément, Malebranche ne s'y intéresse pas.

Peut-on dire toutefois que le calcul infinitésimal joue un rôle dans la mécanique leibnizienne, et son passage à une dynamique ? Une conception générale de la continuité s'exprime très tôt dans les traités leibniziens du mouvement, trouvant plus tard son expression mathématique avec le calcul infinitésimal. Ce point a été en particulier analysé par Michel Blay[80]. Les premiers textes leibniziens sur la physique, les *Theoria motus concreti* et *Theoria motus abstracti*, font déjà appel à des concepts continuistes, même s'ils sont d'abord informés par la méthode des indivisibles. Dans le *Theoria motus abstracti*, le mouvement est considéré comme un continu, c'est-à-dire qu'il n'est pas « entrecoupé de petits repos »[81]. Leibniz y parle de « [...] commencement du corps, de l'espace, du mouvement, du temps (à savoir le point, l'effort, l'instant) [...] »[82]. Plus intéressant encore est le fait que Leibniz emprunte

80 Michel Blay, *Les Raisons de l'infini. Du monde clos à l'univers mathématique*, Paris, Gallimard, coll. « NRF essais », 1993, en part. « La science du mouvement », p. 138-144 et *id.*, *La Naissance de la mécanique analytique. La science du mouvement au tournant des XVIIe et XVIIIe siècles*, Paris, PUF, coll. « Bibliothèque d'histoire des sciences », 1992, p. 115-122.

81 « Motus est continuus seu nullis quietulis interruptus. » (GP, IV, 229.)

82 « [...] *initium ergo corporis, spatii, motus, temporis* (*punctum nimirum*, *conatus*, *instans*) [...]. » (*Ibid.*)

à cet égard le concept hobbesien d'effort, de *conatus*, l'infiniment petit de vitesse au commencement du mouvement[83]. Suggérer ainsi une forme de tendance au mouvement du corps, engendrant l'étendue sans en constituer un élément assignable, c'est déjà un premier pas possible vers une dynamique. Or l'idée que le monde soit plein de corps animés d'eux-mêmes de « *conatus* » qui interagissent les uns sur les autres est contraire à la cinématique cartésienne auquel Malebranche veut rester fidèle[84]. Et cet univers matériel plein de puissances agissantes que viendra à décrire par la suite Leibniz est parfaitement contraire à son occasionalisme.

Mais si l'on en revient au calcul infinitésimal, il permet clairement de donner une interprétation à ce nouveau dynamisme. Tout d'abord, Michel Blay souligne en effet le lien entre la mise en avant du concept de *conatus* et la notion de continu géométrique[85]. Par la suite, la géométrisation des trajectoires par le calcul différentiel va se faire particulièrement évidente[86]. La théorisation leibnizienne du mouvement s'intègre donc aux concepts du calcul infinitésimal. Pour autant, cela signifie-t-il que les causes du mouvement doivent également obéir à la continuité mathématique ? C'est le véritable sens du différend entre Malebranche et Leibniz. En vertu de son occasionnalisme, ce dernier ne peut postuler *a priori* une dynamique des corps : toute force, tout pouvoir est en Dieu. La « force » de mouvement d'un corps ne lui appartient pas, et si l'on doit admettre la conservation d'une quantité physique dans l'Univers, car cela est conforme à l'immutabilité divine,

83 Pour une présentation synthétique de cette première physique leibnizienne, voir Martial Gueroult, *Leibniz. Dynamique et métaphysique* [1934], Paris, Aubier-Montaigne, coll. « Analyse et raisons », 1967, § II.

84 *Ibid.*, p. 278. L'auteur montre que dès les années 1670, Leibniz rejette les lois cartésiennes et substitue sa propre conception selon laquelle c'est le *conatus* qui est conservé.

85 « La mise en place du concept de *conatu*s ou indivisible de mouvement repose donc finalement sur une application de l'analyse du continu géométrique au cas du mouvement considéré comme un continu. » (Michel Blay, *La Naissance de la mécanique analytique*, *op. cit.*, p. 119).

86 Michel Blay analyse en particulier le cas caractéristique de la courbe isochrone dans le nouveau calcul (*Ibid.*, p. 122-126).

Dieu aurait pu faire des lois de choc telles qu'à chaque impact, les quantités de mouvement de chaque corps se redistribuent autrement, de telle sorte qu'apparaîtraient des effets de discontinuité. C'était le sens de la réponse de Malebranche à Leibniz en 1687.

C'est donc pour des raisons profondes que Malebranche n'emploie pas le calcul infinitésimal dans sa physique, en tout cas dans sa mécanique : rien ne permettrait d'affirmer que la nature obéit à un tel calcul. Cette conclusion épaissit du reste le mystère de l'adhésion malebranchiste à l'analyse infinitésimale. En effet, une hypothèse séduisante consiste à supposer que Malebranche y aurait vu la possibilité de résoudre une série de problèmes physiques, le conduisant alors à changer sa conception des mathématiques, devenues instrumentales. Après examen des textes physiques proprement dit de l'Oratorien, il nous semble qu'il faille renoncer à cette hypothèse. Nous maintenons que c'est une norme de vérité mathématique que Malebranche y a découverte, qui se trouve résonner avec sa métaphysique, notamment sur la question de l'infini. Que ce calcul permette de calculer des trajectoires convient tout à fait à Malebranche, ceci ne fait que prouver l'intelligibilité de la nature, mais c'est probablement la seule application physique du calcul infinitésimal qu'il admet. Et il ne s'est jamais lui-même exercé à ce genre de calcul. Il nous semble manifeste que Malebranche a toujours considéré les mathématiques comme une discipline propre à exercer l'esprit à percevoir le vrai, et s'est donc naturellement intéressé à tout ce qui pouvait apparaître comme une avancée en ce domaine. Mais il est inutile de rappeler les formules malebranchistes évoquant la distance entre la déduction mathématique et la découverte d'hypothèses physiques. C'est pourquoi il y a lieu de résister à une interprétation instrumentaliste des mathématiques chez un « dernier Malebranche ».

En revanche, l'Oratorien est bien plus à l'aise pour employer la formalisation algébrique dans l'expression de ses différentes lois du choc. Dans la dernière révision de ces lois en particulier, l'algèbre lui permet de formaliser la quantité orientée de mouvement en affectant d'un signe positif ou négatif les directions des corps. L'analyse algébrique épouse la structure d'une question bien posée, et que les hypothèses physiques puissent se formuler algébriquement ne signifie donc rien de plus que leur caractère bien formé. Elle remplit en définitive le rôle que Malebranche attribue à la « géométrie » dans le livre VI de la *Recherche* : formaliser un raisonnement à partir de suppositions, sur la nature du choc en l'occurrence, aboutir à un résultat, pour vérifier ensuite s'il est en conformité avec l'expérience.

QUELQUES CONCLUSIONS

Malebranche nous surprend donc une nouvelle fois : on pouvait s'attendre à ce que l'examen de sa physique, à travers l'exemple laborieux du choc des corps notamment, révèle un éloignement progressif vis-à-vis du cartésianisme et l'assimilation progressive des concepts leibniziens. Il s'est en effet initié en cours de route au calcul infinitésimal qui joue un rôle fondateur dans la mise en place de la dynamique leibnizienne. D'autre part, Leibniz lui-même ne cesse de presser Malebranche, directement ou indirectement, de revenir sur ses premières hypothèses. Entre 1675 et 1700, la physique malebranchiste évolue, il n'y a pas de doute. Que Malebranche essaie de se mettre en accord avec les résultats leibniziens, ceci est également évident. Mais il fait manifestement la sourde oreille aux objections profondes de Leibniz. Alors qu'il avait accepté sans hésiter la nouveauté du calcul infinitésimal et les conceptions continuistes qu'il implique, il refuse de les appliquer au monde physique. Pas davantage n'entend-il s'interroger sur la possibilité de force dans les corps, que traduirait la conservation de la quantité mv^2.

Ceci nous conduit à deux types de conclusions. Tout d'abord, la physique malebranchiste n'est guère mathématique, au sens où les hypothèses physiques ne sont pas déduites de principes mathématiques. Elles ne sont pas non plus, pour les raisons que l'on a dites, déduites métaphysiquement *a priori*. Si elle n'est pas déduite des mathématiques, elle n'est pas moins rationnelle : la volonté divine, en laquelle consistent les lois de la nature, agit dans le monde matériel selon l'essence des corps, qui est l'étendue. Or cette dernière est intelligible à l'esprit humain. Si l'on ne peut déduire *a priori* les lois générales de la nature, elles sont en droit intelligibles à notre entendement. L'expérience raisonnée nous permet parfois de les retrouver. Dans la pratique, il peut y avoir un sens à parler de Malebranche comme d'un empiriste « malgré lui » du fait de la difficulté à retrouver le détail des lois physiques, mais dans l'esprit, sa philosophie de la physique répond fondamentalement à des exigences *a priori*. Se mettre en conformité avec l'expérience, ce n'est rien de plus que tenter d'identifier les volontés générales de Dieu. Celles-ci fondent précisément la rationalité de notre expérience.

Deuxièmement, ce parcours du travail malebranchiste dans le domaine de la physique nous éclaire de manière quelque peu paradoxale sur le rapport de l'Oratorien au calcul infinitésimal et plus généralement, aux mathématiques. Malebranche ne fait aucun usage dans sa pratique de la physique générale, et pas davantage dans ses travaux d'optique, du reste, du nouveau calcul. Il maintient son approche algébrique de la mécanique bien après 1692, c'est-à-dire après son apprentissage du calcul. Si pour Malebranche, l'analyse infinitésimale a un aspect instrumental, il se révèle essentiellement à l'intérieur des mathématiques elles-mêmes, comme la résolution de quadratures, en particulier.

Il est vrai que dans le paragraphe ajouté à la dernière édition de la *Recherche*, VI, I, V, il évoque l'utilité de ce calcul pour des problèmes complexes de géométrie, mais également de physique. Or nous constatons qu'il ne s'est pas lui-même intéressé à résoudre par l'analyse infinitésimale ce type de problèmes physiques. Il savait néanmoins que certains de ses contemporains et amis, comme Leibniz, Bernoulli, ou L'Hospital, s'y employaient, en particulier pour des questions d'optique. C'est ce qui justifierait la mention faite dans ce paragraphe de la relation du nouveau calcul à la physique.

Ce que nous pouvons conclure, à la lumière de la pratique malebranchiste de ce calcul, d'une part, et de sa physique, d'autre part, est que pour Malebranche, cette relation n'est pas fondamentale. Il pratique ce calcul sans l'appliquer à des problèmes physiques, et il réfléchit sur la méthode et les principes de la physique sans mentionner l'analyse infinitésimale. C'est l'analyse, au sens d'algèbre, qui est rapportée à la résolution des problèmes physiques. Tout se passe donc comme s'il n'y avait pas de méthode attachée au calcul infinitésimal, à la différence de l'algèbre et de la géométrie qui épousent les règles du bien penser. En ce sens, ces dernières ont une valeur universelle, et peuvent se retrouver en physique. L'analyse infinitésimale ne joue pas un tel rôle, mais apparaît plus fondamentalement comme une série de procédures utiles aux mathématiques elles-mêmes, d'une part, et un lieu de détermination de nouveaux concepts qui retrouvent un sens en métaphysique, en particulier dans la modélisation du rapport du fini à l'infini. Cette absence de méthode attachée au calcul infinitésimal a donc conduit certains commentateurs à attribuer à Malebranche, dans ses derniers écrits, une conception instrumentale des mathématiques dont le sens est de résoudre des problèmes physiques, et non plus de servir de modèle à une méthode. Or nous constatons que le calcul infinitésimal est la seule branche des mathématiques que Malebranche n'utilise pas en physique, même s'il évoque la possibilité de l'utiliser en ce domaine. Il est clair en tout cas qu'elle ne conduit absolument pas à la formation d'une quelconque dynamique malebranchiste. C'est bien davantage la possibilité de raisonner de manière exacte sur l'infini, et la manière dont un esprit fini peut connaître quelque chose de l'infini qui nous semble avoir séduit Malebranche dans ce nouveau calcul. Il aurait donc abandonné l'intuition des objets mathématiques pour l'exactitude des nouveaux résultats, et non pour leur utilité physique ni même géométrique. Si la possibilité d'appliquer le calcul infinitésimal à la physique a été envisagée par Malebranche, elle ne nous apparaît donc pas comme l'élément déterminant l'intérêt de l'Oratorien pour ses procédures et ses résultats.

L'adhésion de Malebranche à ce calcul serait donc comme celle d'une analyse détachée de ses prémisses leibniziennes : reconnaissance de la continuité des phénomènes naturels, valeur architectonique du principe de continuité. L'opposition de ces deux philosophes sur le statut des lois physiques révèle *ipso facto* des conceptions bien différentes des mathématiques elles-mêmes, et plus généralement, de la connaissance.

Annexes générales

I

Une des rares données sur lesquelles se fonder pour reconstituer la culture mathématique de Malebranche est la liste des ouvrages mathématiques et de physique mathématique recensés dans sa bibliothèque[1]. On ne sait pas à quelle époque Malebranche en a fait l'acquisition. En plus de ceux mentionnés dans la *Recherche*[2], cette liste comporte les titres suivants :

Angeli, *Problemata geometrica sexaginta*

Apollonius, *Opera* (éd. Mersenne et Leotaud)

Archimède, *Opera* (éd. Mersenne et Barrow)

Barrow, *Lectiones mathematicae*

Bayle F., *Institutiones physicae*

Borelli, *De Montionibus*

Boyle, *varia*

Boulenger, Géométrie, *Traité de la sphère*

Clavius, *In sphaeram J. de Sacro Bosco*

Connette, *La Géométrie réduite*, *Du compas de proportion*

Euclide, *Éléments* (éd. Henrion et Barrow)

Galilée, *Dialogus de systemate mundi*

Gregory J., *Geometriae pars universalis*, *Catoptricae et Dioptricae Elementa*

Guisnée, *Application de l'algèbre à la géométrie*

Henrion, *Sinuum, tangentium et secantium canon Logocanon, Usage du compas des proportionnelles*

Hartsoeker, *Essai de Dioptrique*, *Principes de physique*, *Conjectures physiques*

Herigone, *Cursus mathematicus*

Huygens, *De circuli magnitudine inventa*, *Horologium oscillatorium…*, *Opuscula posthuma*

1 OC, XX, 253-283.

2 *RV*, VI, II, 6.

La Hire, *Sectiones conicae, Mémoires de mathématiques et de physique, Tabulae astronomicae*, *Traité de la mécanique*, …

La Loubère, *Quadratura circuli et hyperbolae*

Lamy B., *Éléments des mathématiques*, *Traité de mécanique*

L'Hospital, *Analyse des infiniment petits*, *Sections coniques*

Leibniz, *Hypothesis physica nova*

Léotaud, *Instutionum arithmeticarum, Examen circuli*

Marchetti, *De resistencia solidorum*

Mariotte, *De la nature des couleurs*, *Traité du mouvement des eaux*

Mersenne, *Universae geometriae, Cogitationes physico mathematicae, Tractactus mechanicus, Synopsis geometricae*

Metius, *Opera mathematica, De genuino usu utriusque globi*

Millet de Chasles, *Cursus seu mundu mathematicus, Les Éléments d'Euclide*

Montmort, *Essai d'analyse sur les jeux de hasard*

Napier, *Mirifici logarithmorum canonis*

Neuwentijdt, *Analysis infinitorum*

Newton, *Tractatus de quadratura curvarum, Optice, Arithmetica universalis, Philosophiae naturalis principia mathematica*[3]

Nicolas, *De lineis logarithmicis, De conchoïdibus et cissoïdibus*

Oughtred, *Clavis mathematica*

Ozanam, *Dictionnaire mathématique*

Pardies, *Discours du mouvement local*

Parent, *Eléments de mécanique*

Pascal, *De l'équilibre des liqueurs*

Petrus Nicolas, *De conchoidibus*

Picard, *Traité du nivellement*

Pierre de Sainte-Marie-Madeleine, *Traité d'horlogiographie*

Prestet, *Nouveaux élements de mathématiques*

Psellos, *Compendium mathematicum*

Reyneau, *Science du calcul*, *l'Analyse démontrée*

---

3 Malebranche ne cite pourtant Newton que pour ses travaux proprement physiques, surtout l'*Optique*. Voir OC, XVII-2, 62.

Schooten, *Exercitationes mathematicae, Pantometrum Kircherianum*

Sluse, *Mesolabum*

Stenon, *De solido intra solidum*

Sturm, *Mathesis enucleata*

Van Ceulen, *Fundamenta arithmeticae et geometriae*

Varignon, *Projet de mécanique*, *Conjectures sur la pesanteur*

Viète, *Opera mathematica, Algèbre*

Vitalis, *Lexicon mathematicum*

Wallis, *Opera mathematica*

Wardus, *Idea trigonometriae*, *Astronomia geometrica*

Malebranche possédait également la plupart des numéros des revues scientifiques, comme le *Journal des Savants*

2

Le tableau qui suit présente une chronologie sélective, axée sur les textes essentiels à la compréhension des mathématiques, de la science, et des idées dans les écrits de Malebranche[1].

	RV+Ecl	*Réponses à Arnauld*	*EMR*	Opuscules physiques	Textes mathématiques
1675	1re et 2^{e} éd.				*ÉM*[2]
1676	2^{e} éd. Tome II				
1677					
1678	3^{e} et 4^{e} éd. 1re éd. Ecl.				
1679					
1680					
1681					
1682					
1683	2^{e} éd. Ecl.				*Géométrie*[3]
1684		Rép. Aux VFI			*Nova Methodus*
1685		Trois lettres Rép. à Dissertation			
1686		Trois lettres			
1687		Quatre lettres			
1688			1re éd.		
1689					*NÉM*
1690			2^{e} éd.		
1691					
1692				LCM[4] 1re version	Cahiers I, II, III
1693					Cahier IV[5]
1694		1re et 2^{e} lettres			
1695					

1 Un tableau complet, et par « strates », des œuvres de Malebranche se trouve dans André Robinet, *Malebranche de l'Académie des sciences. L'Œuvre scientifique, 1674-1715*, Paris, Vrin, 1970, p. 5.

2 ÉM : *Éléments de mathématiques* de Prestet ; NÉM : *Nouveaux Éléments de mathématiques*.

3 D'Arnauld.

4 *Lois de la communication des mouvements*.

5 Il s'agit du cahier de Malebranche sur les *Leçons* de Bernoulli.

	RV+Ecl	*Réponses à Arnauld*	*EMR*	Opuscules physiques	Textes mathématiques
1696			3e éd. Préface et E sur la mort		*Analyse inf. petits*
1697					
1698					
1699[6]		Rép. à 3e lettre		Réflexions sur la lumière ; LCM 2e version	
1700	5e éd. ; Ecl XVI sur la lumière				
1701					
1702					
1703					
1704					
1705					
1706					
1707					*Sections coniques*[7]
1708					*Analyse démontrée*[8]
1709		Recueil des Rép.			
1710					
1711			4e éd.		
1712	6e éd. ; dernier Ecl.				
1713					
1714					*SCG*[9]

6 Malebranche élu à l'Académie des sciences.
7 De L'Hospital.
8 De Reyneau.
9 SCG : *Science du calcul des grandeurs*, de Reyneau.

Bibliographie

TEXTES

Œuvres de Malebranche

Œuvres complètes, éd. André Robinet, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque des textes philosophiques », 1958-1970 [20 tomes et un index].

Œuvres, éd. Geneviève Rodis-Lewis, Paris, Gallimard, coll. « Bibliothèque de la Pléiade », vol. 1, 1979 ; vol. 2, 1992.

Autres auteurs

Ambrosius Victor (Martin, André), *Philosophia christiana*, Paris, 1667.

Arnauld, Antoine, *Œuvres complètes*, Paris/Lausanne, Sigismond d'Arnay, 43 vols., 1775-1783 ; Bruxelles, Culture et civilisation, 1964-1967.

—, *Des Vraies et fausses idées*, éd. Christiane Frémont, Paris, Fayard, « Corpus des Œuvres de Philosophie en Langue française », 1986.

—, & Nicole, Pierre, *La Logique ou Art de penser*, éd. Pierre Clair et François Girbal, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque des textes philosophiques », 1981.

Bernoulli, Johann, *Opera omnia*, Marc-Michel Bousquet, 1742.

—, *Der Briefwechsel von Johann I Bernoulli*, éd. Pierre Costabel, Jeanne Peiffer & Otto Spiess, Basel/Boston/Berlin, Birkhauser, 1955-1992.

Carré Louis, *Méthode pour la mesure des surfaces, la dimension des solides, leurs centres de percussion et d'oscillation par l'application du calcul intégral*, Paris, 1700.

Clauberg, Johann, *Opera omnia philosophica*, Amsterdam, 1691, rééd. Hildesheim, Olms Verlag, 1968.

Condillac, Etienne Bonnot de, *Traité des systèmes*, Paris, Fayard, coll. « Corpus des œuvres de Philosophie en Langue française », 1991.

Cordemoy, Gérauld de, *Œuvres philosophiques*, éd. Pierre Clair et François Girbal, Paris, PUF, coll. « Le mouvement des idées au XVII^e siècle », 1968.

Descartes, René, *Œuvres*, éd. Charles Adam et Paul Tannery, Paris, éditions du Cerf, 1897-1909 ; seconde édition, Paris, Vrin/CNRS, 1964-1974.

—, *Œuvres philosophiques*, éd. Ferdinand Alquié, Paris, Garnier, 1963-1973.

—, *Règles utiles et claires pour la direction de l'esprit en la recherche de la vérité*, trad. et éd. Jean-Luc Marion, avec la collaboration de Pierre Costabel, La Haye, Nijhoff, 1977.

—, *Regulae ad directionem ingenii*, éd. Giovanni Crapulli, La Haye, Nijhoff, 1966.

—, *L'Entretien avec Burman*, trad. et éd. Jean-Marie Beyssade, Paris, PUF, coll. « Epiméthée », 1981.

—, *Discours de la méthode* [1925], éd. Etienne Gilson, Paris, Vrin, 1976.

Diderot Denis, « Malebranchisme », dans *L'Encyclopédie*, Paris, Briasson, 1765, t. IX, p. 942-943.

Foucher, Simon, *La Critique de la « Recherche de la vérité » où l'on examine en même temps une partie des principes de M. Descartes*, Paris, Coustelier, 1675 ; éd. Richard A. Watson, New York, Johnson Reprints, 1969.

—, *Réponse pour la critique de la préface du second volume de la « Recherche de la vérité »*, Paris, La Caille, 1679.

—, *Dissertation sur la « Recherche de la vérité » contenant l'apologie des Académiciens*, Paris, Chardon, 1687.

Galilée [Galiléi], Galileo, *Le Opere di Galileo Galilei. Edizione nazionale sotto gli auspicii sua maestà il re d'Italia*, éd. Antonio Favaro, Fierenze, Tipografia Barbèra, 1890-1909 [20 vol.].

Guericke, Otto von, *Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio*, Amsterdam, 1672. *The new (so-called) Magdeburg experiments*, éd. et trad. Margaret Glover Foley Ames, Dordrecht, Kluwer, 1994.

Huygens, Christiaan, *Œuvres complètes*, La Haye, Nijhoff, 1888-1950.

La Forge, Louis de, *Œuvres philosophiques*, éd. Pierre Clair, Paris, PUF, coll. « Le mouvement des idées au XVII^e^ siècle », 1974.

Lamy, Bernard, *Traité de mécanique. De l'équilibre des solides et des liqueurs*, Paris, Pralard, 1679.

—, *Éléments de géométrie, ou de la mesure des corps*, Paris, Pralard, 1685.

Leibniz, Gottfried Wilhelm, *Mathematische Schriften*, éd. Karl Immanuel Gerhardt, Halle, 1850-1863 ; Hildesheim, Olms, 1962.

—, *Die Philosophischen Schriften*, éd. Karl I. Gerhardt, Berlin, Weidmann, 1875-1890 ; Hildesheim/New York, Olms, 1960-1961.

—, *Sämtliche Schriften und Briefe*, Darmstadt/Berlin, Preussische Akademie der Wissenschaften / Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1923 *sq*.

—, *Opuscules et fragments inédits de Leibniz*, éd. Louis Couturat, Paris, Alcan, 1903.

—, *Textes inédits*, éd. Gaston Grua, Paris, PUF, coll. « Bibliothèque de philosophie contemporaine », 1948 ; 2e édition, Paris, PUF, coll. « Epimethée », 1998.

—, *Discours de métaphysique et Correspondance avec Arnauld*, éd. Georges Le Roy, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque des textes philosophiques », 1957.

—, *La Naissance du calcul différentiel. 26 articles des Acta Eruditorum*, éd. et trad. Marc Parmentier, Paris, Vrin, coll. « Mathesis », 1989.

—, *Opuscules philosophiques choisis*, éd. Paul Schrecker, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque des textes philosophiques », 1966.

L'Hospital, Guillaume-François, marquis de, *Analyse des infiniment petits pour l'intelligence des lignes courbes*, Paris, 1696.

Locke, John, *Examination of P. Malebranche's opinion of our « seing all things in God »*, dans *Locke's Philosophical Works*, éd. James Augustus St. John, London, Bell and sons, 1883, t. II, p. 414-458 ; *Examen de la « vision en Dieu » de Malebranche*, trad. Jean Pucelle, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque des textes philosophiques », 1978 ; *Examen de la vision en Dieu de Malebranche*, éd. et trad. Jean-Michel Vienne, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque des textes philosophiques », 2013.

Mariotte, Edme, *Œuvres*, Leiden, Pieter van der Aa, 1717 ; Paris, Blanchard, 2001.

Newton, Isaac, *Philosophae naturalis principia mathematica*, London, jussu Societatis regiae, 1687 ; Principes mathématiques de philosophie naturelle, trad. Emilie du Chatelet, Paris, Desaint et Saillant, 1756-1759 ; *Principia mathematica*, trad. Marie-Françoise Biarnais, Paris, Bourgois, coll. « Épistémè », 1985.

—, *The Method of fluxions and infinite series*, Londres, 1736 ; *La Méthode des fluxions et des séries infinies*, trad. Georges-Louis Leclerc, comte de Buffon, Paris, De Bure, 1740 ; réédition, Paris, Blanchard, 1966.

—, *Opticks*, Londres, 1704 ; *Optique*, trad. Jean-Paul Marat, Paris, 1787.

—, *Arithmetica universalis*, London, 1707.

Pascal, Blaise, *Œuvres complètes*, éd. Louis Lafuma, Paris, éditions du Seuil, 1963.

Poisson, Nicolas-Joseph, *Remarques sur la méthode de Descartes*, Vendôme, Thiboust & Esclassan, 1670.

Prestet, Jean, *Éléments de mathématiques*, Paris, Pralard, 1675.

—, *Nouveaux Éléments de mathématiques*, Paris, Pralard, 1689.

Regis, Pierre-Sylvain, *Système de philosophie*, Paris-Lyon, Anisson, Thierry, Posuel & Rigaud, 1690.

Reyneau, Charles-René, *Analyse démontrée*, Paris, Quillau, 1708.

—, *La Science du calcul des grandeurs en général*, Paris, Quillau, 1714.

Roberval, Gilles-Personne de, *Divers ouvrages de M. Roberval*, Paris, Académie royale des sciences, 1693.

—, *Principaux écrits mathématiques*, trad. Jean Peyroux, Paris, Blanchard, 2003.

Rolle, Michel, *Règle et remarque pour le problème général des tangentes*, *Journal des Savants*, n° 16, 1702, p. 239-254.

—, *Du nouveau système de l'infini*, Paris, Mémoires de l'Académie royale des sciences, 1703, p. 312-336.

—, *Remarques sur les lignes géométriques*, Paris, Mémoires de l'Académie royale des sciences, 1703, p. 132-139.

Tacquet, André, *Elementa geometriae planae ac solidae, quibus accedunt selecta ex Archimede theoremata*, Antuerpiae, Iacobum Meursium, 1654.

Varignon, Pierre, « Remarques sur les courbes des deux premiers exemples proposés par M. Rolle dans le journal du jeudi 13 avril 1702 », *Journal des Savants*, n° 3, 1703, p. 41-46.

—, « Suite des remarques sur les courbes des deux premiers exemples proposés par M. Rolle dans le journal du jeudi 13 avril 1702 », *Journal des Savants*, n° 4, p. 49-52, 1703.

—, *Nouveaux éclaircissements sur l'*Analyse des infiniment petits, Paris, Rollin, 1725.

Viète, François, *In artem analyticam isagoge*, Turoni, 1591.

Voltaire, *Le Siècle de Louis XIV*, Paris, Garnier-Flammarion, 1966.

Wallis, John, *Arithmetica Infinitorum*, Oxonii, 1656.

—, *Opera Mathematica*, Oxonii, 1699 ; Hildesheim/New York, Olms, 1972.

USUELS

André, Yves-Marie, *La vie du R. P. Malebranche, prêtre de l'Oratoire, avec l'histoire de ses ouvrages* [1886], Genève, Slatjine, 1970.

Armogathe, Jean-Robert & Carraud, Vincent, *Bibliographie cartésienne (1960-1996)*, Lecce, Conte, 2003.

– & Marion, Jean-Luc, *Index des Regulae ad directionem ingenii*, Roma, Ateneo, coll. « Corpus Cartesianum » et « Lessico intellettuale europeo », 1976.

Ayers Michael & Garber Daniel (dir.), *The Cambridge History of Seventeenth-century Philosophy*, Cambridge, CUP, 1998.

Baillet, Adrien, *Vie de Descartes* [1691], Paris, La Table ronde, coll. « Grandeur », 1946.

Blay Michel & Halleux Robert (dir.), *La Science classique, XVIe-XVIIIe siècle. Dictionnaire critique*, Paris, Flammarion, 1998.

Easton Patricia, Lennon Thomas M. & Sebba Gregor, *Bibliographia Malebranchiana. A Critical Guide to the Malebranche Literature into 1989*, Carbondale/Edwardsville, Southern Illinois UP, 1992.

Gilson, Etienne, *Index scolastico-cartésien*, Paris, Alcan, 1913.

Ravier, Emile, *Bibliographie des œuvres de Leibniz* [1937], Hildesheim, Olms, 1966.

Sebba, Gregor, *Bibliographia Cartesiana. A critical guide to the Descartes litterature (1800-1960)*, La Haye, Nijhoff, 1964.

ÉTUDES

Études sur Malebranche

Ablondi, Fred, « Le Spinoziste malgré lui ? Malebranche, De Mairan, and intelligible extension », dans *History of Philosophy Quaterly*, n° 15-2, avril 1998, p. 191-203.

Alquié, Ferdinand, *Le cartésianisme de Malebranche*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1974.

—, *Malebranche et le rationalisme chrétien*, Paris, Seghers, 1977.

Bardout, Jean-Christophe, « Malebranche ou l'individuation perdue », *Les Études philosophiques*, 1996, n° 4, p. 489-506.

—, *Malebranche et la métaphysique*, Paris, PUF, coll. « Epimethée », 1999.

—, « Brèves remarques sur l'*Art de penser* dans le Livre VI de la *Recherche* de Malebranche », *Revue des sciences philosophiques et théologiques*, n° 84-1, 2000, p. 59-67.

Blanchard, Pierre, *L'Attention à Dieu selon Malebranche : méthode et doctrine*, Paris, Desclée de Brouwer, 1956.

Boutroux, Émile, « L'intellectualisme de Malebranche », *Revue de métaphysique et de morale*, n° 23, 1916, p. 27-36.

Brown, Stuart (dir.), *Nicolas Malebranche. His Philosophical Critics and Successors*, Assen/Maastricht, Van Gorcum, 1991.

Chappell, Vere (dir.), *Essays on Early Modern Philosophers. Nicolas Malebranche*, New York/London, Garland, 1992.

Clarke, Desmond M., « Malebranche and Occasionalism. A Reply to Steven Nadler », *Journal of the History of Philosophy*, vol. 33-3, July 1995, p. 499-504.

—, « The ontological status of Malebranchian ideas », *Journal of the History of Philosophy* vol. 36-4, 1998, p. 535-544.

Costabel, Pierre, « La participation de Malebranche au mouvement scientifique », dans *Malebranche. L'Homme et l'œuvre (1638-1715)*, Paris, Vrin/Centre international de synthèse, 1967, p. 75-110.

Cuvillier, Armand, *Essai sur la mystique de Malebranche*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1954.

Delbos, Victor, *Étude de la philosophie de Malebranche*, Paris, Bloud & Gay, 1924.

Duhem, Pierre, « L'optique de Malebranche », *Revue de métaphysique et de morale*, n° 23, 1916, p. 37-91.

Dreyfus, Ginette, *La Volonté selon Malebranche*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1958.

Fafara, Richard J., « The implicit Efficacity of the Idea in *Recherche de la Vérité* », *The Modern Schoolman*, n° 55, 1978, p. 147-164.

Girbal, François, « À propos de Malebranche et Bernard Lamy », *Revue internationale de philosophie*, n° 32, 1955, p. 288-290.

Glauser, Richard, « Arnauld critique de Malebranche : le statut des idées », dans *Revue de théologie et de philosophie*, n° 120, 1988, p. 389-410.

Gouhier, Henri, *La Vocation de Malebranche*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1926.

—, *La Philosophie de Malebranche et son expérience religieuse*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1926.

Guéroult, Martial, *Étendue et psychologie chez Malebranche* [1939], Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1987.

—, *Malebranche. La vision en Dieu. Les cinq abîmes de la Providence*, Paris, Aubier, coll. « Philosophie de l'esprit », 1955-1959.

—, *Études sur Descartes, Spinoza, Malebranche et Leibniz*, Hildesheim/New York, Olms, coll. « Studien und Materialen zur Geschichte der Philosophie », 1970.

Hankins, Thomas L., « The Influence of Malebranche on the Science of Mechanics during the Eighteenth Century », *Journal of the History of Ideas*, n° 28, 1967, p. 193-210.

Hobart, Michael E., *Science and religion in the Thought of Malebranche*, Chapel Hill, University of North Carolina Press, 1982.

—, « Malebranche, Mathematics and Natural Theology », *International Studies of Philosophy* vol. 20-1, 1988, p. 11-25.

Jolley, Nicholas, « Leibniz and Malebranche on innate ideas », *Philosophical Review*, n° 97-1, 1988, p. 71-91.

—, *The Light of the Soul. Theories of Ideas in Leibniz, Malebranche and Descartes*, Oxford/New York, Clarendon, OUP, 1989.

—, « Malebranche on the soul » dans Nadler, Steven (dir.), *The Cambridge Companion to Malebranche*, Cambridge, CUP, 2000, p. 32-58.

Kambouchner, Denis, « Des vraies et fausses ténèbres. La connaissance de l'âme d'après la controverse avec Malebranche », dans Pariente, Jean-Claude (dir.), *Antoine Arnauld. Philosophie du langage et de la connaissance*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1995, p. 153-177.

Laporte, Jean, « L'Étendue intelligible selon Malebranche », *Revue internationale de philosophie*, vol. 1, n° 1, 1938, p. 7-58.

Lennon, Thomas M., « Malebranche and method », dans Nadler, Steven (dir.), *The Cambridge Companion to Malebranche*, Cambridge, CUP, 2000, p. 8-30.

LoLordo, Antonia, « Descartes and Malebranche on thought, sensation and the nature of the mind », *Journal of the History of Philosophy*, n° 43-4, 2005, p. 387-402.

Mallet, Sébastien, « L'infini indéfini de Malebranche », dans Pinchard, Bruno (dir.), *La Légèreté de l'être. Études sur Malebranche*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1998., p. 121-146.

Moreau, Denis, *Deux cartésiens. La polémique Arnauld Malebranche*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1999.

—, *Malebranche. Une philosophie de l'expérience*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque des philosophies », 2004.

Mouy, Paul, *Les Lois du choc des corps d'après Malebranche*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1927.

Nadler, Steven, *Malebranche and Ideas*, New York, OUP, 1992.

—, « Occasionalism and General Will in Malebranche », *Journal of the History of Philosophy*, vol. 31-1, 1993, p. 31-47.

—, « Malebranche's Occasionalism. A Reply to Clarke », *Journal of the History of Philosophy*, vol. 33-3, 1995, p. 505-508.

– (dir.), *The Cambridge Companion to Malebranche*, Cambridge, CUP, coll. « Cambridge Companion », 2000.

—, « Malebranche and Causation », dans Nadler, Steven (dir.), *The Cambridge Companion to Malebranche*, Cambridge, CUP, coll. « Cambridge Companion », 2000., p 112-138.

Olle-Laprune, Léon, *La Philosophie de Malebranche*, Paris, Ladrange, 1870.

Pellegrin, Marie-Frédérique, *Le Système de la loi de Nicolas Malebranche*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 2006.

Pessin, Andrew, « Malebranche's distinction between general and particular volitions », dans *Journal of the History of Philosophy*, vol. 39-1, 2001, p. 77-99.

Pinchard, Bruno (dir.), *La Légèreté de l'être. Études sur Malebranche*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1998.

Pyle, Andrew, *Malebranche*, London/New York, Routledge, 2003.

Radner, Daisie, *Malebranche. A Study of a Cartesian System*, Assen, Van Gorcum, 1978.

Reid, Jasper, « Malebranche on intelligible extension », *British Journal for the history of philosophy*, vol. 11-4, 2003, p. 581-608.

Robinet, André, *Malebranche et Leibniz. Relations personnelles*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque des textes philosophiques », 1955.

—, « Le groupe malebranchiste introducteur du calcul infinitésimal en France », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, n° 13-4, 1960, p. 287-308.

—, « La philosophie malebranchiste des mathématiques », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, n° 14-3, 1961, p. 205-254.

—, *Système et existence dans l'œuvre de Malebranche*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1965.

—, « Le rôle de l'expérience dans la physique de Malebranche », *Mélanges Koyré*, Paris, Hermann, 1965.

—, *Malebranche de l'Académie des sciences. L'œuvre scientifique*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1970.

—, « Aux sources jansénistes de la première œuvre de Malebranche », *Les Études philosophiques*, n° 29, 1974, p. 465-479.

—, « Dom Robert Desgabets. Le conflit avec Malebranche et l'œuvre métaphysique », *Revue de synthèse*, n° 95, 1974, p. 65-83.

Rodis-Lewis, Geneviève, *Nicolas Malebranche*, Paris, PUF, coll. « Les Grands penseurs », 1963.

—, « La connaissance par idées », dans *Malebranche. L'Homme et l'œuvre (1638-1715)*, Paris, Vrin/Centre international de synthèse, coll. « Bibliothèque des textes philosophiques », 1967, p. 111-137.

Roux, Sandrine, « La physiologie contre l'expérience : l'argument du "défaut de connaissance" de Malebranche », *Philonsorbonne*, n° 8, 2014, p. 47-63.

Schmaltz, Tad, *Malebranche's Theory of the Soul*, Oxford, OUP, 1996.

Schrecker, Paul, « Arnauld, Malebranche, Prestet et la théorie des nombres négatifs », *Thales*, 1935, n° 2, p. 82-90.

—, « Malebranche et les mathématiques », dans *Travaux du IX*e *Congrès international de philosophie*, 1937, vol. 2, p. 33-40.

—, « Le parallélisme théologico-mathématique chez Malebranche », *Revue philosophique*, n° 125, 1938, p. 215-252.

Schwartz, Claire, « La question de l'infinité du monde et ses réponses cartésiennes », *Études philosophiques*, janvier 2014-1, p. 99-114.

Walton, Craig, *De la recherche du bien. A Study of Malebranche's Science of Ethics*, The Hague, Nijhoff, coll. « Archives internationales d'histoire des idées », 1972.

Watson, Richard A., « Foucher's Mistake and Malebranche's Break », dans Brown, Stuart (dir.), *Nicolas Malebranche. His Philosophical Critics and Successors*, Assen, Van Gorcum, 1991, p. 22-34.

Autres études

Adams, Robert M., *Leibniz. Determinist, Theist, Idealist*, New York, OUP, 1994.

Alquié, Ferdinand, *La Découverte métaphysique de l'homme chez Descartes*, Paris, PUF, coll. « Bibliothèque de philosophie contemporaine », 1950.

Ariew, Roger, « Oratorians and the teaching of cartesian philosophy in the seventeenth-century in France », *History of Universities*, n° 17, 2001-2002, p. 47-80.

—, *Descartes and the First Cartesians*, Oxford, OUP, 2014.

Arthur, Richard T. W., *The Labyrinth of the Continuum, Writings on the Continuum Problem (1672-1686)*, New Haven/London, Yale UP, 2001.

Baron, Margaret Eleanor, *The Origins of the Infinitesimal Calculus*, Oxford, Pergamon, 1969.

Beck, Leslie J., *The Method of Descartes. A Study of the Regulae*, Oxford, Clarendon, 1952.

Belaval, Yvon, *Leibniz critique de Descartes*, Paris, Gallimard, coll. « Bibliothèque des idées », 1960.

Benoist, Jocelyn, « La réalité objective ou le nombre du réel », dans Fichant, Michel & Marion, Jean-Luc (dir.), *Descartes en Kant*, Paris, PUF, 2006, coll. « Epimethée », p. 179-196.

Beyssade, Jean-Marie, *La Philosophie première de Descartes*, Paris, Flammarion, 1979.

—, « RSP ou Le monogramme de Descartes », dans *L'Entretien à Burman*, Paris, PUF, coll. « Epimethée », 1981, p. 153-207.

—, *Descartes au fil de l'ordre*, Paris, PUF, coll. « Epimethée », 2001.

Blay, Michel, « Deux moments de la critique du calcul infinitésimal : Michel Rolle et George Berkeley », *Revue d'histoire des sciences*, n° 39-3, 1986, p. 223-253.

—, *La Naissance de la mécanique analytique*, Paris, PUF, coll. « Bibliothèque d'histoire des sciences », 1992.

—, *Les Raisons de l'infini*, Paris, Gallimard, coll. « NRF Essais », 1993.

Bos, Henk J. M., « Differentials, higher-order differentials and the derivative in the Leibnizian calculus », dans *Archive for History of Exact Sciences*, n° 14-1, 1974, p. 1-90.

—, *Redefining Geometrical Exactness. Descartes' transformation of the early modern concept of construction*, New York/Berlin/Heidelberg, Springer, 2001.

Boureau, René, *L'Oratoire en France*, Paris, Éditions du Cerf, coll. « Histoire », 1991.

Boutroux, Pierre, *L'Imagination et les mathématiques selon Descartes*, Paris, Alcan, 1900.

—, « Sur la signification de la *Géométrie* de Descartes », *Revue de métaphysique et de morale*, n° 22, 1914, p. 814-827.

Boyer, Carl B., *The History of the Calculus and its Conceptual Development*, New York, Dover, 1959.

—, «Descartes and the Geometrization of Algebra», *The American Mathematical Monthly*, vol. 66-5, 1959, p. 390-393.

Brockliss, Laurence, « Aristotle, Descartes and the New Science. Natural Philosophy at the University of Paris, 1600, 1740 », *Annals of Science*, vol. 38-1, 1981, p. 33-69.

—, *French Higher Education in the Seventeenth and Eighteenth Century*, Oxford, Clarendon Press, 1987.

Brunschvicg, Léon, *Les Étapes de la philosophie mathématique*, Paris, Alcan, coll. « Bibliothèque de philosophie contemporaine », 1912.

—, *L'Expérience humaine et la causalité physique*, Paris, Alcan, coll. « Bibliothèque de philosophie contemporaine », 1922.

Buzon, Fréderic de, « *Mathesis universalis* », dans Blay Michel & Halleux Robert (dir.), *La Science classique. xvi^e-xviii^e siècle. Dictionnaire critique*, Paris, Flammarion, 1998, p. 610-621.

—, *La Science cartésienne et son objet. Mathesis et phénomène*, Paris, Champion, coll. « Essais », 2013.

Cifoletti, Giovanna, « Quaestio sive aequatio. La nozione di problema proposta nelle *Regulae* », dans Alfonso Ingegno (dir.), *Da Democrito a Collingwood. Studi di storia della filosofia,* Firenze, Olschki, coll. « Pubblicazioni del dipartimento di filosofia e scienze sociali dell'Università di Siena », 1991, p. 43-79.

Clarke, Desmond, *Descartes' Philosophy of Science*, Manchester, MUP, coll. « Studies in intellectual history », 1982.

—, *Occult Powers and Hypotheses. Cartesian Natural Philosophy under Louis XIV*, Oxford, Clarendon Press, 1989.

—, « Descartes' Philosophy of science and the scientific revolution », dans Cottingham, John (dir.), *The Cambridge Companion to Descartes*, Cambridge, CUP, coll. « Cambridge companion », 1992, p. 258-285.

Costabel, Pierre, « Deux inédits de la correspondance indirecte Leibniz-Reyneau », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, n° 2-4, 1949, p. 311-332.

—, « Pierre Varignon et la diffusion en France du calcul différentiel et intégral », Conférence au Palais de la Découverte, le 14 décembre 1965, *Les Conférences du Palais de la découverte*, série D, n° 108, Paris, 1966.

—, « Une lettre inédite du marquis de l'Hospital sur la résolution de l'équation du troisième degré », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, n° 18-1, 1965, p. 29-43.

—, *Démarches originales de Descartes savant*, Paris, Vrin, 1982.

Cottingham, John (dir.), *The Cambridge Companion to Descartes*, Cambridge, CUP, coll. « Cambridge companion », 1992.

Couturat, Louis, *La Logique de Leibniz d'après des documents inédits*, Paris, Alcan, 1901.

Crapulli, Giovanni, *Mathesis universalis. Genesi di una idea nel XVI secolo*, Rome, Ateneo, 1969.

Dainville, François de, « L'enseignement des mathématiques dans les collèges Jésuites de France du XVIe au XVIIIe siècle », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, n° 7-1, 1954, p. 6-21.

– (dir.), *L'Éducation des Jésuites*, Paris, Minuit, 1978.

Dascal, Marcelo, *La Sémiologie de Leibniz*, Paris, Aubier-Montaigne, coll. « Analyse et raisons », 1978.

Duchesneau, François, « Leibniz on the principe on continuity », *Revue internationale de philosophie*, n° 48-188, 1994, p. 141-160.

Edwards, Charles H., *The Historical development of the Calculus*, New York, Springer, 1979.

Fichant, Michel, *Science et métaphysique dans Descartes et Leibniz*, Paris, PUF, coll. « Épiméthée », 1988.

Gabbey, Alan, « Force and inertia in seventeenth century dynamics », *Studies in the History and Philosophy of Science*, n° 2, 1971, p. 1-67.

Garber, Daniel, *Descartes' Metaphysical Physics*, Chicago, University of Chicago Press, 1992 ; *La Physique métaphysique de Descartes*, trad. Stéphane Bornhausen, Paris, PUF, coll. « Epimethée », 1999.

—, « Descartes' physics », dans Cottingham, John (dir.), *The Cambridge Companion to Descartes*, Cambridge, CUP, coll. « Cambridge companion », 1992, p. 286-334.

—, « Leibniz : physics and philosophy », dans Jolley, Nicholas (dir.), *The Cambridge Companion to Leibniz*, Cambridge, CUP, coll. « Cambridge companion », 1995, p. 270-352.

—, *Descartes Embodied*, Cambridge, CUP, 2000 ; *Corps cartésiens*, trad. Olivier Dubouclez, Paris, PUF, coll. « Epimethée », 2004.

Gardies, Jean-Louis, « Arnauld et le reconstruction de la géométrie euclidienne », dans Pariente, Jean-Claude (dir.), *Antoine Arnauld. Philosophie du langage et de la connaissance*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1995., p. 13-32.

—, *L'organisation des mathématiques grecques de Théétète à Archimède*, Paris, Vrin, coll. « Problèmes et controverses », 1997.

Gaukroger, Stephen (dir.), *Descartes. Philosophy, Mathematics, and Physics*, Sussex, Harvester Press, coll. « Harvester readings in the history of science and philosophy », 1980.

—, *Cartesian Logic. An Essay on Descartes' Conception of Inference*, Oxford, Clarendon Press, 1989.

—, « The Nature of Abstract Reasoning : Philosophical Aspects of Descartes' Work in Algebra », dans Cottingham, John (dir.), *The Cambridge Companion to Descartes*, Cambridge, CUP, coll. « Cambridge companion », 1992, p. 91-114.

Gewirth, Alan, «The Cartesian Circle Reconsidered», *Journal of Philosophy*, n° 67, 1970, p. 668-685.

—, « Descartes. Two Disputed Questions », *Journal of Philosophy*, n° 68, 1971, p. 288-296.

Giard, Luce (dir.), *Les Jésuites à la Renaissance. Système éducatif et production du savoir*, Paris, PUF, coll. « Bibliothèque d'histoire des sciences », 1995.

Glauser, Richard, *Berkeley et les philosophes du XVII[e] siècle. Perception et scepticisme*, Sprimont, Mardaga, coll. « Philosophie et langage », 1999.

Goldstein, Catherine, « On a seventeenth century version of the "fundamental theorem of arithmetics" », *Historia mathematica*, n° 19-2, mai 1992, p. 177-187.

Gouhier, Henri, *Cartésianisme et Augustinisme au XVII[e] siècle*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1978.

Granger, Gilles Gaston, *Essai d'une philosophie du style*, Paris, Colin, coll. « Philosophies pour l'âge de la science », 1968.

Grosholz, Emily R., « Descartes' unification of algebra and geometry », dans Gaukroger, Stephen (dir.), *Descartes. Philosophy, Mathematics, and Physics*, Sussex, Harvester Press, coll. « Harvester readings in the history of science and philosophy », 1980, p. 156-168.

Gueroult, Martial, *Descartes selon l'ordre des raisons*, Paris, Aubier, coll. « Analyse et raisons », 1953.

—, *Leibniz. Dynamique et métaphysique* [1934], Paris, Aubier, coll. « Analyse et raisons », 1967.

Hairer, Ernst & Wanner, Gerhard, *Analysis by its History*, New York, Springer, coll. « Undergraduate texts in mathematics », 1996 ; *L'Analyse au fil de l'histoire*, Springer, 2001.

Hallyn, Fernand, *Descartes. Dissimulation et ironie,* Genève, Droz, coll. « Titre courant », 2006.

Harris, Steven J., « Les chaires de mathématiques », dans Giard, Luce (dir.), *Les Jésuites à la Renaissance. Système éducatif et production du savoir*, Paris, PUF, coll. « Bibliothèque d'histoire des sciences », 1995, p. 239-261.

Hatfield, Gary, « Force (God) in Descartes' physics », *Studies in the History and Philosophy of Science*, n° 10, 1979, p. 113-140.

Heinekamp, Albert, «Natürliche Sprache und Allgemeine Charakteristik bei Leibniz», *Studia Leibnitiana Supplementa*, n° 15, 1975, p. 257-286.

Hintikka, Jaakko & Remes, Unto, *The Method of analysis. Its geometrical Origin and its general Significance*, Dordrecht/Boston, Reidel, coll. « Boston studies in the philosophy of science », 1974.

Hooker, Michael (dir.), *Leibniz. Critical and Interpretive Essays*, Minneapolis/Manchester, University of Minnesota/MUP, 1982.

Huron, Roger, « Un probabiliste disciple de Malebranche, Pierre Rémond de Montmort (1678-1719) » [conférence donnée à la séance inaugurale des « Journées de statistique », Toulouse, 19-22 mai 1980], Toulouse, Centre d'édition des annales de la faculté des sciences de Toulouse, coll. « Mathématiques », vol. 2, p. 1-31.

Jesseph, Douglas M., « Philosophical theory and mathematical pratice in the seventeenth century », *Studies in History and Philosophy of Science*, n° 20-2, 1989, p. 215-244.

—, *Berkeley's Philosophy of Mathematics*, Chicago, University of Chicago Press, coll. « Science and its conceptual foundations », 1993.

Jolley, Nicholas (dir.), *The Cambridge Companion to Leibniz*, Cambridge, CUP, coll. « Cambridge companion », 1995.

Jullien, Vincent, *Descartes. La « Géométrie » de 1637*, Paris, PUF, coll. « Philosophies », 1996.

Kambouchner, Denis, *L'Homme des passions*, Paris, Albin Michel, coll. « Bibliothèque du Collège international de philosophie », 1995.

– et De Buzon, Frédéric, *Le Vocabulaire de Descartes*, Paris, Ellipses, coll. « Vocabulaire de », 2002.

—, « Remarques sur la définition cartésienne de la clarté et de la distinction », dans Jaquet, Chantal & Pavlovits, Tamas (dir.), *Les Facultés de l'âme à l'âge classique*, Paris, Publications de la Sorbonne, coll. « Philosophie », 2007, p. 159-173.

Kessler, Eckhart, « Clavius entre Proclus et Descartes », dans Giard, Luce (dir.), *Les Jésuites à la Renaissance. Système éducatif et production du savoir*, Paris, PUF, coll. « Bibliothèque d'histoire des sciences », 1995, p. 285-308.

Knobloch, Eberhard, « L'œuvre de Clavius et ses sources scientifiques », dans Giard, Luce (dir.), *Les Jésuites à la Renaissance. Système éducatif et production du savoir*, Paris, PUF, coll. « Bibliothèque d'histoire des sciences », 1995, p. 263-283.

—, « Sur la vie et l'œuvre de Christophore Clavius (1538-1612) », *Revue d'histoire des sciences*, n° 41-3, 1988, p. 331-356.

—, « Galileo and Leibniz. Different approaches to Infinity », *Archive for History of Exact Sciences*, n° 54-2, 1999, p. 87-99.

Koyré, Alexandre, *Du monde clos à l'univers infini*, Paris, PUF, 1962.

Kulstad, Mark, « Leibniz's conception of expression », *Studia Leibnitiana*, n° 9-1, 1977, p. 55-76.

Lallemand, Paul, *Histoire de l'éducation dans l'ancien Oratoire de France* [1887], Genève, Slatkine/Megariotis, 1976.

Lennon, Thomas M., « Occasionalism and the Cartesian Metaphysic of Motion », *Canadian Journal of Philosophy*, Supplementary 1-1, 1974, p. 29-40.

Libera, Alain de, *Archéologie du sujet. Naissance du sujet*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 2007.

Levey, Samuel, « Matter and two concepts of continuity in Leibniz », *Philosophical Studies*, n° 94-1, 1999, p. 81-118.

Mahoney, Michael, « Another look at Greek geometrical analysis », *Archive for history of exact sciences*, n° 5-3, 1968, p. 318-348.

—, « The beginnings of algebraic thought in the seventeenth century », dans Gaukroger, Stephen (dir.), *Descartes. Philosophy, Mathematics, and Physics*, Sussex, Harvester Press, coll. « Harvester readings in the history of science and philosophy », 1980, p. 141-155.

Mancosu, Paolo, « The metaphysics of the calculus. A foundational debate in the Paris Academy of sciences, 1700-1706 », *Historia mathematica*, n° 16-3, 1989, p. 224-248.

—, *Philosophy of Mathematics and Mathematical Practice in the Seventeenth Century*, New York, OUP, 1996.

Marion, Jean-Luc, *Sur l'ontologie grise de Descartes*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1975.

—, « Cartesian metaphysics. The Simple Nature », dans Cottingham, John (dir.), *The Cambridge Companion to Descartes*, Cambridge, CUP, 1992, coll. « Cambridge compagnon », p. 115-139.

—, *Questions cartésiennes II*, Paris, PUF, coll. « Philosophie d'aujourd'hui », 1996.

Milhaud, Gaston, *Descartes savant*, Paris, Alcan, coll. « Bibliothèque de philosophie contemporaine », 1921.

Montucla, Jean-Étienne, *Histoire des Mathématiques* [1799-1802], Paris, Blanchard, 1968.

Moreau, Denis, « La question De ideis dans un débat cartésien. La querelle des vraies et fausses idées », dans *Revue thomiste*, n° 103, 2003-3, p. 527-543.

Mouy, Paul, *Le Développement de la physique cartésienne (1646-1712)*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1934.

Moyal, Georges J. D., « Les structures de la vérité chez Descartes », *Dialogue, Revue canadienne de philosophie*, n° 26-3, 1987, p. 465-490.

Mugnai, Massimo, *Leibniz' Theory of Relations*, Stuttgart, Franz Steiner, coll. « Studia Leibnitiana », 1992.

Mulligan, Kevin, « Internal relations », dans Kim, Jaegwon & Sosa, Ernest (dir.), *A Companion to Metaphysics*, Oxford, Blackwell, 1995, coll. « Blackwell compagnons to philosophy », p. 245-246.

Nadler, Steven M., *Arnauld and the Cartesian Philosophy of Ideas*, Princeton/Manchester, Princeton UP/MUP, coll. « Studies in intellectual history and the history of philosophy », 1989.

—, «The Occasionalism of Louis de la Forge», dans *Occasionalism. Causation Among the Cartesians*, Oxford/New York, OUP, 2010.

—, (dir.), *Causation in Early Modern Philosophy. Cartesianism, Occasionalism, and Preestablished Harmony*, University Park, Pennsylviana State UP, 1993.

—, «Louis de la Forge and the Develoment of Occasionalism», *Journal of the History of Philosophy*, n° 36-2, 1998, p. 215-231.

Nolan, Lawrence, « Descartes' Theory of Universals », *Philosophical Studies*, n° 89-2, 1998, p. 161-180.

Nuchelmans, Gabriel, *Judgment and Proposition. From Descartes to Kant*, Amsterdam, North Holland Publishing, coll. « Verhandelingen der Koninklijke nederlandse akademie van wetenschappen », 1983.

Otte, Michael & Panza, Marco (dir.), *Analysis and Synthesis in Mathematics*, Dordrecht, Kluwer, coll. « Studies in the philosophy of science », 1997.

Pariente, Jean-Claude, *L'analyse du langage à Port-Royal. Six études logico-grammaticale*, Paris, Minuit, coll. « Le sens commun », 1985.

—, (dir.), *Antoine Arnauld. Philosophie du langage et de la connaissance*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 1995.

Peiffer, Jeanne, « La conception de l'infiniment petit chez Pierre Varignon, lecteur de Leibniz et Newton », dans Marchlewitz, Ingrid (dir.), *Leibniz. Tradition und Aktualität. V. Internationaler Leibniz-Kongress*, Hannover, Gotfried-Wilheim-Leibniz Gesellschaft, 1988, p. 710-717.

Pycior, Helena M., « Mathematics and philosophy. Wallis, Hobbes, Barrow and Berkeley », *Journal of the History of ideas*, n° 48-2, 1987, p. 265-286,.

Rabouin, David, *Mathesis universalis. L'idée de « mathématique universelle » d'Aristote à Descartes*, Paris, PUF, coll. « Epimethée », 2009.

Radner, Daisie, « Representionalism in Arnauld's act theory of perception », *Journal of the History of Philosophy*, n° 14-1, 1976, p. 96-98.

Radelet de Grave, Patricia, « L'édition des figures manuscrites des Bernoulli », dans *Conférence. Diagrams and Images criticism in Mathematical Textual Traditions*, Pise, 25-27 novembre 2004, en ligne, disponible à l'adresse : https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwih9LPZ6ufSAhVBOhQKHYZdAFoQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.brickscommunity.org%2Fmaterial%2FRadeletAbstract.doc&usg=AFQjCNEXup3tL8TOEKbmOwWQfNwaw-TI-w&sig2=OynU5wZxROgNeToPTb2TBQ, consulté le 21 mars 2017.

Rauzy, Jean-Baptiste, *La Doctrine leibnizienne de la vérité*, Paris, Vrin, coll. « Bibliothèque d'histoire de la philosophie », 2001.

Robinet, André, « L'abbé Catelan, ou l'erreur au service de la vérité », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, n° 11-4, 1958, p. 289-301.

—, « Jean Prestet ou la bonne foi cartésienne », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, n° 13-2, 1960, p. 95-104.

Rodis-Lewis, Geneviève, *L'Œuvre de Descartes*, Paris, Vrin, coll. « À la recherche de la vérité », 1971.

—, (dir.), *La Science chez Descartes. Études en français*, New York, Garland, 1987.

—, *Descartes. Biographie*, Paris, Calmann-Lévy, 1995.

Russell, Bertrand, *A Critical Exposition of the Philosophy of Leibniz*, Cambridge, CUP, 1900.

Rutherford, Donald, « Philosophy and language in Leibniz », dans Jolley, Nicholas (dir.), *The Cambridge Companion to Leibniz*, Cambridge, CUP, coll. « Cambridge companion », 1995, p. 224-269.

Savini, Massimiliano, *Le Développement de la méthode cartésienne dans les Provinces-Unies*, Lecce, Conte, 2004.

—, « L'insertion du cartésianisme en logique. La Logica vetus & nova de Johannes Clauberg », *Revue de métaphysique et de morale*, n° 49-1, 2006, p. 73-88.

Schmitt, Charles B., *Aristotle and the Renaissance*, Cambridge (Mass.)/London, Harvard UP, coll. « Martin classical lecture », 1983 ; *Aristote et la Renaissance*, trad. Luce Giard, Paris, PUF, coll. « Epimethée », 1992.

Schuster, John, « Descartes' *mathesis universalis* », dans Gaukroger, Stephen (dir.), *Descartes. Philosophy, Mathematics, and Physics*, Sussex, Harvester Press, coll. « Harvester readings in the history of science and philosophy », 1980, p. 41-96.

Schwartz, Claire, « Berkeley and His Contemporaries. The Question of Mathematical Formalism », dans Parigi, Silvia (dir.), *George Berkeley. Religion and Science in the Age of Enlightenment*, Dordrecht, Springer, 2011, p. 43-56.

Séris, Jean-Pierre, *Langages et machines à l'âge classique*, Hachette, Paris, coll. « Recherches philosophiques », 1995.

Sleigh, Robert, « Truth and sufficient Reason in the Philosophy of Leibniz », dans Hooker, Michael (dir.), *Leibniz. Critical and Interpretive Essays*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1982, p. 209-242.

SMITH, Kurt, « Was Descartes's physics mathematical ? », *History of Philosophy Quaterly*, n° 20-3, 2003, p. 245-256.

TATON, René (dir.), *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIIIe siècle*, Paris, Hermann, coll. « Histoire de la pensée », 1964.

TIEMERSMA, Douwe, « Methodological and theoretical aspects of Descartes' treatise on the rainbow », *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 19-3, 1988, p. 347-364.

TIMMERMANS, Benoît, « The Originality of Descartes's Conception of Analysis as Discovery », *Journal of the History of Ideas*, n° 60-3, 1999, p. 433-447.

VERMEULEN, Bernard P., « The metaphysical presuppositions of Nieuwentijt's criticism of Leibniz's higher-order differentials », *Studia Leibnitiana Sonderheft*, n° 14, 1986, p. 178-184.

VINCI, Thomas C., *Cartesian Truth*, Oxford, OUP, 1998.

VUILLEMIN, Jules, *Mathématiques et métaphysique chez Descartes*, Paris, PUF, coll. « Epimethée », 1960.

WEBER, Jean-Paul, *La Constitution du texte des Regulae*, Paris, Société d'édition d'enseignement supérieur, 1964.

WILSON, Margaret D., *Ideas and mechanism. Essays on Early Modern Philosophy*, Princeton, Princeton UP, 1999.

Index

INDEX DES AUTEURS ANCIENS

INDEX DES AUTEURS RÉCENTS

TABLE DES MATIÈRES

ANNEXES GÉNÉRALES

BIBLIOGRAPHIE

INDEX