

# La dynamique de Leibniz entre mathématiques et métaphysique

Réplique à Yves Gingras et à Luciano Boi

François Duchesneau, *La dynamique de Leibniz*, Paris, Vrin, coll. Mathesis, 1994

François Duchesneau

Volume 22, numéro 2, automne 1995

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/027345ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/027345ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Société de philosophie du Québec

ISSN

0316-2923 (imprimé)

1492-1391 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Duchesneau, F. (1995). La dynamique de Leibniz entre mathématiques et métaphysique : réplique à Yves Gingras et à Luciano Boi / François Duchesneau, *La dynamique de Leibniz*, Paris, Vrin, coll. Mathesis, 1994. *Philosophiques*, 22(2), 437–463. <https://doi.org/10.7202/027345ar>

## LA DYNAMIQUE DE LEIBNIZ ENTRE MATHÉMATIQUES ET MÉTAPHYSIQUE

Réplique à Yves Gingras et à Luciano Boi

par François Duchesneau

Je remercie vivement Yves Gingras et Luciano Boi du soin qu'ils ont pris à me lire, et des précieux commentaires qu'ils m'ont apportés. Certains de ces commentaires ont l'insigne mérite de dépasser les limites de méthode et d'objet que je m'étais assignées dans mes récents travaux sur la philosophie de la science de Leibniz. En abordant ce thème, j'avais d'abord pour objectif de faire ressortir la remarquable originalité et l'extrême rigueur d'une démarche méthodologique qui se situait au cœur de la science des modernes ; mon dessein était ensuite d'établir, plus qu'on ne l'avait jamais fait auparavant, les étapes, les transitions, les ruptures, les inventions de concepts et les développements de modèles qui ont marqué le long et complexe cheminement par lequel advient la *dynamique*, cette théorie nouvelle et profonde au cœur de la physique leibnizienne. Confronté aux réactions que suscite mon travail, je m'aperçois qu'il était impossible de mener une telle analyse épistémologique sans ouvrir une boîte de Pandore d'où surgirait une nuée d'interrogations non résolues. Ces questions majeures l'historien et le philosophe des sciences tentent en général de les apprivoiser avec prudence. L'une de celles-ci concerne la confrontation de la science leibnizienne et de la science newtonienne et la façon dont elle aurait modelé le destin même de la science en son déploiement historique. Une autre question concerne les affinités réelles ou fictives que l'on pourrait établir entre les concepts centraux et les visées méthodologiques de la science postnewtonienne, d'une part, l'œuvre leibnizienne dans sa signification et son rôle de modèle épistémologique, d'autre part. Sur ces deux ordres de question, intimement liés, les réponses des spécialistes ont été généralement vagues, ambiguës, problématiques. Comment pouvaient-elles ne pas l'être à défaut de s'appuyer sur le genre d'analyse auquel j'ai consacré mes efforts et dont on ne disposait guère ? Se fondant sur mes analyses, Yves Gingras et Luciano Boi ont voulu franchir les limites de mon entreprise et parcourir à leur guise cet océan de problèmes imparfaitement résolus en se servant d'instruments tant soit peu différents des miens.



D'entrée de jeu, je puis me déclarer d'accord avec Yves Gingras sur plusieurs points, tout en soulignant qu'il prend certains virages trop serrés dans le schéma qu'il donne de l'histoire de la physique. Il a raison de mentionner que le devenir des doctrines mêmes de la physique n'était pas mon propos dans *La dynamique de Leibniz*\*. Celui-ci n'était pas de redessiner en totalité le développement de la mécanique au XVII<sup>e</sup> siècle ; et encore moins de juger les évolutions du passé à la lumière de théories sanctionnées qui rejetteraient à la préhistoire scientifique certaines théories par le fait même périmées. La vision positiviste, et à mon avis anhistorique, d'un triomphe inconditionnel ou quasi inconditionnel de la mécanique newtonienne m'est étrangère. Mon projet était de retracer de quelle manière Leibniz conçoit la science de la puissance et de l'action qu'il désigne par le vocable nouveau de *dynamica* — ou de *dynamice* suivant la forme grecque — et comment cet édifice théorique progressivement acquis se construit en étroite corrélation avec un concept original de la méthode scientifique.

Mais, alors même qu'il reconnaît le bien-fondé de l'interrogation que j'ai longuement poursuivie, Yves Gingras voudrait me ramener à un schéma de développement de la science physique dont il ne perçoit peut-être pas les profondes déficiences. L'idée directrice de ce schéma est très simple : la science moderne s'est progressivement débarrassée de toute forme de présupposition métaphysique, et en particulier de toute ontologie substantialiste, au profit d'une représentation purement mathématique des phénomènes. L'héritage newtonien en termes de modélisation mathématique de la masse et de la force à partir du primat de l'inertie aurait relégué aux oubliettes toutes les doctrines antithétiques. Plus radicalement, la tradition newtonienne aurait exclu la co-existence de tout programme de recherche tant soit peu divergent du point de vue méthodologique et conceptuel. Je pense que ce schéma qui eût extrêmement plu à Auguste Comte, ou du moins à certains tenants du néo-positivisme, est faux et qu'il appauvrit singulièrement l'histoire de la physique, en minimisant la pluralité des traditions de recherche, l'inachèvement des concepts théoriques, leurs connotations « métaphysiques », et la diversité des pratiques de modélisation mathématique. Historien de la physique, Yves Gingras ne peut vouloir m'opposer ce modèle « positiviste » de développement que pour des raisons polémiques, bref pour tester ma réaction. Même s'il protestait du contraire, pourrait-il vraiment adhérer à la notion méthodologique d'une physique, science fondamentale de la nature, qui se réduirait à la pure modélisation mathématique des phénomènes sans connotation ontologique des concepts théoriques et des modèles eux-mêmes ? L'acide mathématique peut sans doute ronger certains concepts ontologiques, mais peut-il décaper tout concept de ce type ? Ne pourrait-il se faire que cet acide contribuât même à révéler de tels

---

\* F. Duchesneau, *La dynamique de Leibniz*, Paris, Vrin, 1994.

concepts pris en un certain sens, ne serait-ce que pour signifier que l'analyse mathématique peut rejoindre la structure présumée du réel ?

Ceci dit, revenons au XVII<sup>e</sup> siècle. J'avoue avoir été surpris de la dénonciation farouche de le métaphysique et du substantialisme comme autant de maux entravant le développement de la physique mathématique. Pour toute la période qui mène de Galilée et Kepler à Huygens et Newton, les principes philosophiques ont été la cheville ouvrière du mécanisme et le motif des développements théoriques les plus originaux. Cela est même vrai de la tradition baconienne et gassendiste à laquelle se rattachent les *experimental philosophers* de la génération prénewtonienne. Pour un savant de l'époque classique, la question des critères d'intelligibilité susceptibles de valider tels ou tels concepts explicatifs est une question primordiale, qui ne peut être évacuée sous prétexte que l'on pourrait se dispenser d'une réflexion sur les cadres formels de notre compréhension de l'ordre naturel. Il faut porter au crédit d'Alexandre Koyré d'avoir tenté, l'un des premiers, la reconstitution des courants philosophiques qui ont constitué la physique des modernes<sup>1</sup>. Or le Newton historique nous offre de ce point de vue un cas paradoxal et passionnant. Les travaux remarquables de A. Rupert Hall, de Richard Westfall et d'autres, venant après ceux de Koyré et de I. Bernard Cohen, nous ont dévoilé la complexité contextuelle de la science newtonienne<sup>2</sup>. Newton pour qui les principes de la science cartésienne constituent le paradigme à détrôner, repense radicalement les principes de la mécanique afin de leur donner une expression mathématique rigoureuse : il développe, ce faisant, les formules de base de la mécanique classique telle que nous la connaissons désormais. Mais quel est au juste le statut de l'hypothèse corpusculaire dans sa théorie ? Comment rend-il compte des catégories d'espace et de temps absolu sans lesquelles les lois fondamentales de la mécanique telle qu'il la conçoit ne seraient que des hypothèses dénuées de justification essentielle ? Et le principe causal de la gravitation ne renvoie-t-il pas à une force d'attraction dont il importe de préciser le statut ontologique ? Certes, on peut citer le *scholium generale* de la 3<sup>e</sup> partie des *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, édition de 1713, et prendre acte de l'*Hypotheses non fingo* par lequel Newton semble disqualifier toute recherche de raison suffisante concernant la force d'attraction par delà la simple déduction à partir des phénomènes. Serait-ce là la ligne de partage entre la science métaphysicienne de Descartes ou de Leibniz et la physique nouvelle libérée de tout obligation de recherche causale sur les fondements de ses modèles dans la réalité physique ? Ceux qui connaissent bien l'œuvre manuscrite

---

1. Cf. A. Koyré, *Études newtoniennes*, Paris, Gallimard, 1968.

2. Cf. en particulier R.S. Westfall, *Force in Newton's Physics. The Science of Dynamics in the Seventeenth Century*, New York, American Elsevier, 1971 ; I. B. Cohen, *Introduction to Newton's Principia*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1971 ; I. B. Cohen, *The Newtonian Revolution*, Cambridge, Cambridge University Press, 1980.

de Newton savent à quel point le savant anglais fut préoccupé d'un fondement physique de la force même d'attraction et des forces spécifiques analogues à la *vis gravitationis* par delà le modèle mathématique si magistralement élaboré. Surtout à partir de 1706, Newton n'a de cesse de s'interroger sur le support substantiel des forces actives : dans nombre de textes, la plupart manuscrits, il spéculait sur un modèle causal articulé aux propriétés hypothétiques de l'éther. Nous sommes alors moins loin qu'il n'y paraît des fameux tourbillons combinés de la circulation harmonique leibnizienne. Mais ne doit-on pas aussi parler des hypothèses qui servent de cadre à la *natural philosophy* newtonienne ? De ce point de vue, la science newtonienne est-elle réellement détachable de sa métaphysique abstruse, celle que dénonce si astucieusement Leibniz dans l'*Antibarbarus physicus*<sup>3</sup> et dans les *Écrits* de la controverse avec Clarke ? L'hypothèse du vide et des atomes n'est-elle pas affectée de paralogismes ? La théorie de l'espace et du temps absolu renvoyant au *sensorium Dei*, théorie néo-platonicienne que l'on trouvait dans sa version métaphysique chez Henry More<sup>4</sup>, ne contrevient-elle pas au principe de raison ? Et l'action à distance n'est-elle pas, comme Locke devait le reconnaître, une forme de miracle perpétuellement attesté par l'expérience et par l'« incomparable Mr. Newton<sup>5</sup> », miracle épistémologique supposant le dépassement des références sensibles et intelligibles du concept d'action physique par delà les limites de la compréhension claire<sup>6</sup> ? Yves Gingras nous réfère d'ailleurs lui-même aux queries de l'*Opticks* (1704), que Newton a retravaillés sans discontinuer de l'*Optice* de 1706 à la seconde édition anglaise de 1717-1718, en particulier au célèbre *query* 31 qui paraît dans cette dernière édition, donc après la mort de Leibniz. Newton y propose une pluralité de forces spécifiques d'attraction et de répulsion suivant les phénomènes dont il s'agit de rendre compte. Se défendant contre une critique très leibnizienne, celle d'avoir ainsi contribué à

- 
3. G.W. Leibniz, *Die philosophischen Schriften* (abrév. : *GP*), hrsg. von C. J. Gerhardt, Hildesheim, G. Olms, 1965, VII, 337-344.
  4. Cf. A. Rupert Hall, *Henry More. Magic, Religion and Experiment*, Oxford, Basil Blackwell, 1990, 202-223.
  5. J. Locke, *An Essay concerning Human Understanding*, ed. by P. H. Nidditch, Oxford, Clarendon Press, 1975, 10.
  6. Cf. J. Locke, *Reply to [Stillingfleet's] Answer to his Second Letter in Works*, 10th ed., London, J. Johnson et al., 1801, IV, 467-468 : « It is true, I say " that bodies operate by impulse, and nothing else " (*Essay*, 2.8.11). And so I thought when I writ it, and can yet conceive no other way of their operation. But I am since convinced by the judicious Mr. Newton's incomparable book, that it is too bold a presumption to limit God's power, in this point, by my narrow conceptions. The gravitation of matter towards matter, by ways inconceivable to me, is not only a demonstration that God can, if he pleases, put into bodies powers and ways of operation, above what can be derived from our idea of body, or can be explained by what we know of matter, but also an unquestionable and every where visible instance, that he has done so ».

restaurer les qualités occultes de la scolastique, il se justifie de remarquable façon.

*It seems to me farther, that these Particles have not only a Vis inertiae, accompanied with such passive Laws of motion as naturally result from that Force, but also that they are moved by certain active Principles, such as is that of Gravity, and that which causes Fermentation, and the Cohesion of Bodies. These Principles I consider not as occult Qualities, supposed to result from the specifick Forms of Things, but as general laws of nature, by which the things themselves are form'd; their Truth appearing to us by Phænomena, though their Causes be not yet discover'd. For these are manifest Qualities, and their Causes are only occult. And the Aristotelians gave the name of occult Qualities, not to manifest Qualities, but to such Qualities only as they supposed to lie hid in Bodies, and to be the unknown Causes of manifest Effects: Such as would be the Causes of gravity, and of magnetick and electrick Attractions, and of fermentations, if we should suppose that these Forces or Actions arose from Qualities unknown to us, and incapable of being discovered and made manifest. Such occult Qualities put a stop to the Improvement of natural Philosophy, and therefore of late Years have been rejected. To tell us that every Species of Things is endow'd with an occult specifick Quality by which it acts and produces manifest Effects, is to tell us nothing: But to derive two or three general principles of motion from the Phænomena, and afterwards to tell us how the properties and actions of all corporeal Things follow from those manifest Principles, would be a very great step in Philosophy, though the Causes of those Principles were not yet discover'd: And therefore I scruple not to propose the Principles of Motion above-mention'd, they being of very general Extent, and leave their Causes to be found out<sup>7</sup>.*

De ce texte dont on pourrait inférer beaucoup d'autres choses, je me contenterai de souligner trois points : 1) la mécanique newtonienne ne se contente pas d'élaborer un concept passif de force tiré de la *vis inertiae* et agissant comme de l'extérieur sur la masse, mais elle promeut la notion de forces actives spécifiques inhérentes aux corps et susceptibles d'exercer un rôle causal dans la production d'effets phénoménaux. Ces forces apparaissent alors comme des sortes de qualités ou formes substantielles : c'est là l'un des aspects métaphysiques du newtonianisme. 2) Les forces newtoniennes se distingueraient des qualités occultes du fait qu'elles reposeraient sur une modélisation mécaniste des phénomènes permettant d'inférer des effets correspondant à ceux que l'expérience révèle : et tel semble le cas de la force d'inertie par rapport à son substrat causal, l'espace absolu. 3) Cette modélisation apparaît comme une simple étape par rapport à l'objectif de fournir une explication causale de tels effets fondée *a parte rei*, pourrait-on dire. Newton ne récuse pas en effet la substantialité présumée des causes physiques. Je suis donc, plus qu'Yves Gingras, sceptique sur l'opposition tranchée de ce qu'il appelle res-

7. I. Newton, *Opticks*, New York, Dover, 1979, 401-402.

pectivement « substantialisme » et « fonctionnalisme ». Il ne semble pas que cette dichotomie nous serve vraiment dans l'interprétation des théories physiques du XVII<sup>e</sup> siècle et qu'elle permette de séparer radicalement le point de vue newtonien du point de vue leibnizien.

Tournons-nous maintenant vers l'interprétation de Leibniz à laquelle Yves Gingras semble incliner. Je le remercie de la bonne opinion qu'il a de mes modestes efforts pour saisir le point de vue leibnizien dans sa spécificité méthodologique. Il n'est pas de philosophe et physicien moderne que l'on ait interprété plus librement que Leibniz, et sans égard pour la leçon des textes : je suis pour ma part réfractaire à la tendance constante de le voir soit dans la peau de Descartes, soit sous le vêtement de Newton. Yvon Belaval rappelle dans *Leibniz critique de Descartes* que sa propre recherche avait été motivée par les propos de Jean Laporte affirmant qu'au détail près Leibniz et Descartes n'avaient jamais dit que la même chose<sup>8</sup>. On sait quelle brillante démonstration Belaval, à la suite de Brunschvicg<sup>9</sup>, nous a donnée de la spécificité et de l'originalité de la mathématique leibnizienne. Et cette originalité ne fait que ressortir au fur et à mesure des travaux d'Eberhard Knobloch<sup>10</sup> et de quelques autres. De même sommes-nous trop facilement dominés par l'antithèse plutôt factice d'un Newton expérimentaliste strict et d'un Leibniz métaphysicien strict en matière de physique. Certes, la féroce querelle de priorité dans la découverte du calcul différentiel et intégral<sup>11</sup> et les *Écrits* de la correspondance Leibniz-Clarke semblent conforter l'idée d'une telle antithèse. Mais la facticité de la construction ressort des meilleurs travaux récents<sup>12</sup>. Aussi ne faut-il pas perdre de vue que la dynamique de Leibniz s'est pour l'essentiel constituée indépendamment de la prise de position à l'égard des *Principia*, comme André Robinet<sup>13</sup>, Michel Fichant<sup>14</sup> et moi-même avons tenté de la montrer. La confrontation qu'Yves Gingras aurait souhaité que j'approfondisse, n'a point d'existence historique en ce qui concerne la dynamique *stricto sensu*. La réflexion critique de Leibniz s'est exercée sur les propositions de Hobbes, de Galilée, de Descartes, du groupe formé par Huygens, Wallis, Wren, Mariotte ; et, par la suite, la controverse la plus marquante s'est produite avec

8. Y. Belaval, *Leibniz critique de Descartes*, Paris, Gallimard, 1960, 7.

9. L. Brunschvicg, *Les étapes de la philosophie mathématique*, Paris, Blanchard, 1972, 197-225 et *passim*.

10. Cf. en particulier E. Knobloch, *Die mathematischen Studien von G.W. Leibniz zur Kombinatorik*, Wiesbaden, F. Steiner Verlag, 1973.

11. Cf. A. Rupert Hall, *Philosophers at War. The Quarrel between Newton and Leibniz*, Cambridge, Cambridge University Press, 1980.

12. Cf. en particulier D. Bertoloni Meli, *Equivalence and Priority. Newton versus Leibniz. Including Leibniz's Unpublished Manuscripts on the Principia*, Oxford, Clarendon Press, 1993.

13. A. Robinet, « Les surprises du *Phoronomus* : l'art d'inventer, le principe d'action et la dynamique », *Les études philosophiques*, avril-juin 1989, 171-186.

14. M. Fichant, « Neue Einblicke in Leibniz' Reform seiner Dynamik », *Studia Leibnitiana*, 22 (1990), 38-68.

les cartésiens réunis autour de Malebranche, de Catelan et de Papin<sup>15</sup>. Leibniz considère la théorie gravitationnelle seulement comme un domaine d'application de sa dynamique. Après les brefs échanges avec Huygens, la correspondance avec Johann I<sup>er</sup> Bernouilli en témoigne abondamment. C'est en traitant de ce domaine d'application qu'il se heurte aux modèles newtoniens de l'action à distance. Comme il le fait toujours, il relève alors la parfaite adéquation de la construction mathématique que Newton a produite, mais corrélativement la parfaite inadéquation des raisons déterminantes physiques que l'auteur des *Principia* invoque à l'appui d'une mécanique causale de l'attraction. Le *Tentamen de motuum cælestium causis* (1689) de Leibniz est une remarquable tentative pour produire un modèle physique répondant à la fois aux normes de la modélisation mathématique et à la conceptualisation de causes mécaniques suffisant à rendre compte des lois de Kepler<sup>16</sup>. Comme Eric Aiton<sup>17</sup> et Domenico Bertoloni Meli l'ont judicieusement montré, il y a là l'essence d'une stratégie leibnizienne en vue d'harmoniser le système des raisons physiques et leur expression mathématique. Comme nous le savons, la stratégie newtonienne consiste précisément à laisser en suspens la recherche des raisons physiques profondes au profit d'une modélisation simplement provisionnelle, mais d'une merveilleuse économie formelle. Or, même pour Newton, l'idéal explicatif leibnizien fait sens et traduit sans doute l'objectif à viser ultimement pour fonder la théorie physique. Mais, lorsqu'il s'engage lui-même dans cette justification physique, il aboutit à l'une des *natural philosophies* les plus problématiques de la science moderne.

À propos de la dynamique leibnizienne, Yves Gingras a sans doute à la fois tort et raison de faire porter sa critique de façon massive sur la *Theoria motus abstracti* et sur l'*Hypothesis physica nova* de 1671, qu'il traite d'ailleurs essentiellement à partir des analyses qu'on en a données dans la littérature antérieure. Pourquoi rapprocher ces textes des *Principia philosophiæ* de Descartes, comme Dugas et Mouy le font<sup>18</sup>, alors que le véritable modèle est fourni ici par la théorie du *conatus* de Hobbes et par la géométrie des indivisibles de Cavalieri ? Yves Gingras a raison s'il veut reconstituer un Leibniz physicien au plus près du mécanisme géométrique. Mais Leibniz a lui-même répudié sa première mécanique, lorsqu'après 1676, donc après le séjour à Paris où il avait travaillé auprès de Huygens, il entreprend de justifier

- 
15. Cf. en particulier A.G. Ranea, « The *a priori* Method and the *actio* Concept Revisited : Dynamics and Metaphysics in an Unpublished Controversy between Leibniz and Denis Papin », *Studia Leibnitiana*, 21 (1989), 42-68.
  16. G.W. Leibniz, *Mathematische Schriften* (abrég. : *GM*), hrsg. von C. J. Gerhardt, Hildesheim, G. Olms, 1971, VI, 144-161.
  17. E. Aiton, « The Mathematical Basis of Leibniz's Theory of Planetary Motion », in *Leibniz' Dynamica*, *Studia Leibnitiana, Sonderheft 13*, Stuttgart, F. Steiner Verlag, 1984, 209-225.
  18. Cf. R. Dugas, *La mécanique au XVIIe siècle*, Neuchâtel, Éditions du Griffon, 1954 ; P. Mouy, *Le développement de la physique cartésienne*, Paris, Vrin, 1934.



le recours à un principe de conservation de la force motrice qui échappe à la relativité vectorielle du principe de conservation de la quantité de progrès, principe qui sous-tendait les lois empiriques du choc établies en 1669 par Huygens, Wallis et Wren, et se trouvait repris dans le *Traité du choc des corps* de Mariotte en 1673. C'est ce qui amène Leibniz, à contre-courant des physiiciens de son temps, pourrait-on dire, à restaurer un principe de conservation non relatif, en instaurant celui de la force vive. Il est à mon avis significatif qu'Yves Gingras ne s'en soit pas pris à mon analyse de l'invention de la dynamique à partir du *De corporum concursu* (1678), sauf pour signaler que Leibniz doit finalement toutes ses équations à Huygens et qu'il ne fait que leur donner une signification conforme à sa vision substantialiste. Ce jugement catégorique ne m'apparaît guère satisfaisant. Toute formule mathématique est nécessairement interprétée en physique du point de vue de la théorie, et même contextuellement interprétable du point de vue de la méthode. Cela est particulièrement vrai des formules de Huygens : ainsi le savant hollandais ne tire-t-il pratiquement aucun parti de la conservation de  $mv^2$ , alors qu'il exploite considérablement les conservations relatives illustrées par son modèle du bateau. Leibniz n'a jamais prétendu avoir inventé le produit  $mv^2$  ; sa seule prétention est d'avoir identifié un principe général de conservation de la force motrice qui se trouve mesuré suivant ce produit de facteurs. Le génie propre de Leibniz est d'ailleurs d'entreprendre l'intégration logique des principes dit relatifs, conservation de la vitesse relative des mobiles avant et après le choc et conservation de la quantité totale de progrès, en en opérant la déduction à partir de la conservation de force motrice mesurée suivant le produit  $mv^2$ . Yves Gingras semble par ailleurs se désintéresser du fait que Leibniz n'invente la dynamique qu'en 1689-1690 en préparant la vaste synthèse que constitue la *Dynamica de potentia*. Or, pour la première fois dans ce texte, se trouve formulé le véritable principe leibnizien de conservation, celui de la quantité d'action formelle ou essentielle, qui intègre de façon originale les paramètres extensif et intensif représentés respectivement par la quantité de progrès et par la vitesse relative en une conservation de force constamment renouvelée sans exhaustion. La quantité formelle d'action subsume dans sa généralité le cas particulier représenté par l'engendrement et l'exhaustion de force vive.

En quel sens est-il question de métaphysique dans la dynamique leibnizienne ? En ce sens particulier que les définitions de concepts qui articulent la construction théorique ne peuvent provenir seulement de la géométrie (suivant le modèle cartésien), mais qu'elles dépendent du principe de raison appliqué à l'analyse de phénomènes relevant de lois contingentes. D'où, selon Leibniz, le recours obligé dans l'édification de modèles mathématiques à des règles de construction qui fassent droit à l'ordre spécifique et à l'intégration des phénomènes en plus de satisfaire aux exigences en quelque sorte logiques de

l'idiome mathématique utilisé. Ces règles de construction, c'est ce que Leibniz qualifie de principes architectoniques<sup>19</sup>. De ces principes il nous dit qu'ils valent en mathématiques, mais servent aussi de pierres de touche pour juger de la validité des concepts théoriques. Mentionnons parmi ces principes : l'égalité de l'action et de la réaction, l'équivalence de la cause pleine et de l'effet entier, la loi de continuité impliquant la convergence des effets résultants lorsque les conditions antécédentes convergent, la règle *de formis optimis* présument la production de l'effet le plus déterminé par les moyens les plus simples. Cette très remarquable conception méthodologique n'a que fort peu à voir avec la substantialisation des causes physiques qu'Yves Gingras semble vouloir détecter chez Leibniz. Certes, la métaphysique leibnizienne implique des entéléchies, des monades, des atomes sans étendue dotés de forces primitives actives et passives, des points formels enveloppant dans leur unité la pluralité des phénomènes qui se déploient dans l'étendue. Mais ces notions métaphysiques ne peuvent servir directement à l'explication physique des phénomènes, précise Leibniz. À celle-ci suffisent les lois contingentes régissant les forces dérivatives actives et passives, celles que la dynamique tente de codifier en langage mathématique sous l'égide du principe de raison : ce principe régit toutes les vérités contingentes et mais il détermine plus spécifiquement la construction des modèles mathématiques lorsque ceux-ci servent à l'analyse des phénomènes. Dans ces conditions, je ne sais trop quel sens il faut donner aux propos quelque peu subversifs d'Yves Gingras sur « le principe métaphysique de continuité<sup>20</sup> » et sur les blocages qui s'ensuivraient chez Leibniz, incapable de pleinement « utiliser son talent de mathématicien pour donner à la nouvelle physique une œuvre du calibre de celle de Newton ». Les principaux usages scientifiques du principe de continuité chez Leibniz tiennent précisément au calcul infinitésimal tel qu'appliqué à l'ordre spécifique des phénomènes physiques, eux-mêmes interprétables en termes de

- 
19. Sur les principes architectoniques, cf. F. Duchesneau, *Leibniz et la méthode de la science*, Paris, Presses Universitaires de France, 1993, en particulier, 259-379.
20. Dans la première version de son texte qu'il m'a été donné de commenter, Y. Gingras utilisait cette expression qu'il a cru bon de modifier en celle de « principe *a priori* de continuité » ; plus loin, une autre modification consiste en un ajout : il parle alors de « principes métaphysiques (ou architectoniques) imposés *a priori* ». Bref, on peut présumer qu'Y. Gingras serait assez prêt à poser l'équation : principe architectonique = principe *a priori* = principe métaphysique. Il y a là à mon avis l'indication d'une confusion certaine sur le statut à accorder aux principes architectoniques qui, rappelons-le, constituent des instantiations spécifiques du principe de raison suffisante dans le cadre de la science des phénomènes physiques. Ces principes jouent un rôle heuristique dans le choix des hypothèses, mais ils servent aussi une fonction régulatrice et critique dans l'élaboration des modèles mathématiques qui servent à articuler l'explication des phénomènes. La confusion s'accroît lorsqu'on note qu'après avoir parlé de « l'idée de la contiguïté des interactions (impulsions) », Y. Gingras, dans sa nouvelle version, en fait un « principe », à l'instar du principe de continuité, ce qui n'est guère compréhensible.

rapports d'interaction de forces. Une excellente application de ce principe se trouve dans la généralisation de la loi de la dioptrique à toute surface de réfraction, comme on en trouve l'échantillon dans le *Tentamen anagoricum* (c1696)<sup>21</sup> ; mais on en trouve aussi d'autres illustrations tout aussi magistrales dans la démonstration des théorèmes de la *Dynamica de potentia*, particulièrement dans la section 4 de la première partie intitulée *Phorometria difformium*, où il est question d'*impetus* variables suivant l'accélération. Le chapitre 4 de cette section intitulé *Specimen calculi analytici pro phorometria dynamica* montre comment passer du calcul portant sur des quantités ordinaires au calcul par quantités inassignables à l'aide du nouveau calcul de l'infini<sup>22</sup>. Il est particulièrement intéressant de noter que Johann I<sup>er</sup> Bernoulli, Daniel Bernoulli et Jakob Hermann se référeront précisément au modèle leibnizien ainsi conçu lorsqu'ils s'intéresseront aux problèmes d'hydrodynamique dans le contexte de la phorométrie.

Quelques points de détail méritent d'être relevés dans le commentaire d'Yves Gingras. Il me reproche de ne pas avoir cité l'édition Fellman des *Marginalia in Newtoni Principia mathematica*. C'est une omission regrettable, mais les annotations et les fragments inédits les plus remarquables se trouvent publiés en appendice de l'étude de D. Bertoloni Meli, *Equivalence and Priority. Newton versus Leibniz. Including Leibniz's Unpublished Manuscripts on the Principia* (1993), dont j'ai tenu compte à partir de la version thèse de 1988<sup>23</sup>.

Je suis pleinement d'accord sur le fait que la notion d'inertie est ambiguë chez Leibniz. Je crois en fait que l'on trouve deux notions d'inertie à l'œuvre dans sa pensée. Une notion assez conforme à celle que l'on trouve formulée chez Descartes et Gassendi et qui sera la base de la notion de force d'inertie chez Newton, et une notion dont la source est plutôt chez Kepler et qui tient à une résistance de la matière au changement, variante d'antitypie, requérant de la force pour être surmontée. Suivant le champ d'analyse, Leibniz se réfère à l'une ou l'autre notion, ce qui est indiscutablement une source d'ambiguïté.

Lorsque Fontenelle prononce l'éloge funèbre de Leibniz à l'Académie des sciences de Paris, le 13 novembre 1717, à la requête de la Duchesse d'Orléans, nièce de l'Électrice Sophie de Hanovre, c'est le point de vue de Malebranche sur la mécanique, non celui de Newton, que le Secrétaire perpétuel adopte et qui lui fait exprimer son scepticisme à l'égard d'une matière qui ne serait pas purement passive. Il n'y aurait pas place pour la notion même de force active dans l'ordre physique : point donc de dynamique possible. À l'instar de Pierre Bayle, c'est la métaphysique leibnizienne qu'il désapprouve au profit de l'occasionalisme. Il n'est guère question pour le Fontenelle de 1717 de reconnaître une physique newtonienne, édifiée sur les ruines de la

21. *GP*, VII, 270-279.

22. *GM*, VI, 425-431.

23. Cf. bibliographie de F. Duchesneau, *Leibniz et la méthode de la science*, 393.

physique cartésienne ; il s'agit plutôt de consacrer l'invention leibnizienne du calcul infinitésimal, par delà une dynamique qui lui semble douteuse parce qu'elle instaure un concept de force active échappant à la stricte intelligibilité géométrique. Il serait de fait tout aussi et peut-être plus hostile aux forces actives spécifiques de la physique newtonienne.

Un mot pour finir au sujet de l'influence de Leibniz sur la science ultérieure. Je suis, pour ma part, très réticent à traiter des précurseurs en histoire des sciences et à postuler des résurgences de doctrines hors de leur contexte d'origine. Contrairement à Hans Reichenbach, je ne suis guère disposé à faire de Leibniz un précurseur de la physique de la relativité pour la seule raison qu'il a élaboré en son temps une conception relativiste extrêmement intéressante des concepts d'espace et de temps<sup>24</sup>. On ne peut donc raisonnablement me dénoncer pour avoir voulu « projeter artificiellement dans la physique du champ ou la théorie de la relativité les principes métaphysiques et architectoniques leibniziens<sup>25</sup> ». J'estime que si influence de Leibniz il y a, celle-ci a surtout été relative à la conception de la science. Or cette influence s'est d'abord exercée par l'intermédiaire des mathématiciens-physiciens qui ont adopté certaines de ses pratiques méthodologiques et certains de ses modèles pour les perfectionner et les transformer. Cette influence se marque excellemment chez L'Hospital et Varignon, chez Jakob et Johann I<sup>er</sup> Bernouilli, Jakob Hermann, Daniel Bernouilli, Nicolas Bernouilli, Christian Wolff et Samuel Koenig. Elle s'assimilera plus directement à des thèses physiques newtoniennes chez Maupertuis, Johann II Bernouilli, d'Alembert et surtout Leonhardt Euler, le plus brillant analyste du XVIII<sup>e</sup> siècle. Après tout, l'élaboration des modèles algébriques et analytiques dans la physique de cette tradition continentale est nettement plus conforme au leibnizianisme scientifique qu'à tout autre courant méthodologique, y compris celui de la démonstration *more geometrico* à la façon newtonienne — ce que Michel Blay a bien montré dans son ouvrage sur *La naissance de la mécanique analytique*<sup>26</sup>. Dans cette tradition continentale, on en vient à pratiquer en quelque sorte une physique newtonienne dans un moule formel leibnizien. Or l'une des caractéristiques de la physique ainsi pratiquée sera de s'appuyer sur des principes régulateurs dans la production même de modèles mathématiques. Nous n'avons à cet égard qu'à prendre acte de la formulation du principe de moindre action comme principe d'*extremum* par Maupertuis. Personne ne peut aujourd'hui sérieusement contester à Maupertuis l'invention de ce principe. Mais la lettre de Leibniz à Hermann produite par Koenig dans cette affaire

24. Cf. H. Reichenbach, « The Theory of Motion according to Newton, Leibniz and Huygens », in *Modern Philosophy of Science*, London, Routledge & Kegan Paul, 1959, 46-66.

25. Cette formule était absente de la version qu'il m'a été d'abord donné de commenter.

26. M. Blay, *La naissance de la mécanique analytique. La science du mouvement au tournant des XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles*, Paris, Presses Universitaires de France, 1992.

apparaît pour l'essentiel authentique de l'aveu des meilleurs spécialistes ; et elle indique clairement la direction<sup>27</sup>. Le plus intéressant est sans doute de retracer depuis les suggestions contenues dans les textes leibniziens, la chaîne des modèles analytiques relatifs à l'isochrone, à la brachystochrone, à la caténaire, à la velaria, à la lintuaria, à l'elastica et aux isopérimètres, que développent les savants du groupe Bernouilli : ce sont ces modèles analytiques que Daniel Bernouilli appliquera en 1742 aux théorèmes de la force potentielle et qui inciteront Maupertuis à formuler le principe de moindre action dans l'*Accord des différentes lois de la nature* de 1744. Ce sont ces mêmes modèles analytiques qu'Euler s'est employé à généraliser en 1736 dans la *Mechanica sive motus scientia analytice exposita*, puis en 1744 dans la *Methodus inveniendi lineas curvas maximi et minimi proprietate gaudentes* : c'est là qu'après avoir étudié le problème des isopérimètres, il expose la première méthode générale des variations. Ainsi se trouve progressivement illustrée l'importance des principes variationnels dans les théories analytiques en mécanique et en physique. Et l'on sait à partir de là le brillant usage qui en sera fait par Hamilton et par Lagrange. Ainsi, à mon avis, la notion méthodologique d'une physique mathématique obéissant à des principes architectoniques dans la production de ses modèles, à commencer par le principe de continuité, constitue une forme significative de l'héritage leibnizien. Sous un angle tout différent et plus en rapport avec le mode de constitution des théories physiques aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles, Herbert Breger a pour sa part insisté sur le rapport que l'on peut établir entre le principe de symétrie régissant le recours aux transformations et aux invariants et les modèles analytiques que Leibniz développe fréquemment sur la base d'une notion d'identité dans la variété, notion régulatrice de notre conception des lois de la nature<sup>28</sup>. À mon avis, les deux traits les plus centraux d'une science de la nature de type leibnizien sont : 1) l'idée d'une stricte correspondance des modes analytiques et des modes combinatoires (ou synthétiques) dans la construction des hypothèses explicatives ; 2) le recours aux principes architectoniques dans la modélisation mathématique des phénomènes. Dans les deux cas, sans doute s'agit-il de traits non négociables de la science ultérieure.

---

27. Lettre de Mr. Leibniz dont Mr. Koenig a cité le fragment, in L. Euler, *Opera omnia*, Series secunda, V, Lausannæ, Impensis Societatis scientiarum naturalium helveticæ, 1957, 264-267. Pour l'authenticité, voir le jugement de J.O. Fleckenstein, *ibid.*, xxxiii : « Die Echtheit des von König vorgewiesenen Leibnizbriefes ist zwar bis heute nicht direct bewiesen ; aber der berühmte Fund von Kabitz hat sie so wahrscheinlich gemacht, daß heute niemand — wie übrigens schon damals die wenigsten — mehr daran zweifelt, dass der Brief tatsächlich von Leibniz geschrieben sein muß ».

28. H. Breger, « Symmetry in Leibnizian Physics », in *The Leibniz Renaissance*, Firenze, L.S. Olschki, 1989, 23-42.



L'analyse que nous offre Luciano Boi me semble présenter de remarquables mérites, en particulier celui de soutenir avec des arguments de poids deux thèses dont on ne peut dire qu'elles bénéficient d'une évidence *a priori* : 1) la dynamique leibnizienne représentait en son temps une manière originale et profondément novatrice de concevoir les fondements de la physique par contraste à la manière galiléenne et newtonienne ; 2) « un certain nombre d'idées avancées par Leibniz ont été intégrées au corpus théorique de la physique et de la physique-mathématique récente ». Si l'on veut faire admettre le premier point, il convient d'accorder leur juste poids aux contre-arguments que constituent l'inachèvement et les difficultés intrinsèques du projet leibnizien et l'incontestable domination du paradigme méthodologique newtonien sur une considérable portion de la physique ultérieure. Il faut plus positivement montrer ce que signifient la modélisation mathématique et le recours aux principes architectoniques pour une science qui se distingue de la métaphysique tout en intégrant la signification métaphysique de ses concepts de base. Si l'on veut justifier le second point, il convient d'éviter les paradoxes d'une fausse récurrence consistant à projeter sur la science leibnizienne, et particulièrement sur la dynamique, des concepts, des modélisations, des justifications théoriques qui appartiennent à la science contemporaine, en rupture d'allégeance par rapport au style newtonien de la mécanique dite classique. Il faut par contre fixer le cadre à l'intérieur duquel la comparaison diachronique devient possible et l'assignation d'une convergence d'approches légitime. À ce double exercice périlleux Luciano Boi démontre une incontestable maîtrise. Aussi me contenterai-je de quelques remarques qui me sont venues au fil de son argumentation. Pour finir, j'essaierai de satisfaire de façon provisoire à la très intéressante interrogation qu'il soulève sur le lien à établir entre la dynamique et la théorie des monades, à laquelle aboutissent les versions successives, toutes provisionnelles, de la métaphysique leibnizienne.

D'abord, une question de clarification qui n'est pas sans importance pour apprécier l'exposé de Luciano Boi. Il faut s'entendre sur ce que l'on désigne comme la *Dynamique* de Leibniz. Comme je l'ai signalé, en parfait accord avec les arguments de Fichant et de Robinet, la dynamique comme science fondamentale de la force et de l'action n'est identifiée comme telle que lorsque Leibniz en 1689-1690 rédige la *Dynamica de potentia*. Déjà une vingtaine d'années auparavant, Leibniz s'intéressait aux questions de physique portant sur les principes et règles du mouvement. Le premier exposé systématique d'analyse sur un tel objet remonte en effet à 1671 lorsque Leibniz publie la *Theoria motus abstracti* et l'*Hypothesis physica nova*. C'est alors que Leibniz se sert pour la première fois du concept de *conatus*, emprunté à Hobbes et assorti d'une interprétation conforme au modèle pseudo-infinitésimal de la géométrie des indivisibles de Cavalieri. Mais l'intuition originelle de la dynamique consiste-t-elle vraiment en une réflexion sur le *conatus*, compris

cette fois comme élément embryonné s'intégrant instantanément dans un *impetus* dont la seule considération équivaut à une mesure de la force morte, et provoquant l'accumulation de la force vive par sommation temporelle de la série infinie de telles intégrations élémentaires instantanées ? Luciano Boi le reconnaît volontiers : c'est d'abord par une réflexion sur le principe de conservation régissant les effets d'accumulation et d'exhaustion de la force motrice que Leibniz parvient à montrer que le principe cartésien de conservation de la quantité de mouvement ne saurait valoir comme mesure de la force dans le cas des mouvements issus du choc des corps en déplacement libre comme dans celui des mouvements uniformes accélérés et décélérés du type de la chute des corps selon Galilée ; il établit corrélativement qu'il convient de substituer au principe cartésien un nouveau principe qui fait appel au produit de facteurs  $mv^2$ . C'est là proprement la réforme de la mécanique cartésienne dont le *De corporum concursu* (1678) fait état et qu'illustre la *Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii* (1686). Il nous est sans doute loisible de symboliser cette réforme par l'équation que Boi rappelle et qui établit la mesure de la force selon le produit de la masse par l'espace de parcours requis afin de traduire la dépense complète de cette force :

$$ms = m \int_{t_0}^t dx/dt \cdot dt = mv^2.$$

À partir de là, il est logique de présumer les significations à donner au *conatus* et à l'*impetus*. C'est pourquoi Boi relève que « le *conatus* est la différentielle de vitesse :  $\gamma dt$  » et propose de se servir de l'expression de  $\gamma$  par la dérivée seconde de l'espace par rapport au temps, ce qui donne l'équation :

$$\gamma dt = d^2s/ds^2 \cdot dt.$$

Mais allons au delà et considérons la dynamique proprement dite au sein de laquelle Leibniz prend en compte la mesure de l'action motrice dans le cas où le corps se meut sans contrainte et sans exhaustion de sa propre capacité de se mouvoir. La thèse leibnizienne, nous en avons fait état, consiste à mesurer la force qui s'exprime ainsi formellement dans l'action motrice comme un produit de l'effet formel par la vitesse d'accomplissement de l'effet. Soit le temps  $t$ , la masse  $m$ , l'espace parcouru  $s$  et la vitesse  $v$ , l'effet formel se traduirait par l'équation :

$$e = ms = mvt$$

et l'action formelle par l'équation suivante où  $p$  signifie la force :

$$a = pt = et.$$

D'où l'on obtient les équivalences :

$$a = mvt = pt$$

$$p = mv^2.$$

Leibniz suppose alors, mais cette fois à chaque instant et sans accumulation ni exhaustion temporelle, l'intégration de la vitesse comme facteur inten-

sif instantané à son expression extensive dans le déplacement du mobile : il s'agit donc à nouveau d'une forme d'intégration que l'on peut tenter de traduire par des formules ayant des analogies certaines à celles que nous avons déjà relevées à propos de la relation du *conatus* à l'*impetus* ; et ces formules s'avèreraient à la fois conformes au principe de la force vive et à la symbolique du calcul infinitésimal leibnizien. Mais peut-on pour autant, comme Boi le fait à la suite de Gilles Chatelet<sup>29</sup>, soutenir que « la différentielle [...] en tant que nouvel objet mathématique introduit par Leibniz lui-même dans un autre contexte, prendra complètement en charge la signification à la fois physique et mathématique du concept de force motrice ou d'accélération », et préciser que « loin d'avoir une fonction purement symbolique ou de simple représentation mathématique, la différentielle sert au besoin fondamental d'exprimer l'émergence d'une nouvelle force, à savoir la *vis viva* » ? Peut-on surtout étendre analogiquement cette équivalence expressive à l'*action motrice* ? Ce qui me gêne dans cette façon de dire, c'est précisément la supposition plus ou moins explicite d'une congruence intégrale du concept physique et de la symbolisation mathématique, la différentielle qui sert à exprimer la dimension intensive de l'élément de vitesse dans l'instant devenant en quelque sorte l'essence formelle de la force vive — et sans doute par extension, de l'action motrice. Cette question — d'ailleurs centrale à une épistémologie comme celle que pratique Luciano Boi — est si majeure qu'il faudrait en débattre longuement. Je me contenterai d'étayer ma réticence sur deux constats liés à ma fréquentation des textes leibniziens. Le premier porte sur la notion même de quantité infinitésimale. Leibniz n'a jamais soutenu le caractère réel d'une telle quantité. Au contraire, il a constamment dénoncé cette interprétation qu'il jugeait pernicieuse et aporétique. Il fallait selon lui considérer les infinitésimales comme des sortes de fictions rationnelles. Dès lors ne suffirait-il pas de les tenir pour des symboles opératoires liés à l'analyse et à la détermination des rapports par passage à la limite, alors même qu'on présumerait d'une continuité fondamentale du réel sous-jacent ? À l'appui de cette interprétation, je citerai ce seul texte :

Peut-être les infinies que nous concevons, et les infinitésimales, sont-elles imaginaires, mais aptes à déterminer les réelles, comme ont coutume de le faire les racines imaginaires. Elles relèvent des raisons idéales, par lesquelles les choses sont régies comme par des lois, même si elles ne font pas partie de la matière<sup>30</sup>.

L'autre raison de ma réticence vient du fait que, dans ses principaux textes, Leibniz s'emploie à fonder les concepts de la dynamique sur des considérations d'une autre ordre que purement mathématique. Ainsi professe-t-il que les principes fondamentaux de cette nouvelle science satisfont à des exigences

29. G. Châtelet, *Les enjeux du mobile. Mathématique, physique, philosophie*, Paris, Éd. du Seuil, 1993, 50-51.

30. Lettre à J. Bernouilli du 7 juin 1698, *GM*, III-2, 499 (notre traduction).



théoriques de raison suffisante qui dépassent, sans y contrevenir, les exigences purement analytiques de la géométrie. Il suffit pour s'en convaincre de jeter un rapide coup d'œil à l'ordre de la démonstration dans la première partie du *Specimen dynamicum*. Il s'agit d'un ordre des raisons analytiques qui part de la double distinction théorique de la force en primitive et dérivative, active et passive. C'est dans la détermination analytique de la force dérivative active que Leibniz se donne par construction la distinction en quelque sorte auxiliaire du *conatus* et de l'*impetus*, ce qui lui permet d'assigner les paramètres requis pour traduire la manifestation de la force dans le mobile. Tirant cette distinction seconde de la construction analytique relative à la force centrifuge, il conclut :

Il paraît ainsi que l'effort (*nisus*) est double, soit un effort élémentaire et infiniment petit, que j'appelle aussi sollicitation (*sollicitatio = conatus*), et un effort formé de la continuation et de la répétition des efforts (*nisus*) élémentaires, c'est-à-dire l'*impetus* même, bien que je ne veuille pas dire pour autant que ces êtres mathématiques se trouvent de la sorte en vérité dans la nature, mais seulement qu'ils contribuent à la réalisation d'estimations exactes par abstraction mentale<sup>31</sup>.

Il est saisissant de constater que la construction synthétique de la *Dynamica de potentia* vise à formuler des concepts et des arguments théoriques qui puissent faire l'économie, du moins dans un premier temps, de telles constructions analytiques. Il s'agit précisément de la stratégie démonstrative dont Gueroult contestait le statut présumément *a priori*. En fait, Leibniz tente par ce moyen de formuler un ensemble de modèles au moyen de définitions. Il conçoit celles-ci comme réelles ou quasi réelles, au sens où elles seraient en mesure de dévoiler la possibilité de leur objet en en établissant le mode de construction. Si les techniques de l'analyse infinitésimale inspirent plusieurs passages de la *Dynamica*, cela survient surtout dans les sections où Leibniz se sert de constructions partiellement analytiques pour formuler des modèles relatifs à l'accélération de la vitesse et à la phorométrie des mouvements « difformes ».

En second lieu, Luciano Boi a parfaitement raison de souligner l'importance du principe de continuité pour la construction théorique telle que Leibniz la conçoit et l'accomplit. Il est utile d'en signaler la formulation canonique si l'on veut lui assigner un statut précis. Il s'agit d'un « principe d'invention en physique<sup>32</sup> » qui se formule comme suit :

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 quæsitis* ou dans ce qui en ré-

31. *GM*, VI, 238 (notre traduction).

32. *Justification du calcul des infinitésimales par celui de l'algèbre ordinaire* (1702), *GM*, IV, 105.

sulte, 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<sup>33</sup>.

Dérivé du principe de raison suffisante, un tel principe architectonique justifie en physique le passage à des modélisations mathématiques par recours aux infinitésimales et autres techniques de progression continue et de passage à la limite, mais les produits de cette modélisation constituent une simple forme de représentation en « comme si » dont la garantie de réalité repose, à ce niveau, sur un pouvoir de symboliser la réalité phénoménale de façon suffisamment complète et intégrée. Mais, à mon avis, le principe de continuité ne peut intervenir efficacement en physique que si un cadre théorique est par ailleurs présumé qui décrive en quelque sorte le système des raisons formelles à l'arrière-plan des phénomènes. D'où le fondement réel postulé des modèles abstraits de la dynamique que Leibniz englobe généralement sous le vocable de métaphysique<sup>34</sup>. En définitive, plutôt que d'affirmer, comme Luciano Boi le fait, que le principe de continuité a un statut mathématique ou plutôt physico-mathématique, je soutiendrais volontiers qu'il possède un statut épistémologique plus complexe qui nous renvoie à des déterminations théoriques fondamentales déterminant en vertu d'une exigence en quelque sorte organique la modélisation mathématique et physico-mathématique. La lettre « sur le principe de continuité » que cite Boi et qui, dans la transcription de Koenig, a constitué la pièce maîtresse de la controverse sur le principe de moindre action au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle<sup>35</sup>, constitue un témoignage pour le style d'interprétation que je favoriserais.

En troisième lieu, Luciano Boi suggère qu'il pourrait y avoir un soupçon de contradiction dans la façon dont je présente la construction théorique au cœur de la dynamique leibnizienne, d'une part subordonnée à l'ordre géométrique en fonction duquel les phénomènes sont représentables, requérant d'autre part la conformité à l'ordre empirique dont il s'agit de fournir la dérivation causale. Je crois que cette tension est effectivement présente dans la

33. *Lettre de M. L. sur un principe général utile à l'explication des lois de la nature par la considération de la sagesse divine, pour servir de réplique à la réponse du R.P.D. Malebranche* (1687), GP, III, 52.

34. *Cf. Réponse aux critiques contenues dans la seconde édition du Dictionnaire Critique de M. Bayle, article Rovarius, sur le système de l'harmonie préétablie* (1702), GP, V, 569-570 : « [...] Les phénomènes de la nature sont ménagés et doivent l'être de telle sorte qu'il ne se rencontre jamais rien, où la loi de continuité [...] et toutes les autres règles les plus exactes des mathématiques soient violées. Et bien loin de cela, les choses ne sauraient être rendues intelligibles que par ces règles, seules capables, avec celle de l'Harmonie et de la perfection, que la véritable Métaphysique fournit, de nous faire entrer dans les raisons et vues de l'Auteur des choses ».

35. *Cf. note 28 ci-dessus*. Il n'est pas établi que le destinataire de cette lettre ait été Varignon ; certains penchent plutôt pour Hermann.

conception leibnizienne de la méthode et que Leibniz s'est employé à la résorber en développant ses propres modèles hypothético-déductifs, sans doute les plus raffinés de l'âge classique. Il peut être utile de rappeler ici quelques passages cruciaux des *Nouveaux essais sur l'entendement humain* (1704) :

La liaison des phénomènes qui garantit les vérités de fait se vérifie par le moyen des vérités de raison, comme les apparences de l'optique s'éclaircissent par la géométrie.

Je crois bien que nous n'irons jamais aussi loin qu'il serait à souhaiter ; cependant, il me semble qu'on fera quelques progrès considérables avec le temps dans l'explication de quelques phénomènes, parce que le grand nombre des expériences que nous sommes à portée de faire, nous peut fournir des *data* plus que suffisants, de sorte qu'il manque seulement l'art de les employer, dont je ne désespère point qu'on poussera les petits commencements depuis que l'*analyse infinitésimale* nous a donné le moyen d'allier la géométrie avec la physique, et que la dynamique nous a fourni des lois générales de la nature.

Le fondement de la vérité des choses contingentes et singulières est dans le succès, qui fait que les phénomènes des sens sont liés justement comme les vérités intelligibles le demandent<sup>36</sup>.

Comment juge-t-on recevable une anticipation explicative par modèle analytique ? Les critères impliqués associent les caractéristiques suivantes : 1) la précision analytique du modèle choisi, d'où la nécessité de recourir à des systèmes d'expression conformes aux exigences logiques de la *mathesis* ; 2) la corroboration empirique des connexions entre phénomènes ainsi symbolisées lorsque les inférences hypothético-déductives formant l'interprétation du modèle sont soumises au contrôle expérimental ; 3) la compatibilité du système de raisons suffisantes avec les principes architectoniques qui orientent la construction théorique et indiquent le type d'ordre auquel les réalités contingentes sont censées se conformer. Ces principes représentent la loi inaccessible qui gouverne le déploiement d'états infiniment diversifiés. Ils fournissent aussi le cadre formel des modèles auxquels nous recourons pour exprimer la rationalité immanente des vérités contingentes.

Reste, pour finir, la question particulièrement intéressante de l'articulation de la dynamique aux thèses proprement métaphysiques de la théorie des monades. Je ne puis ici que suggérer quelques pistes pour une analyse qu'il conviendrait de mener<sup>37</sup>.

Dans le *Tentamen anagogicum*, Leibniz reproche aux physiciens cartésiens de ne pas pousser la recherche d'explication causale des phénomènes

36. *Nouveaux essais sur l'entendement humain*, 4.2.14, 4.3.26 et 4.4.5, G.W. Leibniz, *Sämtliche Schriften und Briefe* (abrég. : A), Darmstadt(-Berlin), Akademie-Verlag, 1923-....., VI, vi, 374-375, 389 et 392.

37. Ces jalons sont ceux que je signale dans F. Duchesneau, « Le principe de finalité et la science leibnizienne », *Revue philosophique de Louvain*, à paraître.

naturels au delà des possibilités de représentation imaginative à l'aide de concepts géométriques : étendue, grandeur, figure, ainsi que leurs modifications, repos et mouvement — le mouvement étant conçu comme passage présumé d'une position de repos à une autre suivant un système de repères relatifs. Or, selon Leibniz, les lois du concours des corps en mouvement ne sont pas d'une nécessité géométrique au sens cartésien, mais comme le *Specimen dynamicum* (1695) s'emploie à l'établir de façon systématique<sup>38</sup>, elles outrepassent les limites de la représentation géométrique et supposent des raisons explicatives tirées de la notion de *force*. Les fondements de cette notion sont métaphysiques ; et les raisons explicatives mises de l'avant par la dynamique leibnizienne, par delà toute détermination de type géométrique, relèvent de considérations théoriques déterminées par les principes de finalité et de continuité.

Lorsqu'il élabore sa *Dynamica de potentia*, Leibniz entreprend en fait de subsumer son théorème de conservation de la force vive sous une construction théorique : celle-ci engloberait tant les cas où la force inhérente au corps se consume dans un effet qui sert à la mesurer comme proportionnelle au produit de la masse par le carré de la vitesse, que ceux où elle s'exprime en action non contrainte avec maintien de l'élément causal autonome sous-jacent à cet effet formel. La dynamique comme « science de la puissance et de l'action<sup>39</sup> » surgit lorsque Leibniz montre l'intégration architectonique de la théorie de la force tant dans les mouvements contraints que non contraints. Après la *Brevis demonstratio*, Leibniz avait dû répondre aux critiques des cartésiens, particulièrement de Catelan et de Malebranche. À travers la polémique, il avait été mis au défi de justifier son principe comme fondement possible d'un système des lois de la nature, car ses arguments semblaient dépendre de généralisations empiriques, savoir la loi de Galilée sur la chute des corps et certaines caractéristiques contingentes des réalités physiques, telles l'élasticité et la gravité. Or nous devons évoquer ici le fait que l'une des thèses principales de la méthodologie leibnizienne stipulait la correspondance *de jure* entre analyse et synthèse ou combinatoire. Les procédés analytiques mis en œuvre pour prouver le principe de la force vive ne pouvaient donc qu'inciter Leibniz à développer un système de raisons, ordonnées synthétiquement et susceptibles d'établir le principe comme clé de voûte de la théorie physique.

À la base de l'argumentation relative à la force s'exerçant sans contrainte se rencontrent les définitions de l'effet formel et de l'action formelle :

La quantité d'effet formel dans le mouvement est ce dont la mesure est constituée par le fait qu'une matière d'une certaine quantité (le mouvement étant équidistribué) est mue sur une certaine longueur.

La quantité d'action formelle dans le mouvement est ce dont la mesure est instituée par le fait qu'une certaine quantité de matière est mue sur une certaine lon-

38. *GM*, VI, 234-246.

39. Cf. *Specimen præliminare*, *GM*, VI, 287 ; et *GM*, VI, 464.

gueur (le mouvement étant uniformément équidistribué) à l'intérieur d'un certain temps<sup>40</sup>.

Le qualificatif « formel » s'applique à des propriétés jugées « essentielles » par contraste avec les caractéristiques modales qui dépendent du *situs* contingent des corps dans un système physique particulier. La distinction des deux types d'effets tient à ce que les premiers se révèlent directement dans le mouvement non contraint et participent de ce fait à une appréhension rationnelle et « métaphysique » de la réalité corporelle, alors que les autres se manifestent à travers la résistance des corps au changement — inertie leibnizienne — et selon l'expérience sensible des changements mécaniques affectant les corps phénoménaux. Si les notions d'action et d'effet formel se présentent comme des notions distinctes, c'est en raison d'une combinatoire de rapports quantitatifs déterminés de façon à signifier les ingrédients qualitatifs de la force comme forme essentielle des corps. Le rapport de signification est d'ordre architectonique et suppose que la combinaison de réquisits exprimant l'élément actif et substantiel des réalités phénoménales satisfait à des exigences de complétude et de finalité. Les réquisits de ces notions sont les ingrédients qui fondent l'intelligibilité de celles-ci pour l'analyse conceptuelle. Il importerait de postuler une telle relation architectonique des réquisits, dût-elle ne pas surgir directement de l'analyse même des notions, en raison des corrélations hypothético-déductives dont elle permet d'éclairer l'explication des phénomènes.

*Grosso modo*, la stratégie mise en œuvre consiste à construire à partir de définitions des systèmes d'équations qui établissent par convergence les implications de l'action motrice. L'axiome qui assure l'unité d'un tel système d'équations se formule : « Le fait que la même quantité de matière se meuve sur la même longueur en un temps moindre, constitue une plus grande action<sup>41</sup> ». On se donne alors, par conséquent, une détermination du *pouvoir d'agir* qui est en raison directe composée de la quantité de matière et du déplacement spatial, en raison inverse simple du temps pendant lequel se déroule l'action.

L'argumentation démonstrative à l'appui de cette proposition théorique est tantôt présentée sous forme syllogistique, tantôt sous forme de calcul « mathématique » permettant la substitution des identiques à partir des définitions. Ainsi dans la correspondance avec Burcher De Volder trouve-t-on la forme syllogistique<sup>42</sup>. La correspondance avec Denis Papin nous donne une formulation équivalente suivant les modalités d'un calcul procédant par substitution d'équivalents définitionnels :

40. *GM*, VI, 345-346 (notre traduction).

41. *GM*, VI, 349.

42. Lettre à De Volder du 23 mars/3 avril 1699, *GP*, II, 173.

Soit dans des mouvements uniformes d'un même corps les temps,  $t$  ; les vitesses,  $v$  ; les espaces,  $s$  ; les actions,  $a$  [...]. On aura alors :

(1)  $s$  comme  $tv$  ; ou encore les espaces parcourus sont en raison composée des temps employés et des vitesses.

(2)  $a$  comme  $sv$  ; ou encore les actions sont en raison composée des espaces parcourus et des vitesses avec lesquelles ils ont été parcourus.

(3) Donc (dans l'art. 2, en substituant  $tv$  pour  $s$  suivant l'art. 1)  $a$  comme  $tvv$ . Ou encore : les actions sont en raison composée simple des temps et doublée des vitesses<sup>43</sup>.

Pour établir son système d'équivalence et combiner par calcul les réquisits représentant la notion d'action formelle, Leibniz doit se servir d'une distinction impliquant la double signification conceptuelle du facteur  $v$  suivant que l'on considère l'action à travers l'effet formel du déplacement dans l'espace, ou que l'on considère son ingrédient intensif dans la promptitude d'exécution de l'effet formel. Une définition stratégique de la *Dynamica* traduit cette double relation entre *intensio* et *extensio* (ou *diffusio*) de l'action :

La diffusion de l'action dans le mouvement ou l'*extensio* de l'action est la quantité d'effet formel dans le mouvement. L'*intensio* de la même action est la quantité de vitesse par laquelle l'effet se produit ou par laquelle la matière est transportée par la longueur<sup>44</sup>.

Leibniz compose un effet embryonné dans l'instant, le facteur  $v$ , avec un effet déployé dans l'espace de translation du mobile non contraint, le facteur  $s$  : il suppose ainsi une intervention constante du facteur embryonné tout le long du parcours. Comme je le soulignais dans *La dynamique de Leibniz*<sup>45</sup>, on assiste alors à une transposition de l'action motrice comme une sorte de forme active, d'agent causal enveloppant à la fois la propension à agir et l'effet moteur qui traduit cette propension dans le durée. Comme toute résistance inertielle — au sens leibnizien — se trouve suspendue, la propension est présumée se conserver intégralement à travers l'effet formel, « de telle sorte qu'on pourrait l'ajouter à cet effet comme un gain permanent en termes de translation virtuelle<sup>46</sup> ». En combinant les ingrédients dynamiques extensif et intensif exprimés dans l'effet moteur et dans l'effet virtuel conservé, on obtient un analogue théorique du pouvoir d'agir. À partir de ce fondement, les développements de la *Dynamica* tendent à établir un tel concept comme clé de voûte d'une architecture de raisons regroupant tant les théorèmes de l'action conser-

43. Lettre à Papin du 14 avril 1698, *LBr* 714, f. 136v, cité par A.G. Ranea, « The *a priori* Method and the *actio* Concept Revisited : Dynamics and Metaphysics in an Unpublished Controversy between Leibniz and Denis Papin », *Studia Leibnitiana*, 21 (1989), 53.

44. *GM*, VI, p. 355 (notre traduction).

45. F. Duchesneau, *La dynamique de Leibniz*, 186-187.

46. F. Duchesneau, *Ibid.*, 186.

vée que ceux de la force vive et de ses effets contrastés d'actualisation et d'exhaustion.

Le rôle nodal du couple *intensio-extensio* dans l'analyse de l'action renvoie à une construction métaphysique relative à la finalité immanente des centres de force, et cette construction se double d'une modélisation mathématique, le tout sous le contrôle d'une raison combinatoire visant des effets architectoniques. J'en prendrai pour preuve la résurgence cruciale de la distinction *intensio-extensio* dans un contexte de justification théorique. Cela se produit par exemple dans la correspondance avec De Volder lorsque Leibniz tente de répondre à celui-ci sur le facteur de perfection causale (*præstantia*) de l'action. Le problème de De Volder vient du fait que celui-ci rabat la *præstantia* de l'action, la puissance, sur la seule intensité de l'action que mesure la vitesse dans l'instant. Selon Leibniz, on ne peut tenir l'*intensio* pour intégralement représentative de la force et la mesurer au seul rapport de la vitesse dans l'instant<sup>47</sup>. Leibniz propose de combiner les paramètres extensif et intensif de la force en les réduisant à leurs termes intelligibles et en montrant la combinaison de réquisits qui peut les associer architectoniquement. Cela donne deux relations possibles : 1) les actions sont en raison composée des puissances et des temps ; 2) les actions sont en raison composée des vitesses et des espaces parcourus. On peut résoudre la seconde relation en tenant compte du fait que l'espace se mesure suivant le produit de la vitesse par le temps : les actions sont alors concevables en raison composée du carré des vitesses par les temps. À supposer que l'on ramène les relations à l'unité de temps, les deux évaluations possibles de la valeur de l'action se rejoignent dans l'équation de la puissance au produit de la masse par le carré de la vitesse. C'est là, à mon avis, « la marque d'une construction analytique répondant aux normes de la combinatoire architectonique<sup>48</sup> ». À cette interprétation, les propos leibniziens offrent un net soutien, puisque Leibniz fait à l'intention de De Volder ce commentaire épistémologique sur la résolution combinatoire de son concept d'action formelle : « Ainsi voyez-vous comment tout conspire de nouveau avec beauté et s'unit selon une raison indubitable<sup>49</sup> ». Au sujet de la même notion, il tient à Papin les propos suivants :

[...] La perfection ou le degré de la réalité dans les choses, et particulièrement dans le mouvement se peut estimer suivant deux raisons, savoir par l'extension, qui est ici la grandeur du lieu ou de l'espace changé, et par l'intension qui est ici la promptitude ou la vitesse du changement ou du mouvement<sup>50</sup>.

47. Cf. lettre à De Volder du 9/20 janvier 1700, *GP*, II, 204.

48. F. Duchesneau, *La dynamique de Leibniz*, 298.

49. *GP*, II, p. 203 (notre traduction).

50. Lettre à Papin après le 7 mai 1699, *LBr* 714, f. 310r, cité par A.G. Ranea, *op cit.*, 56.

L'interprétation d'Alberto Guillermo Ranea au sujet des concepts conjugués d'*intensio* et d'*extensio* indique qu'il s'agirait d'une résurgence chez Leibniz de catégories empruntées aux *calculations* du XIV<sup>e</sup> siècle et relatives à la *latitudo formarum*<sup>51</sup>. Selon cet interprète, Leibniz conférerait, par pure audace spéculative, un statut de propriétés qualitatives essentielles à des facteurs quantitatifs dont la signification objective ne pourraient consister que dans un statut de mode extensif. Certes, il est désormais établi que Leibniz s'est particulièrement intéressé aux thèses de l'un des *Mertonenses*, Richard Swineshead, auteur de *Calculaciones de motu et intensionibus et remissionibus formarum seu qualitatum*<sup>52</sup>. Leibniz eut accès à cet incunabile à Florence, à l'époque même où se dessinait le projet de la *Dynamica de potentia*. Il obtint par la suite une copie réalisée d'après un exemplaire de la Bibliothèque du Roi à Paris. Mais la relation exacte des thèses de Swineshead à celles que Leibniz élabore dans un contexte tout différent reste à déterminer. Mon impression initiale est que les techniques développées par les *Calculatores*, à Oxford, puis à Paris, et dont le *Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum* de Nicole Oresme marque l'aboutissement<sup>53</sup>, visaient essentiellement une représentation extensive des accélérations et autres propriétés intensives, susceptible de permettre le calcul des divers cas. La stratégie leibnizienne me semble plutôt viser une correspondance expressive entre la symbolisation algébrique des paramètres d'une force qui se conserve intacte à travers l'action et la projection de raisons formelles relatives à la causalité sous-jacente. Le rapport historique Leibniz-Swineshead me paraît donc de moindre conséquence que ne le suggère Ranea. J'estime surtout qu'en joignant dimensions intensive et extensive de l'action, Leibniz tente une construction théorique de type combinatoire destinée à *symboliser* l'ordre des causes efficientes à l'arrière-plan des effets associés à l'action libre. La force qui est alors conçue comme entité théorique, se caractérise par l'*actio in se ipsum*, activité immanente de reproduction du mobile en mouvement par lui-même. Comme Leibniz l'explique à De Volder :

Dans l'action libre ou formelle du mobile même, lorsqu'il est conçu comme agissant sur lui-même (*in se ipsum*), nous pouvons concevoir analogiquement un effet réel, qui ne sera pas le changement de lieu (que nous considérons seulement

51. Cf. A.G. Ranea, *op cit.*, 57.

52. Cf. R. Swineshead, *Calculaciones, noviter emendate atque revise*, Venetiis, cura heredum Octaviani Scoti ac sociorum, 1520. Les témoignages sur l'intérêt de Leibniz pour les thèses de ce *Calculator* ont été dûment inventoriés par M. Fichant, cf. « La conservation de l'action motrice », communication au colloque Leibniz and the Sciences, Dibner Institute, Massachusetts Institute of Technology, décembre 1994. Sur les thèses de Swineshead, cf. E.D. Sylla, *The Oxford Calculators and the Mathematics of Motion 1320- 1350. Physics and Measurement by Latitudes*, New York, Garland Publishing, 1991.

53. Cf. M. Clagett, *Nicole Oresme and the Medieval Geometry of Qualities and Motions*, Madison, University of Wisconsin Press, 1968.



comme un effet modal), mais le mobile lui-même qui s'apprête avec une vitesse donnée à se produire au moment suivant, s'engendrant par lui-même avec la même vitesse qui s'exerce au moment antécédent<sup>54</sup>.

Un tel projet de construction théorique ne peut s'accomplir que si l'on prend appui sur les principes architectoniques. Ces principes doivent en effet servir à orienter la combinaison de raisons « métaphysiques » et la projection de modèles, requises pour constituer l'explication théorique d'un système donné de vérités contingentes. Tel est le dessein téléologique inhérent à la formation des hypothèses dans la dynamique leibnizienne.

Il serait intéressant de poursuivre cette analyse en étudiant la réverbération des thèses de la dynamique dans les écrits plus métaphysiques que Leibniz rédige dans la décennie 1690-1700. Je me contenterai à cet égard des suggestions qui me semblent les plus essentielles. Ainsi, dans le *De rerum originatione radicali* (1697), Leibniz semble revenir sur la constitution de la dynamique à l'appui de la thèse que tout dans la nature se fait non seulement selon des nécessités matérielles (de type géométrique) mais aussi bien selon des raisons formelles (de type téléologique). La convergence des déterminations géométriques et formelles intervient au niveau même de constitution de la théorie physique, « quand on descend dans le détail<sup>55</sup> ».

Car on voit de quelle admirable façon, partout dans la nature, s'appliquent les lois métaphysiques de cause, de puissance, d'action, lesquelles prévalent même sur les lois purement géométriques de la matière<sup>56</sup>.

Leibniz souligne en particulier le fait que le principe de finalité sert à révéler les lacunes d'une représentation purement géométrique de la connexion des phénomènes. Il sert corrélativement à orienter la recherche vers la définition d'entités théoriques dans lesquelles puisse s'incarner l'idée d'une organisation causale intégrée. Il implique ainsi l'idée d'un agencement dynamique et intégrateur des propriétés phénoménales dans la structure profonde des agents naturels<sup>57</sup>.

Dans le *De ipsa natura* (1698), Leibniz entreprend de corriger les thèses occasionalistes que le cartésien allemand Johann Christoph Sturm avaient exposées dans sa polémique avec Günther Christoph Schelhammer, médecin de Kiel et défenseur des formes substantielles aristotéliennes<sup>58</sup>. Certes, Leibniz

54. Lettre à De Volder après août 1699, *GP*, II, 191 (notre traduction).

55. *GP*, VII, 305 ; trad. par P. Schrecker in G.W. Leibniz, *Opusculs philosophiques choisis* (abrév. : *Opusc.*), Paris, Vrin, 1966, 88.

56. *GP*, VII, 305 ; *Opusc.*, 88.

57. Allen, « From vis viva to Primary Force in Matter », in *Leibniz' Dynamica, Studia Leibnitiana, Sonderheft 13*, Stuttgart, F. Steiner, 1984, 55-61, nous semble suggérer une interprétation analogue sur ce point.

58. Sur le contexte de la polémique et les antécédents du *De ipsa natura*, cf. R. Palaia, « Naturbegriff und Kraftbegriff im Briefwechsel zwischen Leibniz und Sturm », in I. Marchlewitz & A. Heinekamp (Hrsg.), *Leibniz' Auseinandersetzung mit*

soutient par méthode que l'analyse des phénomènes physiques doit être menée selon les catégories et les méthodes du mécanisme. Mais il distingue deux niveaux de l'explication mécaniste, celui des principes et celui des conséquences dérivées. Les modèles qui rendent la réalité phénoménale mathématiquement intelligible, se situent au second palier : il convient d'en établir la « dérivation » par rapport aux causes profondes, objets de construction théorique. Il faut donc une représentation de la force et de ses lois à l'arrière-plan des phénomènes. En construisant une théorie de la force et de l'action, Leibniz énonce des lois fondamentales susceptibles de rendre compte de la nature physique dans son organisation même. Pour expliquer les effets mécaniques, il convient de produire une architecture de concepts explicatifs conforme aux exigences du principe de finalité. Ainsi Leibniz s'exprime-t-il :

J'ai déjà plusieurs fois avancé que l'origine du mécanisme même ne découle pas du seul principe matériel et de raisons mathématiques, mais d'une source plus profonde et, pour ainsi dire métaphysique [...] <sup>59</sup>.

Une preuve remarquable, entre autres, de cette conception est fournie par le *fondement même des lois de la nature* : il ne faut pas le chercher dans la conservation de la même quantité de mouvement, comme on le croyait d'ordinaire, mais plutôt dans la nécessité de *conserver la même quantité de puissance active*, et même (j'ai trouvé à cela de très belles raisons) la même quantité d'action motrice, l'estimation de celle-ci étant tout à fait différente de l'estimation de la quantité de mouvement, telle qu'elle est conçue par les Cartésiens. [...] Je pense que Dieu a été déterminé par des raisons de sagesse et d'ordre à donner à la nature les lois qu'on y remarque. Et l'on voit par là, ce que j'ai autrefois signalé à l'occasion de la loi fondamentale de l'optique et ce que le célèbre Molyneux a pleinement approuvé, plus tard, dans sa *Dioptrique*, à savoir que la cause finale n'est pas seulement profitable à la vertu et à la piété dans l'éthique et dans la théologie naturelle, mais encore qu'elle sert dans la physique même à découvrir des vérités cachées <sup>60</sup>.

Encore convient-il de relativiser le recours à la téléologie dans les limites de la méthode scientifique telle que conçue par Leibniz <sup>61</sup>. Comme Leibniz le fait valoir à De Volder, nous ne pouvons déduire d'une définition des substances individuelles, présumées sous-jacentes aux réalités matérielles, aucune loi de la nature physique, ni même en tirer par implication nécessaire un concept de force correspondant aux effets phénoménaux à expliquer. Nous ne pouvons que remonter des phénomènes, par voie de constructions hypothétiques de

---

*Vorgängern und Zeitgenossen, Studia Leibnitiana, Supplementa 27*, Stuttgart, F. Steiner, 1990, 157-172.

59. *De ipsa natura*, §3, *GP*, IV, 505 ; *Opusc.*, 95.

60. *De ipsa natura*, §4, *GP*, IV, 505-506 ; *Opusc.*, 96.

61. Cf. F. Duchesneau, *Leibniz et la méthode de la science*, 282.

plus en plus englobantes et générales, en direction des fondements du système de la nature<sup>62</sup>. C'est ainsi que Leibniz justifie le dépassement des considérations purement phoronomiques dans l'établissement d'une dynamique qui s'accorde à la fois avec l'expérience et avec la figuration idéale d'un ordre téléologique de la nature.

Un simple mot en guise de conclusion sur la notion de *monade*. Comme on le sait, Leibniz se sert de ce concept qu'il dote d'une signification inédite pour caractériser les substances individuelles comme des sortes d'atomes immatériels vivants dotés d'un pouvoir essentiel de perception et d'appétition. Ce pouvoir est conçu comme un principe intrinsèque de changement continu, comme une source interne d'action sur soi. Considérons à ce propos les articles 11 et 18 de la *Monadologie* (1714) :

11. Il s'ensuit de ce que nous venons de dire [les monades sont sujettes au changement et ce changement est continu], que les changements naturels des Monades viennent d'un *principe interne*, puisqu'aucune cause externe ne saurait influencer dans son intérieur.

18. On pourrait donner le nom d'Entéléchies à toutes les substances simples, ou Monades créées, car elles ont en elles une certaine perfection (ἔχουσι τὸ ἐντελέειν), il y a une suffisance (αὐτάρχεια) qui les rend sources de leurs actions internes et pour ainsi dire des automates incorporels<sup>63</sup>.

Hormis l'écart temporel, ces articles évoquent la thèse que Leibniz défendait déjà dans le *Système nouveau de la nature et de la communication des substances* (1695) sur les unités véritables de la nature conçues suivant l'analogie du « point réel animé », de l'« atome de substance qui doit envelopper quelque chose de forme[ ] ou d'actif<sup>64</sup> ». Leibniz affirmait alors que la nature de ces nouvelles formes substantielles « consiste dans la force, et que de cela s'ensuit quelque chose d'analogique au sentiment et à l'appétit<sup>65</sup> ». Or

62. Cf. lettre à De Volder du 21 janvier 1704, *GP*, II, 262 : « Ego vero motum non habeo pro vi derivata, sed motum (nempe mutationem) ex ea sequi puto. Vis autem derivata est ipse status præsens dum tendit ad sequentem seu sequentem præinvolvit, uti omne præsens gravidum est futuro. Sed ipsum persistens, quatenus involvit casus omnes, primitivam vim habet, ut vis primitiva sit velut lex seriei, vis derivata velut determinatio quæ terminum aliquem in serie designat ». Et lettre du 30 juin 1704, *GP*, II, 268 : « At in realibus, nempe corporibus, partes non sunt indefinitæ (ut in spatio, re mentali), sed actu assignatæ certo modo, prout natura divisiones et subdivisiones actu secundum motuum varietates instituit, et licet eæ divisiones procedant in infinitum, non ideo tamen minus omnia resultant ex certis primis constitutivis seu unitatibus realibus, sed numero infinitis. Accurate autem loquendo materia non componitur ex unitatibus constitutivis, sed ex iis resultat, cum materia seu massa extensa non sit nisi phænomenon fundatum in rebus, ut iris aut parhelion, realitasque omnis non sit nisi unitatum ».

63. *GP*, VI, 608-610.

64. *GP*, IV, 478.

65. *GP*, IV, 479.

ce nouveau concept de substance est directement tributaire de la notion d'un sujet de force que caractérise l'*actio in se ipsum*, c'est-à-dire l'activité immanente de reproduction du mobile par lui-même dans son pouvoir d'agir suivant les modalités du principe de conservation de l'action formelle ou essentielle. C'est donc, semble-t-il, cette thèse originale de la dynamique qui justifie l'évolution de Leibniz vers l'affirmation métaphysique du dynamisme essentiel à tout sujet naturel par delà toute propriété phénoménale. Le *Système nouveau* où s'amorce cette évolution n'est-il pas directement contemporain du *Specimen dynamicum* (1695) où s'exprime l'essentiel des postulats théoriques de la nouvelle science dynamique ? Et l'invention même du concept de *monade* ne surgit-elle pas dans le même temps et dans le même contexte ? Une lettre du 12/22 juillet 1695 au Marquis de L'Hospital dans laquelle Leibniz sollicite l'avis de son correspondant sur les thèses du *Système nouveau* introduit, semble-t-il pour la première fois, ce terme et ce concept nouveau sur fond de dynamique :

Ainsi selon moi toute substance (exprime déjà par avance et) se produit à elle-même par ordre tout ce qui lui arrivera intérieurement à jamais, Dieu s'étant proposé de n'y concourir que conformément (à ces délimitations primitives ou) à la nature de la chose dont les suites ne sont que des développements de l'avenir. [...] La clef de ma doctrine sur ce sujet consiste dans cette considération [de] ce qui est proprement une unité réelle, Monas<sup>66</sup>.

Cette convergence d'arguments internes à la pensée leibnizienne sur la relation de la dynamique à la théorie des monades illustre le grand intérêt de la question soulevée. Elle ne fait que souligner la nécessité d'une analyse plus approfondie, que seule une connaissance renouvelée de la dynamique comme science permet d'éclairer.

Département de philosophie  
Université de Montréal

---

66. *GM*, II, 295.