

UNIVERSITE GALATASARAY
Institut des Sciences Sociales
Département de Philosophie

LA PHYSIQUE DE LEIBNIZ
DU CONATUS À LA FORCE

Eylem Hacimuratoglu

Directeur de recherche: Prof. Dr. Medar Atıcı

Memoire pour l'obtention du DEA "Philosophie"

FEVRIER, 2007

REMERCIEMENT

Je voudrais remercier tous les membres du jury pour avoir accepté de lire mon travail ; Yrd. Doç. Dr. Necati Ilgicioğlu, qui, avec ses critiques et suggestions précieuses, a rendu possible la réalisation de cette thèse ; Volkan Diler pour son aide matérielle et morale ; et mon directeur de recherche; Prof. Dr. Medar Atıcı dont les conseils ont tellement contribué à orienter mes recherches et à accomplir mon travail.

TABLE DES MATIÈRES

<u>INTRODUCTION</u>	1
<u>LA PREMIERE PARTIE</u>	12
<u>LA PHYSIQUE INITIALE DE LEIBNIZ</u>	12
<u>CHAPITRE I</u>	12
<u>PHILOSOPHIA REFORMATA</u>	12
<i>Section I – La conciliation de la philosophie moderne avec la philosophie d’Aristote</i>	14
<i>Section II – L’exclusion de la doctrine scolastique des formes substantielles</i>	18
<i>Section III – La Mens universelle</i>	25
<u>CHAPITRE II</u>	32
<u>LA THÉORIE DU MOUVEMENT ABSTRAIT ET CONCRET</u>	32
<i>Section I – Le mouvement infinitésimal : Le Conatus</i>	33
<i>Section II – L’hypothèse</i>	42
<u>CHAPITRE III</u>	47
<u>PREMIER AFFRONTMENT AVEC LA PHYSIQUE CARTÉSIENNE</u>	47
<u>CHAPITRE IV</u>	54
<u>LA CONCEPTION DU CORPS DANS SA PREMIÈRE PÉRIODE</u>	54
<u>DEUXIEME PARTIE</u>	62
<u>L’AVENEMENT DE LA DYNAMIQUE LEIBNIZIENNE</u>	62
<u>CHAPITRE I</u>	64
<u>DE LA PHYSIQUE ABSTRAITE À LA PHYSIQUE CONCRÈTE</u>	64
<u>CHAPITRE II</u>	69
<u>LE PRINCIPE D’ÉQUIVALENCE DE LA CAUSE PLEINE ET DE L’EFFET ENTIER</u>	69
<u>CHAPITRE III</u>	79
<u>LA REFORMATIO</u>	79
<u>CHAPITRE IV</u>	92
<u>LES LOIS DU MOUVEMENT SYSTÉMATIQUE</u>	92
<u>CHAPITRE V</u>	103
<u>LA RELATIVITÉ DU MOUVEMENT ET L’ABSOLUTÉ DE LA FORCE</u>	103
<u>CHAPITRE VI</u>	110
<u>LA CONTROVERSE DE FORCE VIVRE (VIS VIVA)</u>	110
<u>CHAPITRE VII</u>	121
<u>LA RÉHABILITATION DE LA DOCTRINE DES FORMES SUBSTANTIELLES : POSTLIMINIO</u>	121
<u>CONCLUSION</u>	133
<u>ANNEXES</u>	136
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	140

LISTE DES ABREVIATIONS

- A : G.W. Leibniz, *Sämtliche Schriften und Briefe*, hrsg. von der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und der Akademie der Wissenschaften in Göttingen, Akademie Verlag, 1999.
- AG : GW. Leibniz, *Philosophical Essays*, translated by Roger Ariew and Daniel Garber, Indianapolis, Hackett, 1989.
- AT : Renè Descartes, *Œuvres de Descartes*, vol. 9, éd. par Charles Adam et Paul Tannery, Paris, Vrin, 1996.
- B : Leibniz-Thomasius, *Correspondance 1663-1672*, édité et annoté par Richard Bodéüs, Paris, Vrin, 1993.
- D : François Duchesneau, *La dynamique de Leibniz*, Paris, Vrin, 1994.
- F : GW. Leibniz, *La réforme de la Dynamique, De corporum Concursu (1678) et autres textes inédits*, éd. par Michel Fichant, Paris, Vrin, 1994.
- GM : G.W. Leibniz, *Mathematische Schriften*, hrsg. von C.I. Gerhardt, Georg Olms, Hildesheim, 1971, 7 vol.
- GP : G.W. Leibniz, *Die philosophischen Schriften*, hrsg. von C.I. Gerhardt, Georg Olms, Hildesheim, 1996, 7 vol.
- L : G.W. Leibniz, *Philosophical Papers and Letters*, translated and edited by Leroy E. Loemker, 2nd ed., Dordrecht, Reidel, 1969.
- R : GW Leibniz, *Discours de Métaphysique et Correspondance avec Arnauld*, par Georges Le Roy, Paris, Vrin, 1993.
- YB : Yvon Belaval, *Etudes Leibniziennes: de Leibniz à Hegel*, Paris, Gallimard, 1976.

INTRODUCTION

Notre travail qui traite du processus amenant Leibniz à fonder la dynamique comme la science de la force se compose de deux parties consacrées à ses idées sur la physique avant et après qu'il a commencé d'utiliser le concept de la force. La première partie traite de la période, de ses années de jeunesse jusqu'à sa découverte du principe d'équivalence de la cause et de l'effet en 1676. On rencontre dans cette période deux différentes vues sur la physique. Dans la première, en rejetant compétemment les formes substantielles étant les principes actifs dans le corps lui-même, le jeune Leibniz considère que la nature du corps consiste seulement dans l'étendue et dans l'impénétrabilité et il prend Dieu pour la seule efficiente et finale cause de l'univers. Dans la seconde vue de la physique basée sur les théories de mouvement concret et de mouvement abstrait qu'il a élaborées en 1671, le corps possède son propre principe d'action en tant que la source de son propre mouvement. C'est pourquoi Leibniz affirmera désormais que la nature du corps consiste plutôt en mouvement qu'en étendue. Et puis, comme le corps possède son propre principe d'action, Dieu ne doit plus intervenir perpétuellement dans l'univers. Dans la deuxième partie de notre travail, nous traitons du concept de force qui s'inscrit dans la philosophie de Leibniz avec la découverte du principe d'équivalence de la cause et de l'effet en 1676 et du développement dû au concept de force qui l'amène à reconnaître les formes substantielles dans le corps.

Leibniz qui essaie de combiner les vérités de différentes doctrines dès sa jeunesse, a deux idées fondamentales qu'il n'abandonne jamais malgré tous les changements dans sa philosophie. La première de ces idées montre son adhérence à la philosophie mécanique : Tous les phénomènes peuvent être expliqués par des moyens mécaniques, c'est-à-dire par la grandeur, la figure et le mouvement.¹ Quant

¹ Leibniz s'exprime ce qu'il comprend à l'explication mécanique d'une chose comme suivant : « *La façon dont un corps fonctionne ne peut pas être expliquée distinctement, à moins que nous expliquions ce à quoi ses parties contribuent. Cela ne peut pas être compris, cependant, si nous ne comprenons pas dans le sens mécanique leur relation interne et au tout, c'est-à-dire, leur figure et leur position, le changement de cette position ou le mouvement, leur magnitude, leurs pores, et autres choses de ce genre mécanique, parce que ceux-ci toujours varient l'opération* ». (*On The Elements Of The Natural Science*, L, p.288, J'ai traduit ce passage de l'anglais)

à la deuxième, c'est l'idée selon laquelle le point de vue mécanique n'est pas suffisant, et, que Dieu et les causes finales ne doivent pas être exclus de la physique. Car les causes ultimes (*ratio*) du fait que les choses soient ainsi plutôt qu'autrement, ne peuvent pas être expliquées mécaniquement. La mécanique elle-même qui essaie d'expliquer les actes des corps dans le système mondial n'est pas indépendante de la volonté divine, c'est-à-dire de la métaphysique (ou bien de la théologie). Au cours de notre travail d'une part on poursuivra le changement de conception du corps et du mouvement de Leibniz, et d'autre part on verra que malgré tous ces changements il essaie chaque fois d'établir un lien entre la physique et la sagesse ou bien la volonté divine. À la fin du processus dont l'on traitera, Leibniz alléguera que, alors que tous les phénomènes corporels peuvent être expliqués mécaniquement, les principes fondamentaux de la mécanique eux-mêmes ne sont pas géométriques mais métaphysiques et qu'ils résultent de la volonté divine. Comme les principes fondamentaux de la mécanique dépendent des raisons (*ratio*) métaphysiques et comme ces raisons métaphysiques résultent de la volonté divine, aux yeux de Leibniz il ne semble pas possible que l'on pense une physique indépendante de la métaphysique.² Notre thèse essaie de dévoiler cette relation serrée entre la physique et la métaphysique à partir de ces questions : Est-ce que le corps est un agent et quelle est la relation entre ses activités et la volonté divine ou bien la sagesse divine?

Dans sa physique initiale datée de la fin des années 1660, Leibniz considère le corps comme un être tout passif. Il ne trouve pas acceptable le fait qu'il y a dans le corps un principe incorporel étant la source du mouvement du corps et à cause de cela, il refuse la doctrine des formes substantielles des scolastiques. Car, une entité de ce genre ne peut être qu'une sorte de l'âme et selon Leibniz, dire que les corps ont des âmes est un retour à un polythéisme païen. Dans ce cas, toutes les propriétés et les individualités des corps seront expliquées en fondant sur ces formes et en fait rien sera expliqué. De même que le fait qu'une horloge ait la forme d'indiquer le temps n'explique rien comment elle l'indique. Alors dans cette période Leibniz allègue que les formes substantielles ne sont que des figures et il considère le corps comme union

² « Si ceux qui s'opposent aux lois mécaniques avaient su que ces lois eux-mêmes se sont finalement résolues dans les raisons métaphysiques et que ces raisons métaphysiques résultent de la volonté divine ou la sagesse divine, ils ne se seraient opposé pas si fortement aux explications mécaniques. En fait, j'ai affirmé que la raison pour le mouvement physique ne peut pas être trouvée seulement dans les règles mathématiques mais que les propositions métaphysiques doivent être nécessairement ajoutées » (*On The Elements Of The Natural Science*, L, p.288-289, J'ai traduit ce passage de l'anglais).

de matière et de figure. Leibniz qui croît que la nature du corps ne consiste qu'en l'impénétrabilité et en l'étendue, épouse une règle laquelle est, selon lui, commune à tous les modernes: Il n'y a aucune chose qui ne peut pas être expliquée par la figure, la grandeur et le mouvement dans le corps. Dans cette étape, la question qui amène à la métaphysique est celle-ci : Quelle est la cause de la grandeur, de la figure et du mouvement qui sont les qualités primaires du corps ? On ne peut parler de la forme et de la grandeur du corps qu'après l'arrangement des parties de la matière au moyen du mouvement. La question est donc réduite à celle-ci : Quelle est la cause du mouvement? Le corps n'est rien d'autre que la matière et la figure, la matière est dépourvue du mouvement et la figure a besoin du mouvement pour se produire; d'où il appert que la cause du mouvement doit être une entité immatérielle en dehors du corps. Leibniz accepte donc que la seule cause efficiente et finale du monde corporel est Dieu. Il n'y a pas de sagesse dans la nature en soi-même, c'est Dieu qui détermine par ses choix conformes à la sagesse ce qu'elle est ainsi plutôt qu'autrement. L'ordre de la nature provient de ce qu'elle est la machine de Dieu. Dieu donne le mouvement à la matière étant, par elle-même, dépourvue de mouvement et la fait obtenir la meilleure forme. L'individualité du corps et toutes ses propriétés dépendent de ce mouvement donné par Dieu. La création perpétuelle de Dieu est en même temps ce qu'il donne le mouvement constamment. La suppression du mouvement impliquera le retour à la homogénéité et continuité de la matière première. En l'absence du mouvement, on ne peut pas parler de la diversité, c'est-à-dire de l'être des corps. Le corps qui ne peut pas dériver ses propres qualités primaires de sa nature, bien plus qui ne peut pas subsister par lui-même, ne peut être substance que grâce à son union avec Dieu.

Leibniz trouve de plus en plus cette intervention de Dieu au monde excessive. Car comment peut un Dieu qui corrige son œuvre perpétuellement mériter nos éloges? Il conclut qu'il vaut mieux de donner au corps son principe d'action pour le rendre actif. Le corps, en tant qu'un être suffisant à soi-même, pourra donc devenir une substance vraie. Dans les textes nommés *l'Hypothesis physica nova* (ou bien *Theoria motus concreti*) et la *Theoria motus abstracti* qu'il a rédigé en 1671, Leibniz expose sa physique à laquelle il maintient sa adhérence jusqu'à sa découverte du principe d'équivalence de la cause et de l'effet en 1676. Leibniz qui refuse initialement les formes substantielles en tant que des principes actifs incorporels dans

le corps, ne peut pas facilement retourner à la doctrine des formes substantielles. Avant d'accepter que le corps possède un principe analogue à l'âme qui lui permet d'agir conformément aux buts de Dieu, il trouve que c'est mieux de lui prêter un principe sans mémoire. Le corps ne consiste plus seulement en matière passive. Alors qu'il est actif et la cause efficiente de son mouvement se trouve en lui-même, le corps ne peut pas maintenir plus qu'un instant le mouvement qu'il produit. Sans connaître les buts de Dieu, il n'a qu'à répéter son activité à chaque instant comme un bègue. L'âme du corps, dépourvue de mémoire, produit à chaque instant un mouvement infinitésimal comme une horloge remontée et la somme de ces mouvements momentanés compose son mouvement uniforme linéaire. Alors, si Dieu n'avait pas organisé tout selon les lois d'harmonie, de la sagesse et de la justice, les conséquences pourraient causer un chaos. Car le corps, quelque grand que soit l'obstacle rencontré, est comme un automate programmé n'à le qu'entraîner avec lui, avec la vitesse et la direction de *conatus* qu'il possède. Il s'agit ici d'un effet produit sans réaction. Il n'y a qu'une chose qui peut empêcher, même arrêter un corps mobile : C'est un *conatus* contraire. Donc les mouvements résultants des corps après la collision doivent consister en composition géométrique des *conatus*. Les corps ne agissent par eux-mêmes comme l'on rencontre dans l'expérience, avec une nécessité aveugle ils ne vont que dans le sens de leur *conatus* : ils ne résistent au mouvement, ni ne peuvent se répercuter. Ce qu'ils ne font que, c'est que quand ils rencontrent un corps avec un *conatus* contraire, ils maintiennent leur mouvement avec la vitesse commune calculée par la différence des *conatus*. Alors, quand deux corps égaux mais de *conatus* contraires se rencontrent, le repos s'ensuivra, mais en effet il s'agit de deux corps qui font tête et qui se poussent constamment. Pouvez-vous vous imaginer la fin d'un tel monde? A la fin de la composition des *conatus* contraires, le mouvement ne s'épuiserait-il pas totalement et tous les corps ne s'adhéreraient-ils pas et le monde ne deviendrait-il pas une rigide, masse en repos ? Alors comment ces deux corps de *conatus* contraire qui font tête peuvent se séparer en regagnant leur mouvement et comment les corps ne doivent pas recevoir le mouvement sans causer une diminution dans la vitesse du corps rencontré ? De plus comment un effet doit produire une réaction, un corps doit acquérir autant qu'un autre perd et donc comment empêcher la destruction du mouvement dans l'univers ou bien la production du mouvement du néant, c'est-à-dire la transformation de l'univers en néant ou en un chaos?

Un corps qui possède une âme sans mémoire est quasi la même chose qu'un corps qui ne possède pas d'âme. La seule différence est que Dieu ne doit pas perpétuellement le pousser, le corps peut produire son propre mouvement, sa figure, son individualité et sa cohésion grâce au mouvement produit par sa propre *mens* momentanée. Par là, les règles du choc -parce que les corps sont dépourvus des propriétés comme la gravité, l'élasticité et la résistance grâce auxquelles ils peuvent agir conforme à l'expérience- dérivent de la géométrie avec une nécessité absolue. On ne peut éviter ces conséquences nécessaires que par la grâce de Dieu qui ordonne l'univers par sa sagesse éternelle. Dieu, fait apparaître le monde tel que l'on expérience, en s'appuyant sur une hypothèse de la création et de l'opération de l'univers. Tandis que les corps possèdent un mouvement propre en vertu de leur *conatus*, l'hypothèse fonde le système dans lequel se trouvent les corps et où ils acquièrent leurs mouvements publics. Dans le système les corps sont sous l'influence du milieu, c'est-à-dire du mouvement circulaire de l'éther dans lequel ils se baignent. L'éther, en pénétrant les pores invisibles des corps, fournit leur élasticité. La réflexion des corps et le rôle de la grandeur dans le choc proviennent de la structure poreuse des corps et de l'influence de l'éther sur eux. En conséquence deux corps qui ont fait tête et sont restés en repos à cause de leurs *conatus* contraires et égaux, rejaillissent et un corps ne peut pas mettre en mouvement l'autre corps sans perdre rien de sa vitesse.

Leibniz met en jour donc deux théories distinctes sur le mouvement. La première dépend des propriétés géométriques des corps abstraites de milieu, c'est-à-dire de leur étendue, de leur figure, de leur situation et des changements de celles-ci, et puis de leur mouvement abstrait qu'ils possèdent en vertu de leur *conatus*. Cette théorie, comme on l'a précisé ci-dessus, réduit les lois du choc à la composition géométrique des *conatus*. Quant à la deuxième, elle est une théorie qui prend en considération les mouvements concrets des corps dans le système. Pour Leibniz, ce qui est essentiel, c'est la théorie du mouvement abstrait qui contient les lois universelles du mouvement. Car, les mouvements des corps dans le système sont des mouvements causés par l'effet perturbateurs du milieu. Et comme les lois que l'on établira en considérant ces effets dépendront des propriétés du système, elles seront accidentelles. Leibniz qui croît que l'on ne peut pas parvenir aux lois universelles du

mouvement à partir des phénomènes, prend exemple sur la méthode euclidienne. À ce compte, le point de départ doit être les définitions et les axiomes géométriques *a priori*, toutes les autres lois doivent dériver de ces axiomes. Leibniz développe donc sa théorie du mouvement abstrait à l'aide de l'analyse de continuité fondée sur la géométrie d'indivisibles. Quel que soit le système et la façon dont l'expérience est constituée, au fond ces lois abstraites opèrera toujours. Par conséquent on peut dire que l'hypothèse de Leibniz indique à une harmonie postétablie. Ceci ne veut pas dire bien sûr que Dieu a d'abord créé les corps, ensuite a créé le milieu dans lequel ils se trouvent. Ce que l'on entend par l'harmonie postétablie, c'est que les lois universelles du mouvement ne sont pas conformes à l'expérience et que cette harmonie n'est assurée que par l'hypothèse dans les idées de Leibniz de cette période. Bien que ce qui règne au fond soit toujours cette théorie abstraite, c'est l'hypothèse qui soulève les attitudes des corps dans l'expérience. L'hypothèse ordonne l'univers d'une manière qu'il empêche les conséquences nécessaires. Les lois auxquelles Dieu recourt pendant qu'il ordonne l'univers, au lieu de sous-tendre les lois universelles du mouvement, empêchent les de régner et permettent d'éviter les conséquences qui sont en contradiction avec l'expérience. Autant dire que les corps sont détournés de se soumettre aux lois du mouvement abstrait du fait des propriétés obtenues par l'hypothèse.

En fin de compte Leibniz commence à penser que cette doctrine à deux théories est fautive. Il décide de laisser la physique abstraite de côté et de s'orienter vers une physique concrète. Il remarque qu'il faut prendre en considération les phénomènes pour déterminer les lois du mouvement adéquatement. Il pourra fonder une physique véritable sans qu'il faut déterminer les attitudes des corps dans l'expérience par l'hypothèse, c'est-à-dire une physique sans hypothèse qui n'est pas en contradiction avec l'expérience. La physique véritable sans hypothèse doit bien sûr avoir une structure géométrique. C'est-à-dire, elle doit être fondée sur des théorèmes *a priori* dérivés des principes *a priori*. Mais puisque les lois dérivées seulement de la géométrie sont en contradiction avec l'expérience, cette fois-ci le fondement *a priori* de la théorie ne doit pas être géométrique. Il est clair que les lois du mouvement conformes à l'expérience vont découler n'importe quelle façon, de la volonté divine. Alors pourquoi cette volonté, au lieu de manifester sa sagesse dans une hypothèse, ne se présenterait pas comme un principe *a priori* et pourquoi toutes

les autres lois du mouvement ne dériveraient pas de ce principe? Au lieu d'intervenir aux conséquences des lois abstraites par l'hypothèse, pourquoi Dieu ne déterminerait-il pas au début les lois du mouvement suivant les principes métaphysiques provenant de ses choix sages? Enfin Leibniz trouve le fil d'Ariane qui lui permet de sortir de labyrinthe. Le principe d'équivalence de la cause et de l'effet est le principe dont dérivent toutes les autres lois du mouvement et aussi le principe, bien qu'il soit métaphysique, qui permettra de réduire tout la mécanique à la géométrie. Dieu ordonne et gouverne l'univers par ces lois métaphysiques qui proviennent de ses choix libres reflétant sa sagesse. Toutes les autres lois du mouvement dérivent aussi de ces principes métaphysiques. Il n'y a plus de contradiction entre l'expérience et les lois, celle qui nécessitait auparavant les deux théories. Car le monde corporel est comme s'il était tissu de ces principes métaphysiques. Donc, au lieu d'une harmonie postétablie qui détourne les corps ses attitudes venant de ses propres natures, on verra une harmonie préétablie qui leur donne au préalable une nature, qui fournit les attitudes des corps conformément à l'expérience.

Le principe de l'équivalence de la cause et de l'effet annonce que l'effet entier est équivalent à la cause pleine. La cause ne peut pas produire plus que son effet et l'effet peut reproduire la cause qui l'a produit. Leibniz construit l'équivalence de la cause et de l'effet, à partir du concept de force. La cause doit être équivalent à son effet du point de vue de la force. Ce principe donne lieu à deux choses : La conservation de la force et la mesure de la force. Un corps qui s'accélère en tombant d'une hauteur déterminée, peut remonter à la même hauteur en consommant la vitesse qu'il a acquis. L'hauteur, en tant que la cause, produit la vitesse et la vitesse, en tant que l'effet, reproduit la hauteur étant la cause qui l'a produit. La quantité de la force reste la même au cours de toutes ces passage de la cause à l'effet et de l'effet à la cause. Par conséquent dans les chocs des corps et au cours de tous les transferts du mouvement la force totale doit être conservée. Car autrement, il s'ensuit des conséquences absurdes comme le mouvement perpétuel mécanique et le repos perpétuel. En outre, le principe d'équivalence de la cause et de l'effet permet de mesurer la force et donc réduit toute la mécanique à la géométrie. Parce que la cause est équivalente à son effet du point de vue de la force, toute force de la cause peut être mesurée par l'effet qu'elle produit en consommant complètement elle-même.

Comme une hauteur à laquelle un corps en mouvement peut remonter en consommant sa vitesse.

Afin d'établir une physique sans hypothèse Leibniz croît désormais que les lois du mouvement doivent être valables dans l'expérience. On voit dans l'expérience que les corps changent de situation entre eux, qu'ils résistent au mouvement et qu'il y a une équivalence entre le gain et la perte au cours du choc, c'est-à-dire quelque chose appartenante au mouvement est conservée. Tout cela montre que les attitudes des corps dans le système ne peuvent être expliquées seulement par l'étendue et par les modifications de l'étendue, c'est-à-dire par des principes géométriques et que l'on doit recourir au concept de la force. Il n'est possible d'échapper à la relativité du mouvement et d'expliquer la résistance des corps au mouvement que grâce au concept de la force. Leibniz qui met en avant l'indifférence du corps au mouvement et au repos et qui explique le rôle de la grandeur dans le choc par l'hypothèse, accepte désormais qu'il y a dans les corps une force qui les fait résister au mouvement. Il pense d'ailleurs que dans le mouvement se trouve quelque chose d'absolue qui permet de dépasser la relativité du mouvement. Car, si l'on considère le mouvement à lui seul comme indépendant de la cause qui le produit, il est seulement la *mutatio situs*. On peut jamais juger que des deux corps changeant de situation entre eux lequel meut vraiment, seulement en considérant ces deux corps. La chose absolue qui nous permet d'attribuer le mouvement à un corps déterminé et donc qui rend le mouvement réel, c'est la force étant la cause du mouvement. Par conséquent Leibniz tend à reconnaître dans le corps lui-même une force active qui expliquera le mouvement du corps et une force passive qui expliquera la résistance du corps au mouvement.

Si les corps possèdent ces genre de des forces, la nature du corps ne peut pas consister seulement en étendue. Parce que l'étendue seule et ses modifications ne peuvent expliquer ni une force active, ni passive. Donc toute force est abandonnée à Dieu et tout exige le concours perpétuel de Dieu pour s'engendrer. Voilà la plus grave méprise de Descartes. Descartes allègue que les corps possèdent une force de résister et une force d'agir selon les lois de la nature fondées sur l'immutabilité de Dieu, et que la même quantité de mouvement est conservée dans l'univers. Cependant il n'accepte pas qu'il y a un principe qui reconnaît la présence de ces

forces dans le corps et il réduit la nature du corps à l'étendue. Or selon Leibniz, pour que ce genre de forces existent dans le corps, il doit avoir quelque chose au-dessus et au-delà de l'étendue. Tant que le principe étant la source de la force n'est pas reconnu, le corps ne peut pas obéir par lui-même, comme l'allègue Descartes, aux lois de la nature sur lesquelles ces forces sont basées. Les lois doivent être maintenues par Dieu avec une intervention perpétuelle. Il faut être Dieu qui fournit le mouvement du corps, la résistance du corps au mouvement et la conservation de la même quantité de mouvement. Voilà c'est pourquoi Leibniz retourne à la doctrine des formes substantielles qu'il a refusé au commencement. Leibniz avançait auparavant qu'admettre que les corps possèdent des âmes implique un retour à polythéisme pagan. Maintenant il accepte que les corps possèdent des formes substantielles analogues à l'âme. Car les corps, en tant que des substances qui résistent et qui agissent, doivent être dotés des principes qui leur permettent d'agir selon les principes métaphysiques reflétant la sagesse de Dieu. Mais cette fois-ci, ce principe qui permet au corps d'être un agent étendu, doit être quelque chose plus qu'une *mens* momentanée. Car la force est mesurée par son effet futur. La force est quelque chose de réel dès à présent mais son effet futur ne l'est pas encore. Le corps doit conserver la force qu'il possède et par cette force, doit conserver à présent son effet futur. Comme un pendule tombant d'une hauteur déterminée remonte à cette même hauteur comme s'il se souvenait de quelle hauteur il est tombé. De plus, la force totale doit être conservée dans le choc et le corps, en répondant à l'effet avec réaction, ne doit pas recevoir la force de l'autre sans causer une diminution dans sa vitesse. C'est-à-dire, il doit subir autant qu'il agit et il doit agir autant qu'il subit. Il convient donc de dire qu'il y a un principe analogue à l'âme humaine dans le corps.

Leibniz refusait les formes substantielles au commencement et il énonçait qu'il ne pourrait pas y avoir une source pour la cause efficiente et finale dans la nature elle-même. Car selon lui, ça voudrait dire que l'on invente de petits dieux et que l'on explique tout ce qui se passe, sans recourir aux explications mécaniques, par ces petits dieux. C'est pourquoi à cette période il n'a accepté dans le corps ni un instinct qui s'orienterait vers le beau et le bien, ni un principe qui serait la source de son mouvement et ses autres propriétés dues à ce mouvement. À ce compte, la seule cause efficiente et finale est Dieu et la nature ne peut pas renoncer au concours de Dieu, même pas pour un instant. Les corps doivent leurs existences et toutes leurs

propriétés au mouvement donné par Dieu et ils ne peuvent être des substances que par leur union avec Dieu. Au fil du temps Leibniz remarque que cet concours perpétuel de Dieu ne se conforme pas à l'idée de sa perfection et que les corps ne peuvent pas être de substances vraies sans être actifs par eux-mêmes. Enfin il décide qu'il convient davantage que Dieu organise l'univers en une fois par des principes métaphysiques et que les corps soient dotés des éléments qui leur permettent de satisfaire aux exigences de ces principes métaphysiques. Pour que les corps peuvent obéir à ces principes métaphysiques et qu'ils peuvent être de véritables substances sans le concours perpétuel de Dieu, il accepte qu'ils doivent posséder un principe analogue à l'âme, c'est-à-dire des formes substantielles. Mais, comme on l'a précisé au début, Leibniz défend à chaque occasion que les phénomènes naturels doivent être expliqués par des moyens mécaniques et que l'on ne doit pas utiliser ces formes dans l'explication des phénomènes particuliers. Ces formes sont nécessaires pour la métaphysique, pour la connaissance des buts de Dieu et de la perfection dans les œuvres de Dieu. Donc cette fois-ci Leibniz trouve une voie moyenne entre la philosophie mécanique et la philosophie scolastique, en refusant non pas les formes substantielles elles-mêmes mais leur mauvais usage. Leibniz ajoute dans sa physique les causes finales que Descartes a exclu complètement de sa philosophie en soutenant qu'il serait insolent d'avancer que l'on peut savoir les conseils de Dieu, grâce aux formes substantielles qui fournissent la validité des principes métaphysiques dans le monde corporel. En conséquence il substitue une nature active qui rend les lois créées par Dieu valable avec ses activités, à la nature matérielle passive présentée par la doctrine cartésienne.

LA PREMIERE PARTIE

LA PHYSIQUE INITIALE DE LEIBNIZ

Chapitre I

Philosophia Reformata

La *philosophia reformata*³ est pour Leibniz une philosophie qui tend à découvrir la pensée authentique d'Aristote dénaturée par les Scolastiques et à réconcilier la philosophie moderne⁴ avec la philosophie d'Aristote.⁵ Leibniz croit que la philosophie d'Aristote a une liaison forte avec la vérité. Les arguments élaborés par Aristote sur la physique et sur d'autres domaines sont en grande partie certains et ont été démontrés (*certa et demonstrata*) et personne qui est raisonnable ne doute de ses propositions. C'est pourquoi la philosophie qui est le plus conforme à la vérité, est aussi le plus en accord avec la philosophie d'Aristote. Leibniz pense que

³ Leibniz veut signaler par cette définition que la philosophie de son époque a besoin d'une réforme. Leibniz croit que les Scolastiques ont obscurci la philosophie d'Aristote avec leur interprétations, de même que les moines avaient obscurci l'Écriture Sainte avec leur superstitions et qu'il faut faire dans la philosophie une réforme analogue à celle dans le christianisme. (*Lettre à Thomasius du 30 avril 1669*, B, p.110-111; A II, i, n.11, 21).

⁴ Leibniz énumère des noms comme Galileo, Kepler, Bacon, Gassendi, Descartes, Hobbes et Digby parmi des philosophes qu'il croit qu'ils ont revivifié la pensée de Democrite et d'Epicure et qu'il cite dans des textes différents comme « *les modernes* », « *restaurateurs de la philosophie* », « *corpuseular philosophers* ». Selon lui les fondateurs de la philosophie moderne parmi ces philosophes sont ceux-là : « *Les fondateurs de la philosophie moderne sont Bacon, Galilei, Kepler, Gassendi et Descartes. Le Chancelier Bacon fait des belles reflexions sur toutes sortes de doctrines, et s'attache principalement à faciliter les experiences. Galilei a commencé la science du mouvement, et a embelli l'Astronomie particulièrement dans l'Hypothese de Copernic; et on luy peut joindre Kepler, dont les suivans ont fort profité. Gassendi a ressuscité les sentimens de Democrite et d'Epicure; que Descartes a corrigés en y joignant quelques opinions d'Aristote touchant le plein et le continu, et la morale des Stoiciens* ». (*De la Philosophie Cartésienne* [Sommer 1683 bis Winter 1684/85], A VI, 4b1, n.289, 1480).

⁵ En fait avant Leibniz, la possibilité d'une telle conciliation (*conciliatorum*) de ce genre a été confirmée aussi par d'autres philosophes. Leibniz indique aussi qu'il n'est pas le seul qui défend une conciliation entre Aristote et les Modernes et il cite dans sa lettre à Thomasius datée d'avril 1669 les noms des philosophes qui visent le même but : Jean de Raey (1662-1701), J.C Scaliger (1484-1558), Kenelm Digby (1603-1665), Thomas White (1593-1676), Erhard Weigel (1625-1699), Abdias Trew (1597-1669). (*Lettre à Thomasius du 30 avril 1669*, B, p.106 ; A II, i, n.11, 19 ; L, p.97-98).

les Scolastiques ont détériorés le sens de la philosophie d'Aristote et que les fautes faites dans la compréhension de sa métaphysique et de sa logique ont été répétées dans celle de sa physique. D'après lui l'hypothèse des Modernes est plus conforme à la vérité que celles des Scolastiques. Par conséquent Leibniz emprunte une règle qu'il trouve commune à tous les Modernes et déclare qu'il tient pour l'hypothèse des Modernes. Il prétend que la philosophie moderne n'est pas opposée à la philosophie d'Aristote mais inversement il est possible et même obligatoire d'expliquer l'une par l'autre. Parce que Leibniz croit que les idées qui sont mises en avant par les Modernes dérivent de principes (*principii*) aristotéliens. C'est-à-dire selon lui, la conciliation de ces deux philosophies est fondée sur ce qu'elles possèdent des principes communs.⁶

Selon Leibniz l'hypothèse des Modernes est fondée sur une règle qu'il trouve commune à tous et qu'il soutient aussi. Dans sa lettre à Thomasius⁷, datée de 30 avril 1669, il exprime cette règle par ces mots : « *Je tiens que la règle commune à tous ces restaurateurs de la philosophie, c'est de ne rien expliquer, dans les corps, que par les moyens de la grandeur, la figure et le mouvement* ». ⁸ Leibniz se trouve parmi des rénovateurs de la philosophie, cependant cela ne change pas sa adhérence à la philosophie d'Aristote. Parce que d'après lui il ne serait possible une réforme dans la philosophie que si l'on reconnaît la grandeur d'Aristote.⁹ Leibniz affirme que les discussions abstraites d'Aristote sur la matière (*materia*), la forme (*forma*) et la mutation (*mutatio*) peuvent être expliquées par la magnitude (*magnitudo*), la figure (*figura*) et le mouvement (*motus*) conformément à la règle commune des Modernes et par là que les concepts de la philosophie moderne correspondent entièrement aux principes d'Aristote.¹⁰ Par contre les Scolastiques, du fait qu'ils reconnaissent les entités incorporelles (*entia incorporalia*) dans les corps, s'écartent selon lui de la philosophie d'Aristote.¹¹ En conséquence aux yeux de Leibniz, les éclairés d'une réforme véritable seront les Modernes comme ils sont fidèles à l'aristotélisme.

⁶ *Lettre à Thomasius du 30 avril 1669*, B, p.99-100; A II, i, n.11, 15-16; L, p.94-95.

⁷ Jacop Thomasius (1622-1684) est le premier maître de Leibniz à l'université de Leipzig. Il est de la tradition aristotélienne, mais il pense aussi que cette philosophie, en tant qu'empruntée des Scolastiques, a besoin d'une réforme. Voir l'introduction de Richard Bodéus (B, p.9-32) pour des explications détaillées concernant l'influence des pensées de Thomasius sur Leibniz.

⁸ *Ibid.*, p.98; A II, i, n.11, 15; L, p.94.

⁹ *Ibid.*, p.110-111; A II, i, n.11, 21.

¹⁰ *Ibid.*, p.100; A II, i, n.11, 15; L 95.

¹¹ Selon Leibniz les Scolastiques se sont méprisés sur la forme substantielle d'Aristote et ont affirmé qu'elle est une entité incorporelle dans le corps lui-même. (*Ibid.*, p.108; A II, I, n.11, 20; L, p.99). Or

Section I – La conciliation de la philosophie moderne avec la philosophie d’Aristote

Leibniz veut exposer la possibilité de la conciliation entre les deux philosophies en démontrant que les concepts aristotéliens peuvent être expliqués par ceux de la philosophie moderne. La correspondance entre les concepts témoignera en même temps l’obligation de cette conciliation. C’est pourquoi Leibniz accouple les concepts des deux philosophies. On peut examiner ces équivalences sous trois rubriques :

1. A la *materia prima* d’Aristote correspond la *massa* ou la *magnitudo* des Modernes.
2. La *forma* (ou bien *forma substantialis*) dans la philosophie d’Aristote est la même chose que la *figura*.
3. Tout sorte de *mutatio* peut être expliquée par *motus*.

1. Leibniz appelle la « *massa* » qui remplit tout l’espace, ayant une quantité indéfinie (*quantitatem indefinitam*)¹², continue (*continu*) et homogène (*homogeneitas*), étant dépourvue de mouvement, comme la première matière (*materia prima*).¹³ La masse (*massa*) étant la matière première n’a que deux propriétés : l’extension (*extensio*) et ἀντιτυπία ou bien l’impénétrabilité (*impenetrabilitas*).¹⁴ La matière possède une extension due à l’espace (*spatio*) dans

il précise que l’on ne doit pas comprendre rien d’autre que la figure à la forme aristotélienne. (*Ibid.*, p.101; A II, I, n.11, 16; L, p.95). Nous traiterons plus loin de ce sujet en détail.

¹² « La matière possède aussi une quantité, mais indéterminée, comme l’appellent les Avéroïstes, ou indéfinie. Tant qu’elle est continue, en effet, elle n’est pas divisée en parties. Donc, elle n’admet pas non plus en elle de limites en acte. Elle admet, cependant, une étendue ou une quantité. Je parle, non des limites extérieurs du monde ou de la masse totale, mais de celles, intérieurs, des parties ». (*Ibid.*, p.101; A II, i, n.11, 16; L, p.95).

¹³ *Ibid.*, p.101; A II, i, n.11, 16; L, p.95. Pour la pensée de Leibniz sur la première matière, la forme et le mouvement, voir aussi sa lettre à Thomasius datée d’octobre 1678 (*Ibid.*, p.55-58; A II, i, n.9, 10-11).

¹⁴ Leibniz traduit le mot grec ἀντιτυπία comme impénétrabilité. Au cas où quelque chose rencontrerait une autre chose de la même espèce, l’une de ces deux devrait bouger ou rester en repos. Ce fait est pris pour l’impénétrabilité, c’est-à-dire qu’à cause de l’impénétrabilité l’une et l’autre chose ne peuvent pas se trouver en même temps dans le même espace. Leibniz mentionne ce concept

lequel elle est contenue.¹⁵ D'ailleurs elle est impénétrable. Donc si elle est poussée, elle se met en mouvement et cède la place à ce qui la pousse.¹⁶ Selon Leibniz cette matière première ne contient pas la diversité (*diversitas*), elle est totalement homogène.¹⁷ La matière première possède des parties bien qu'elle ne contienne pas la diversité, mais ses parties sont en repos (*quiescunt*). Même si la matière est dépourvue de mouvement, elle possède une existence propre vu qu'elle remplit l'espace. C'est pourquoi il faut accepter qu'elle soit une entité antérieure à la forme.

avec la résistance (*resistentiam*), la densité (*crassitiem*) et le remplissage de l'espace (*spatii-repletivitatem*). Selon lui l'impénétrabilité ne dérive pas de l'étendue. L'étendue est aussi bien la propriété de l'espace que celle de la matière et elle signifie seulement avoir trois dimensions. Seule l'étendue n'est pas suffisante pour distinguer la matière de l'espace. Par conséquent Leibniz recourt au concept d'impénétrabilité pour définir la matière de façon à la distinguer de l'espace. L'espace (*spatium*) est l'entité étendue au sens premier (*ens primo-extensum*). Il est le lieu universel de toute chose (*locus ille universalis omnium rerum*). La seule propriété de l'espace est qu'il possède l'étendue. C'est pourquoi Leibniz nomme l'espace le corps mathématique (*corpus mathematicum*). Quant à la matière, elle est l'entité au sens second (*ens secundo-extensum*). La matière, outre l'étendue, possède aussi l'impénétrabilité. C'est pourquoi elle possède aussi bien le corps mathématique que le corps physique (*corpus physicum*). (*Ibid.*, p.111; A II, i, n.11, 21-22; L, p.100).

¹⁵ La matière est dans l'espace ou coextensive à l'espace (*ens quad est in spatio, seu ens spatio coextensum*). (*Ibid.*, p.111; A II, i, n.11, 21-22; L, p.100). D'où il appert que la distinction entre la matière et l'espace est comme la distinction entre l'*occupant* et l'*occupé*. Mais cette distinction ne montre pas qu'il y a une antériorité ou postériorité entre eux, l'espace et la matière coexistent. Madde uzamını içinde olduğu uzaydan sağlar. La matière tient son étendue de l'espace qu'elle occupe. La fait l'*occupant* occupe l'espace est la même chose que son impénétrabilité. La condition pour l'espace de pouvoir être *occupé*, c'est qu'il n'a pas l'impénétrabilité.

¹⁶ *Ibid.*, p.101; A II, i, n.11, 16; L, p.95. Leibniz affirme que la nature même de la matière (*materia*) consiste en l'impénétrabilité. La mobilité de la matière découle aussi de sa densité ou de son impénétrabilité. Car la matière, parce qu'elle est impénétrable, quand elle rencontre une *autre chose*, elle lui cède (*cedere*), c'est-à-dire elle bouge. Il faut par conséquent confirmer que le mouvement est antérieur à l'impénétrabilité. Cependant le fait que l'on formule l'impénétrabilité qui construit la nature de la matière première par référence à une *autre chose* en dehors de matière et que son impénétrabilité ne puisse être connue que par le mouvement, ceci soulève un problème. Parce que la matière (*massa*) qui est pris par Leibniz pour la matière première, c'est une entité (*ens*) qui remplit tout univers, elle-même homogène et continue, dépourvue de mouvement. Elle ne contient pas la moindre diversité (*diversitas*) et toutes les autres choses en dérivent grâce au mouvement donné par Dieu. Alors quelle peut être cette *autre chose* à laquelle la matière première, qui remplit l'univers, cédera ? Puisque définir une autre matière première à part la matière première elle-même ne sera pas raisonnable et puisque cela nous amène à un progrès infini, comment nous pouvons penser de cette *autre chose* ? Il semble que pouvoir parler de l'impénétrabilité de cette façon n'est possible qu'après que la diversité dériverait de la matière première par le mouvement, c'est-à-dire qu'après que les corps se produiraient. De ce fait, il est plus raisonnable que la matière dont il s'agit ici soit non pas la matière première mais la matière d'un corps. On peut donc parler de l'impénétrabilité d'un corps sans aucun problème comme céder (*cedere*) sa place à un autre chose, c'est-à-dire ne pouvoir occuper le même espace qu'une autre chose en même temps. En conséquence pour la matière des corps il ne s'agit pas du problème que l'on a rencontré lorsqu'on essayait de faire l'impénétrabilité appartenir à la nature de la matière première. On ne peut dépasser ce problème concernant l'impénétrabilité de la matière première qu'en affirmant que la matière première ait des parties. Selon Leibniz la matière première a des parties bien qu'elle ne contienne aucune diversité. Ainsi l'impénétrabilité de la matière première est fondée sur celle de ses parties. Mais avoir des parties, seul ceci n'est pas suffisant pour confirmer son impénétrabilité. Parce que l'impénétrabilité de la matière concerne le fait de bouger lorsqu'elle est poussée. Donc, afin d'affirmer l'impénétrabilité de la matière, elle doit en priorité être en mouvement. D'où il appert qu'il y a une exigence logique entre le mouvement et l'impénétrabilité. La matière peut se mouvoir comme elle est impénétrable et cette impénétrabilité ne peut être observée qu'au cas où les parties de la matière se meuvent. (*Ibid.*, p.101; A II, i, n.11, 16; L, p. 95).

¹⁷ *Ibid.*, A II, i, n.11, 16 : « mera homogeneitas, nulla diversitas »

Toutes les choses procèdent de la matière première avec la disposition (*dispositio*) de ses parties par le mouvement et elles se résolvent (*resolvuntur*) en elle par le repos (*quietis*). La relation entre l'homogénéité et la diversité ou l'unité et pluralité, c'est-à-dire la transformation entre elles, ce n'est possible que par le mouvement et par l'absence du mouvement, à savoir par le repos.¹⁸

2. Selon Leibniz la forme (*forma*) et la figure (*figura*) sont la même chose et les figures (formes) s'engendrent par l'introduction de la discontinuité (*discontinuitas*) dans la masse (*massa*) continue (*continu*). Tant que la matière est continue, elle a des parties en repos et ces parties ne sont pas encore séparées actuellement les unes des autres. Parce que la matière est dépourvue de mouvement qui séparera ses parties. Tant que la matière est continue, les limites de ses parties forment une unité.¹⁹ C'est pourquoi elle ne souffre pas en elle de limites en acte (*termini in ea actu*) ou de limites séparées (*terminos separatos*). D'après Leibniz la figure (forme) d'un corps est sa limite (*terminus corporis*). La l'apparition de la diversité, c'est-à-dire la genèse des corps dans cette matière continue exige les limites. L'apparition de différentes limites exige la discontinuité des parties. Parce que, tant qu'elles sont continues, leur limite est la même. En conséquence la figure exige la limite et les limites exigent la discontinuité.²⁰

La discontinuité (*discontinuitas*) peut être fournit en deux manières. Dans la première, un écart, en laissant le vide, entre dans les parties, de manière que la contiguïté (*contiguitas*) aussi disparaisse. Dans la deuxième la discontinuité se produit en maintenant la contiguïté. Dans ce cas il s'agit que les parties se meuvent ensemble mais en sens divers. Il donne l'exemple de deux sphère, l'une incluse d'autre. Ces deux se meuvent en sens divers et, néanmoins, leurs parties restent contiguës. Désormais elles ne sont plus continues parce que leur mouvement en sens divers avait séparé leur limite. Le mouvement interrompe donc la continuité et il donne lieu aux limites. En tous deux cas, les figures (formes) s'engendrent de la

¹⁸ *Ibid.*, p.101; A II, I, n.11, 16; L, p.95.

¹⁹ Leibniz accepte ici la définition de continuité d'Aristote. *Physique*, 231a21 : « συνεχῆ μὲν ὄν τὰ ἔσχατα ἔν » ; *Métaphysique*, 1069 a 6 : « λέγω δὲ συνεχὲς ὅταν ταὐτὸ γένηται καὶ ἐν τὸ ἐκατέρου πέρασ οἷς ἄπτονται καὶ συνέχονται »

²⁰ *Ibid.*, p.101-102; A II, i, n.11, 16-17; L, p.95-96.

masse qui était d'abord continue, par le mouvement²¹ : « *Du mouvement, en effet, naît la division, de la division les limites des parties, des limites des parties leurs figures, de la figure les formes, donc les formes viennent du mouvement. D'où l'on voit que toute disposition à la forme est mouvement* ». ²² En somme, la forme (figure) n'est qu'un arrangement des parties de la matière et la matière prend une forme (figure) par le mouvement.²³

3. Leibniz allègue que les changements (*mutatio*) dénombrés comme « *generatio, corruptio, augmentatio, diminutio, alteratio, mutatio localis* ou *motus* », tous peuvent être expliqués seulement par le mouvement. L'augmentation et la diminution sont les changements de quantité et elles se produisent dans le cas où une partie s'ajoute à un tout ou se déplace d'un tout. Quant à la génération, la corruption et l'altération, elles peuvent être expliquées par des mouvements subtils de parties de la matière. Ainsi les couleurs, la lumière, la chaleur et toutes les autres qualités sensibles peuvent être facilement réduites au mouvement.²⁴

Après cet accouplement entre la philosophie d'Aristote et la philosophie moderne, Leibniz conclut qu'il y a une accordance entre les principes de ces deux philosophies et qu'il est non seulement possible mais encore nécessaire d'expliquer l'une par l'autre. Parce que selon lui il n'y a aucun principe d'Aristote, lequel ne peut pas être expliqué par des concepts de la philosophie moderne, et de même il n'y a aucune pensée de la philosophie moderne, laquelle ne dérive pas des livres

²¹ S'il y avait une masse (*massa*) discontinuë ou interrompue par des vides, les formes (figures) seraient données déjà avec la matière. Mais selon Leibniz comme la masse, au départ, est continue, il faut expliquer la genèse des formes (figures). Une matière continue ne peut devenir discontinuë que par l'anéantissement de ses certaines parties par elles-mêmes et par la production des vides en elle. Leibniz caractérise ce cas comme surnaturel et ne le considère pas. On ne peut donc expliquer la genèse des formes (figures) dans la matière en repos que par le mouvement. De là, les deux manières de la discontinuë, soit que la contiguë est maintenue, soit qu'elle disparaisse, exigent le mouvement. Cependant dans le cas où la contiguë disparaît, il faut admettre un espace ou un vide dans lequel les parties de la matière se trouvent, pour qu'elles poussent se séparer les unes des autres en mouvant. Leibniz ne l'accepte non plus mais il tient pour l'autre explication de discontinuë où la contiguë maintient. (*Ibid.*, p.102; A II, I, n.11, 17; L, p.96).

²² *Ibid.*, p.102; A II, i, n.11, 17; L, p.96.

²³ Selon Leibniz, la genèse des formes ne sont pas celle d'une chose qui ne'existait jamais ou celle d'une chose neuve. Du fait que la masse continue contient les parties qui produiront les formes, on peut affirmer que les formes ou les figures sont déjà contenues potentiellement dans la masse. Cependant elles sont privées de détermination (*determinatione*) et de l'acte qui les sépare les unes des autres, c'est-à-dire de mouvement. Il ne s'agit pas ici de la genèse des formes (figures) du néant mais il s'agit de ce qu'elles déterminent par le mouvement. Par conséquent Leibniz affirme que les formes naissent de la « *puissance de la matière (potentia materiae)* ». (*Ibid.*, p.102; A II, i, n.11, 17; L, p.96).

²⁴ *Ibid.*, p.103-105; A II, i, n.17-18, 17; L, p.96-97.

d'Aristote. C'est pourquoi il croît que la *philosophia reformata*, qui tient pour la philosophie moderne de nature, se réconcilie avec la philosophie d'Aristote.

Section II – L'exclusion de la doctrine scolastique des formes substantielles

Si l'on oppose la philosophie moderne et la philosophie scolastique en tant que deux hypothèses possibles, il est possible de juger quelle hypothèse est meilleure en considérant à quoi elles recourent pour expliquer les phénomènes. Pour Leibniz la bonté d'une hypothèse consiste en deux choses : ne pas assumer (*assumere*) ce qui n'est pas nécessaire (*non necessaria*) et être claire (*clarior*). Assumer ce qui n'est pas nécessaire signifie la multiplication des principes et indique un superflu dans l'hypothèse. Selon ce critère, les hypothèses qui expliquent les phénomènes avec le moindre principe sont les meilleures. D'ailleurs, les meilleures hypothèses sont en même temps les plus claires. Pour Leibniz la clarté d'une hypothèse consiste en ce qu'elle n'invente pas de entités incorporelles dans le corps. Parce que selon lui la reconnaissance d'une telle entité dans le corps nous entraîne à l'obscurité.

Tout d'abord, si l'on allègue que cette entité ne participerait, ni de l'étendue, ni de la pensée, on ne peut non plus se l'imaginer : « *Qui peut, en effet, s'imaginer une entité qui ne participerait, ni de l'étendue, ni de la pensée?* ».²⁵ Leibniz assimile telles entités à des mots qui ne peuvent être ni expliqués, ni compris mais qui peuvent seulement être prononcés. Donc, comme elle, étant incorporelle, ne peut pas participer de l'étendue, on ne peut la concevoir par les termes de la *mens*, c'est-à-dire qu'en considérant sa participation de la pensée. Mais alors, on est obligé à reconnaître dans les corps quelques entités occultes (*occulta*) comme les anges, les petits dieux ou au moins il se trouve que nous donnons une sorte d'appétit (*appetitus*) et d'instinct naturel (*instinctus naturalis*) au corps. Selon Leibniz ce sont des pensées obscures qui manifestent un retour à un polythéisme païen ou l'attribution de la sagesse à la nature au lieu de Dieu.²⁶ En conséquence, l'hypothèse des Modernes, qui ne reconnaît pas dans le corps les entités incorporelles et qui n'assume en lui rien

²⁵ « *Quis enim imaginari sibi potest Ens quod neque extensionis neque cogitationis sit particeps ?* » (*Ibid.*, p.112; A II, i, n.11, 22; L, p.100).

²⁶ *Ibid.*, p.112-113; A II, i, n.11, 22-23; L, p.100-101.

d'autre que ce qui peut être expliqué par la grandeur, la figure et le mouvement, selon lui, celle-ci est plus claire (*clarior*) et plus intelligible (*intelligibilior*) que l'hypothèse de Scolastique.²⁷

Selon Leibniz les entités auxquelles la *philosophia reformatata* recourt en expliquant les phénomènes sont *mens*, *spatium*, *materia* et *motus* : « (...) il n'existe pas d'entités au monde en dehors de l'esprit, de l'espace, de la matière, du mouvement ». ²⁸ Ces entités qui existent réellement distinctes (*realiter distincta*), sont les entités (*ens*) ultimes et irréductibles les uns aux autres qui constituent l'univers.²⁹ La figure (*figura*), la grandeur (*magnitudo*), la situation (*situs*), le nombre (*numerus*), le temps (*tempus*), de leur côté, ne sont que des manières d'être (*habitudines*) produites par l'intervention de la *mens* sur l'espace, la matière et le mouvement. En somme, ils ne sont pas des entités réellement distinctes de l'espace, de la matière et

²⁷ *Ibid.*, p.100-101; A II, i, n.11, 16; L, p.95.

²⁸ « *Nulla dari entia in mundo praeter Mentem, Spatium, Materiam, Motum* ». (*Ibid.*, p.111; A II, i, n.11, 21; L, p.100).

²⁹ Pour Leibniz, comme toutes les entités (*entia*), ces quatre entités doivent aussi participer de l'étendue ou de la pensée La *mens* est l'entité pensante, l'espace est l'entité étendue au sens premier et la matière est l'entité étendue au sens second. (*Ibid.*, p.111; A II, i, n.11, 21-22; L, p.100). Mais il nous semble qu'il y a ici un problème grave concernant le mouvement. Leibniz énonce que le mouvement est donné à la matière par la *mens* (*Ibid.*, p.108; A II, i, n.11, 20; L, p.99) et il le définit comme *mutatio spatii*. (*Ibid.*, p.111; A II, i, n.11, 22; L, p.100). Comment on peut considérer le mouvement défini de cette façon comme une entité (*ens*) ? De plus, quelle est son entité, il participe de l'étendue ou de la pensée ? Cette définition peut nous pousser à penser que le mouvement participe de l'étendue et par là nous pouvons prétendre que le mouvement est une entité étendue. Si l'on accepte que le mouvement, étant dû à la *mens*, est une entité participante de non pas l'étendue mais de la pensée, nous sommes obligés à déclarer cette fois que le mouvement n'est pas une entité étendue mais une entité pensante. En effet, au sujet du mouvement, il vaut mieux entendre par être une entité réellement distincte, être une *chose* en dehors de l'espace et de la matière et irréductible à ceux-ci. Même si la genèse du mouvement n'est pas possible à l'absence de la *mens*, de l'espace et des parties de la matière, le mouvement est une *chose* en dehors de la *mens*, de l'espace et de la matière et une *chose* qui est nécessaire pour expliquer les phénomènes. Mais, quelle chose ? Tout d'abord, il faut remarquer que d'une part le mouvement qu'il a tenu ensemble la *mens*, l'espace et la matière comme le même niveau et d'autre part le mouvement qu'il a défini comme *mutatio spatii*, ceux-ci ne sont pas la même chose, quoiqu'il dénomme tous les deux *motus*. Le mouvement considéré ensemble la *mens*, l'espace et la matière, c'est la *chose* donnée par la *mens* à la matière. Les parties de la matière transfèrent cette *chose* entre elles à l'aide de l'impénétrabilité et donc elles se déplacent. Si l'on appelait cette chose le mouvement, *mutatio spatii* ne serait pas à ce sens le mouvement lui-même mais le résultat du mouvement. *Mutatio spatii* définit le mouvement seulement en tant qu'une qualité de ce qui remplit l'espace, non pas en tant qu'une entité réellement distincte comme la *mens*, l'espace ou la matière. Donc, le mouvement en tant que *mutatio spatii* n'est pas conçu comme une entité ultime mais une manière d'être, étant dépendante des entités ultimes, comme la figure, la grandeur et la situation. Il nous semble que la confusion en question résulte en fait de ce que Leibniz n'avait pas encore dénommé indépendamment de mouvement le terme moyen qui doit se trouver à travers le mouvement et la source de mouvement. Le terme moyen dont on parle est ce qui doit être défini indépendamment de mouvement qui ne consiste qu'en qualité du mobile et qui est défini comme le déplacement, celui-ci est la *chose* donnée à la matière par l'élément incorporel étant la source de mouvement. Leibniz dénommera ultérieurement ce terme moyen d'abord le *conatus* et ensuite la *vis*.

du mouvement, chacun peut être réduit à l'espace, à la matière ou au mouvement.³⁰ Leibniz affirme que les Modernes recourent seulement à ces quatre entités pour rendre compte des phénomènes et donc que leur hypothèse satisfait aux deux critères nécessaires pour être la meilleure hypothèse.³¹ Cependant, quoique celles-ci soient suffisantes pour rendre compte des phénomènes, l'hypothèse des Scolastiques, assume des entités incorporelles dans les corps et donc elle contient un superflu.³²

Selon Leibniz le *superflu* qui rend l'hypothèse imparfaite, ce sont les formes substantielles (*forma substantialis*) incorporelles qui se trouvent dans les corps. Leibniz croit que les Scolastiques considèrent la forme substantielle comme une entité incorporelle qui se trouve dans le corps et par laquelle le corps à lui seul peut produire son propre mouvement par lui-même, sans aucun effet extérieur. Selon cette conception, parce que chaque corps peut produire son propre mouvement grâce à sa propre forme substantielle, la forme substantielle est prise pour la cause et le principe incorporel de mouvement dans le corps. Cependant aux yeux de Leibniz cette conception résulte d'interprétation incorrecte des formes substantielles (ou bien les

³⁰ « Je définit la figure comme limite de l'étendu, la grandeur comme nombre des parties dans l'étendu ; et le nombre, je le définit comme un et un et un, etc., c'est-à-dire, comme les unités. Quant à la situation, elle se réduit à la figure. C'est, en effet, la figure que forment ensemble plusieurs éléments. Le temps n'est rien d'autre que la grandeur du mouvement. Et comme toute grandeur est un nombre de parties, quoi d'étonnant si Aristote à défini le temps comme nombre du mouvement ». (*Ibid.*, p.111; A II, i, n.11, 22; L, p.100).

³¹ *Ibid.*, p.112; A II, i, n.11, 22; L, p.100. Dans la chapitre antérieure on s'était référé aux concepts de matière, l'espace, la figure et le mouvement en traitant de la conciliation entre la philosophie moderne et la philosophie d'Aristote. On voit que parmi ceux-ci seule la figure ne s'inscrit pas dans la liste des entités ultimes mais elle est réduit à une manière d'être qui ne peut être expliquée que par ces entités. D'ailleurs, une autre entité dont on n'avait pas parlé auparavant, est ajoutée au tableau : la *mens*. En effet, la *mens* est déjà contenue dans le tableau, en tant qu'une question qui n'est pas répondu dans la chapitre antérieure : Puisque la matière est dépourvue de mouvement et puisque la genèse des corps exige le mouvement et alors d'où le mouvement viendra, c'est-à-dire quelle est la source de mouvement ? Leibniz répond à cette question ainsi : « En effet, de matière à obtenir la bonne figure et l'état de choses qui lui agréable, l'esprit (*mens*) fournit à la matière le mouvement, la matière étant, par elle-même, dépourvue de mouvement. Le principe de tout mouvement, c'est l'esprit (*mens*) ». (*Ibid.*, p.108; A II, i, n.11, 20; L, p.99). Chez Leibniz la *mens* correspond au premier moteur d'Aristote. (Voir *Métaphysique* Λ 1072a19-1073a10) Ces énoncés montre que la *mens* prenait place déjà parmi des entités qui constituent l'univers en tant que la cause efficiente et finale du mouvement. Donc selon lui, la liste des entités qu'il faut assumer pour expliquer tous les phénomènes se trouve accomplie. Leibniz tient l'hypothèse des Modernes pour la meilleure, vu qu'ils expliquent tout seulement par les données en question.

³² Ce superflu rend non seulement l'hypothèse des Scolastique imparfaite à point de vue de deux critères mais aussi il l'éloigne d'être claire et intelligible. Parce que, aux yeux de Leibniz comme on l'a précisé : (1) on ne peut non plus s'imaginer une entité qui ne participe, ni de l'étendue, ni de la pensée. (2) Reconnaître dans les corps les entités qui participent de la pensée, c'est d'inventer quelques entités occultes.

formes) par les Scolastiques en portant sur le concept de nature d'Aristote³³ : « *Aristote ne s'est imaginé un certain genre de formes substantielles qui seraient, par elles-mêmes, cause de mouvement dans le corps, comme l'entendent les Scolastiques. Certes, il définit la nature comme principe de mouvement et de repos, et il appelle nature la forme et la matière, la forme, d'ailleurs, plutôt que la matière. Mais il n'ensuit pas, comme le veulent les Scolastiques, que la forme est une certaine entité immatérielle qui, quoiqu'à l'état brut dans le corps, serait par elle-même en mesure de fournir au corps, par exemple à la pierre, son mouvement spontané vers le bas, sans le concours d'une chose extérieure* ». ³⁴

Leibniz croit que les formes substantielles peuvent être expliquées par des entités qui constituent l'univers. Selon lui, ce qui est en accord avec l'aristotélisme, c'est d'ailleurs cette sorte de explication. Il pense que la forme du corps n'est rien d'autre que la figure définie comme la limite du corps.³⁵ La figure (forme) n'est pas une entité réellement distincte des entités qui constituent l'univers. Elle s'engendre par l'arrangement des parties de la matière à l'aide de mouvement. En revanche, elle ne peut pas produire le mouvement et même elle doit son existence à la perpétuité du mouvement qui l'a produit. Par conséquent, selon Leibniz, la forme du corps ne peut pas être un principe incorporel de mouvement qui produit le mouvement du corps par lui-même sans un effet extérieur.

Selon Leibniz un corps ne peut pas bouger par lui-même, c'est-à-dire grâce à sa propre forme, sans un effet extérieur qui le fait mouvoir. De ce fait, il est impossible que la forme du corps soit un principe de mouvement comme la comprennent les Scolastiques. En fait, Leibniz s'oppose ici non pas à la prise de la forme pour le principe de mouvement mais à l'acceptation de la forme comme le principe incorporel dans le corps et de plus à l'assertion de ce qu'elle seule peut faire

³³ « ἐπεὶ δὲ φύσις μὲν ἐστὶν ἢ ἐν αὐτῷ ὑπάρχουσα κινήσεως ἀρχή, (...) τὴν μὲν κατὰ φύσιν, οἶον τῷ λίθῳ τὴν κάτω » « *La nature est le principe de mouvement qui réside dans le chose elle-même ; (...) le mouvement naturel, c'est par exemple, pour la pierre, de se porter vers le bas* » (*De ciel*, III, 2, 301 b 17-20).

³⁴ *Ibid.*, p.108; A II, i, n.11, 20; L, p.99.

³⁵ En effet, pour Leibniz, il y a deux sortes de formes substantielles (*forma substantialis*) ou formes: la *mens* et les formes substantielles sauf la *mens*. Comme selon lui, toutes les formes substantielles hors la *mens* ne sont que des figures, lorsqu'on rencontre dans le passage les termes de « *forme substantielle* » ou « *forme* », on doit leur comprendre la figure. Il nomme la *mens* la première forme pour la distinguer des autres formes substantielles. La *mens* en tant que première forme est réellement abstraite de la matière et elle n'est jamais une figure mais un principe actif. (*Ibid.*, p.109; A II, i, n.11, 20; L, p. 99).

le corps mouvoir sans un effet extérieur. Car cela signifie l'acceptation de la forme du corps pour le seul principe et pour la seule cause de sa mouvement. « *Car si la forme est bien cause et principe de mouvement, ce n'est pas à premier. Et un corps, en effet, ne se met point en mouvement sans une chose extérieure qui le meuve, comme Aristote, à juste raison, non seulement l'affirme, mais encore le démontre* ». ³⁶

Donc Leibniz invalide la distinction entre le mouvement naturel et le mouvement non naturel³⁷ et énonce trois sortes de principe pour le mouvement. La forme (figure) n'est que l'une de ces principes, mais elle n'est pas le seul principe, comme l'affirment les Scolastiques. Maintenant, traitons de trois sortes de principe de mouvement que Leibniz détermine et de la forme (figure) interrogeant dans quel sens elle est le principe de mouvement dans le corps.

Selon Leibniz la forme (figure) est la cause et le principe de mouvement mais elle n'est pas à titre premier. Un corps ne peut pas bouger sans une chose extérieure qui le meuve : « *Soit, par exemple, un globe sur un plan. S'il est un instant en repos, de soi-même, il ne bougera plus pour l'éternité, à moins que n'advienne une chose extérieure qui lui donne l'impulsion, par exemple, un autre corps* ». ³⁸ L'autre corps est la cause du mouvement imprimé (*motus impressi*) et la forme (figure) du corps en mouvement est la cause du mouvement reçu (*motus suscepti*). Etre le principe de mouvement se fait donc en deux façons: dans la première, le corps lui-même est le principe de mouvement dans un autre corps; quant à la deuxième, la forme (figure) propre du corps est le principe de mouvement dans le corps lui-même. ³⁹ Par contre, le premier principe de mouvement est la première forme qui est réellement abstraite de la matière (*materia abstracta forma*), c'est-à-dire la *mens*. La matière par elle-

³⁶ *Ibid.*, p.108; A II, i, n.11, 20; L, p.99.

³⁷ Le mouvement du corps en vertu de sa nature est naturel, celui qui est causé par un effet extérieur est le mouvement non naturel. Leibniz pense que les Scolastiques réduisent tous les mouvements au mouvement naturel parce qu'ils dérivent le mouvement seulement du principe de mouvement dans le corps lui-même, c'est-à-dire de la forme du corps, sans un effet extérieur. Selon Leibniz le corps n'a pas de source de son propre mouvement en soi-même, alors toutes sortes de mouvement ont besoin d'un effet extérieur pour se produire. C'est pour cela, il n'accepte pas que le corps a un mouvement naturel dû à sa nature.

³⁸ *Ibid.*, p.108; A II, i, n.11, 20; L, p.99.

³⁹ Ici la forme n'est pas le principe de mouvement vu qu'elle fournit le mouvement au corps comme chez les Scolastiques. La forme (figure) est seulement un principe de mouvement vu qu'elle facilite la mobilité, c'est-à-dire la réceptivité de mouvement. Par exemple, la sphéricité d'un corps rond est son principe du mouvement dans le corps lui-même parce qu'il cède plus facilement à l'autre corps. En conséquence la forme (figure) du corps est non pas le principe de mouvement imprimé ou de mouvement transféré mais de mouvement reçu. D'où il appert que la conception scolastique ne découle pas de la définition de la forme dans le sens aristotélicien qui, selon Leibniz, doit être conçue comme la figure. (*Ibid.*, p.108-109; A II, i, n.11, 20; L, p.99).

même est La *mens* fournit le mouvement à la matière pour qu'elle prenne une forme. C'est pourquoi, la *mens* est la cause efficiente qui produit le mouvement.⁴⁰ « *Seul, parmi les autres formes substantielles, l'esprit (mens) est principe de mouvement au titre premier et les autres formes tiennent de l'esprit (mens) leur mouvement* ».⁴¹

On définit donc trois sortes de principe concernant le mouvement : la *mens*, le corps lui-même et la forme (figure). La *mens*, comme on a déjà précisé, est le premier principe de mouvement et la source de mouvement qui rend discontinue la matière continue et qui la fait prendre une forme (figure).⁴² Pour que le corps puisse bouger, il faut l'impulsion d'un autre corps. L'autre corps devient donc le principe de mouvement dans ce corps-ci. Quant au troisième principe, c'est le principe de mouvement qui est dans le corps lui-même, c'est-à-dire sa forme (figure). Ce principe est celui qui permet au corps de recevoir le mouvement. Les deux principes derniers sont en fait subordonnés à la *mens*. Car la forme et la perpétuité de l'existence du corps sont fournies par le mouvement donné par la *mens*. La forme et le corps ne peuvent pas être les principes de mouvement indépendamment de la

⁴⁰ La *mens*, dans les textes de la première période de Leibniz, s'annonce comme la cause finale, et aussi, en tant que source du mouvement et de la même façon qu'il voit le premier moteur d'Aristote, comme la cause efficiente (motrice). Nous allons parler plus tard de la *mens* comme la cause finale.

⁴¹ *Ibid.*, p.109; A, II, i, n.11, 20; L, p.99.

⁴² Les parties de la matière se mettent en mouvement pour qu'elles engendrent les formes. Et donc la forme n'est rien d'autre qu'un arrangement de parties de la matière à l'aide de mouvement. D'où il appert que ce mouvement qui fournit la forme est un déplacement. Il faut accepter que le mouvement qui fait prendre la forme et celui qui produit l'impulse soient la même sorte de mouvement et que la source de ces deux soit la *mens*. Comme le corps ne possède pas en lui une source de mouvement, la *mens* doit alors être la source de mouvement qui meut les corps aussi bien que celle de mouvement qui fournit leur interaction dans le choc. Le fait que la *mens* soit compris comme premier moteur confirme cette assertion. Mais une question reste ici encore sans réponse: Le mouvement qui fait prendre une forme et celui qui fait les corps bouger, sont-ils le seul et même mouvement ? A proprement parler, la *mens*, a-t-elle donné à la matière un seul mouvement ou bien deux mouvements distincts, d'abord pour que la matière prenne une forme, et ensuite pour que la matière formée se meuve ? Citons une partie de sa lettre qui va servir à répondre à cette question: « *J'ai, au contraire, démontré, que tout ce qui se meut, est le résultat d'une création continue et que les corps sont quelque chose à chaque instant du mouvement qui peut leur être assigné, mais ne sont rien à aucun moment situé entre les instants du mouvement qui peut leur être assigné* » (*Ibid.*, p.114; A II, i, n.11, 23-24; L, p.102). D'où on voit que la création continue (*continuo creari*) est comprise comme le maintien des êtres en mouvement. Et le corps est une chose seulement lorsqu'il est en mouvement, mais il n'est rien à l'absence de mouvement. La création continue, en assurant la perpétuité de mouvement, constitue la perpétuité des limites dans la matière aussi bien que celle du mouvement des corps. Le mouvement fournit non seulement le déplacement du corps mais aussi le fait qu'il soit *une* chose. Donc au cas où le mouvement serait supprimé, non seulement les corps resteraient en repos, mais aussi ils ne pourraient plus exister. Parce que ce qui donne l'individualité aux corps en assurant les limites qui les séparent les uns des autres est aussi le mouvement. La suppression de mouvement est alors le retour au repos absolu et à l'homogénéité-la continuité de la matière première. Tous ces éclaircissements indiquent que le mouvement contenant la création perpétuelle (*perpetua creatione in motu*) est le seul et même mouvement du point de vue du maintien des corps en existence et aussi en mouvement.

mens, parce que ni la forme ni le corps ne peuvent pas subsister sans le mouvement donné par la *mens*. Le corps et la forme sont les principes de mouvement, parce que le corps peut imprimer le mouvement et parce que la forme peut faciliter de le recevoir. En conséquence, aux yeux de Leibniz le principe actif étant la source de mouvement est seule la *mens*. Les autres se produisent par le mouvement que donnait la *mens* et ils le reçoivent ou le impriment.

En résumé dans sa première période il considère les formes substantielles tout à fait contrairement à ses idées de sa période postérieure.⁴³ Il critique la considération des formes substantielles comme principes actifs qui se trouvent dans le corps. Pour lui, les formes substantielles (sauf la *mens*) sont seulement les figures et les figures se produisent seulement par la limitation des matières à l'aide de mouvement. Leibniz, en utilisant le terme « *puissance de la matière* », définit les figures comme les choses qui existent déjà dans la matière mais qui ne sont pas encore déterminées actuellement. Mais Il ne les présente jamais comme première cause de mouvement. Au contraire, les figures elles-mêmes exigent le mouvement pour se produire. Leibniz considère la figure comme principe de mouvement seulement du fait qu'elle est une chose qui permet au corps de recevoir le mouvement : Par exemple, un corps heurté se meut facilement grâce à sa sphéricité. Le refus des formes substantielles comme cause du mouvement reste la question sans réponse: Que doit être la source de mouvement ? Nous savons que la réponse de Leibniz à cette question est de la *mens*. Leibniz part de deux arguments en déterminant la *mens* comme source de mouvement : la nécessité de éviter la progression à l'infini et le fait de ne pas pouvoir dériver le mouvement de la nature du corps. En fait, ces deux arguments résultent du refus des formes substantielles. Le corps a besoin d'une impulsion de l'extérieur afin de se mouvoir parce qu'il ne peut pas produire son propre mouvement par sa forme substantielle. Et il faut accepter un premier moteur pour qu'il n'y ait pas la progression à l'infini. Par ailleurs, l'absence d'un principe actif dans le corps permet d'accepter la définition mécanique du corps -c'est-à-dire ce que le corps ne consiste qu'en étendue et qu'en impénétrabilité-, et on ne peut pas dériver le mouvement de la nature du corps définie de cette façon. En utilisant la lettre à Thomasius datée de 30 avril 1669, analysons ces arguments.

⁴³ Nous allons voir ultérieurement que Leibniz va accepter les formes substantielles comme les principes actifs qui se trouvent dans les corps. Voir Partie II, Chapitre VII.

Section III – La *Mens* universelle

D'après la philosophie mécanique, on a besoin d'une impulsion extérieure pour qu'un corps puisse se mouvoir. Leibniz accepte une impulsion de telle sorte et il dit que la philosophie d'Aristote est aussi en accord avec cette idée. Il rapporte qu'Aristote a pensé que aucun corps ne possède un principe de mouvement seulement en lui.⁴⁴ Il indique qu'Aristote s'élève au premier moteur à partir de cet argument.⁴⁵ Une impulsion extérieure est nécessaire afin de mouvoir un corps en repos et cette impulsion (*impulsion*) peut venir d'un autre corps. Le corps agissant devient donc le principe de mouvement. Nous voyons ici que le corps est la cause du mouvement dans un autre corps. Cependant, définir le corps agissant comme la cause du mouvement dans un autre corps n'explique pas la cause du mouvement dans le corps agissant lui-même. Cela veut dire que celui-ci transfère le mouvement à l'autre corps. On peut dire que la cause du mouvement du corps agissant est aussi un autre corps et cette argumentation va à l'infini de cette manière. Une impulsion extérieure est donc la condition nécessaire du mouvement du corps mais comme cette impulsion exige elle aussi une autre impulsion, elle n'est pas suffisante pour expliquer à elle seule le mouvement du corps. Alors on doit déterminer une première source, une première cause concernant le mouvement et cette source doit être en dehors de cette série. La *mens* se révèle donc comme le premier moteur.

Notre deuxième argument était de ne pas pouvoir dériver le mouvement de la nature du corps. Leibniz envisage le corps en tant qu'une union de la matière et de la forme qui se produit lorsque la matière continue et indéterminée prend la forme (figure) à l'aide de mouvement donné par la *mens*. Dans ce sens, Leibniz distingue la matière et le corps. La matière est dépourvue de mouvement et de détermination. Le corps consiste en arrangement de certaine façon des parties de la matière. La nature

⁴⁴ D'après Aristote, avoir la nature signifie avoir le principe de mouvement en soi-même. On dénomme *mouvement naturel* le mouvement dû à la nature de la chose. Alors dans la philosophie d'Aristote le corps ne possède que le principe de son mouvement naturel en lui-même. Il faut absolument un effet extérieur pour les mouvements non naturels.

⁴⁵ *Ibid.*, p.109-110 ; A II, i, n.11, 20 ; L, p. 99.

du corps relève de ses propriétés sensibles qui le distinguent de ce qui n'est pas un corps et qui sont communes à tous les corps, d'où, elle consiste en propriétés venant de sa matière. D'autre part son individualité vient de sa forme (figure).⁴⁶ En somme, Leibniz énonce que la nature du corps consiste en deux propriétés : extension et *l'ἀντιτυπία*. Le corps est une chose étendue parce qu'il est dans l'espace et il a de *l'ἀντιτυπία* parce que deux corps ne peuvent pas occuper le même espace en même temps. Selon Leibniz, les hommes saisissent l'extension seulement en la voyant et *l'ἀντιτυπία* seulement en le touchant. C'est ainsi qu'ils croient que les choses ayant ces deux propriétés ne sont pas des phantasmes et qu'ils les appellent *corps*.⁴⁷

Ce qu'il faut faire maintenant est de regarder si le mouvement peut être dérivé de la nature du corps ou non. Le mouvement est-il réellement dans le corps ? Pour répondre à cette question Leibniz se réfère à ce principe : « *Comme il n'est rien sans cause dans le réel, on ne doit non plus rien poser dans le corps, dont on ne puisse rendre raison à l'aide de leurs principes constitutifs. Or on ne se peut rendre raison à l'aide de leurs principes que par le moyen de leur définitions. On ne doit donc rien poser dans les corps, qui ne découle de la définition de l'étendue et de l'antitypie* ». ⁴⁸ Suivant ce principe, nous ne pouvons pas poser dans le corps aucune chose qui ne procédera pas de la définition de l'extension et l'impénétrabilité, lesquelles sont les principes constitutifs du corps. Leibniz précise que seulement la grandeur, la figure, la situation, le nombre et la mobilité peuvent dériver de ces concepts mais le mouvement n'en dérive : « *Le mouvement lui-même n'en découle pas [des propriétés des corps]. C'est pourquoi, à parler proprement, l'on n'accorde pas le mouvement dans les corps comme une entité réelle qui réside en eux* ». ⁴⁹ Le fait que le mouvement n'existe pas dans le corps comme une entité réelle n'infirme pas qu'il est une entité réelle. Cet énoncé déclare seulement que le mouvement ne se trouve pas

⁴⁶ C'est la forme qui constitue l'individualité du corps, c'est-à-dire qui le distingue des autres corps. Mais la forme se produit et se maintient par le mouvement que la *mens* donne. L'individualité du corps ne vient donc de lui-même et par conséquent nous ne pouvons pas parler exactement d'une forme qui appartient au corps.

⁴⁷ *Ibid.*, p.114; A II, i, n.11, 23; L, p.101.

⁴⁸ *Idem.*

⁴⁹ *Ibid.*, p.114, A II, i, n.11, 23; L, p.102. En fait, Ce n'est pas seulement le mouvement qui ne dérive pas de l'extension et de l'impénétrabilité, la grandeur et la figure n'en dérivent pas non plus. Les définitions de ces deux termes ne contiennent pas une figure ou une grandeur déterminée. La figure et la grandeur ne se produisent que par l'action du mouvement sur la matière. D'où seulement les capacités de la matière peuvent dériver de ces concepts : c'est-à-dire capacité de prendre la figure, d'avoir une grandeur déterminée et de se mouvoir etc.

dans le corps, n'appartient pas à lui et qu'il doit continuellement être donné au corps de l'extérieur. Comme le mouvement ne peut pas être dérivé de la nature du corps, Leibniz cherche la première cause du mouvement à l'extérieur du corps comme les autres philosophes mécaniques.⁵⁰ Comme on ne peut pas s'imaginer, en accord avec la conception cartésienne, une entité qui ne participerait ni de l'extension et ni de la pensée, la *mens* doit être la source unique comme la première cause du mouvement.

Leibniz énonce dans le texte *De la Transsubstantiation* daté de 1668 qu'il existe deux sortes de *mens*: la *mens humaine* et la *mens universelle*, c'est-à-dire Dieu.⁵¹ La source du mouvement dans les corps est la *mens universelle*, c'est-à-dire Dieu. Dieu fait prendre une forme à la matière par sa création continue et maintient les corps en mouvement. La création continue de Dieu veut dire que Dieu donne continuellement le mouvement. C'est ce qu'il faut comprendre quand on dit que le mouvement ne se trouve pas réellement dans le corps. Le corps ne contient pas le mouvement comme une propriété parce que le mouvement ne dérive pas des définitions de l'extension et de l'impénétrabilité, qui forment la nature du corps mais il doit continuellement être donné à la matière par Dieu. D'autre part pour Leibniz, la *mens* n'est pas seulement la cause efficiente étant la source du mouvement. Mais si Leibniz en était resté là, rien ne distinguerait sa pensée de la pensée cartésienne qui voit aussi Dieu comme la source du mouvement. Pour Leibniz la *mens* est autant la cause finale que la cause efficiente. Être la cause efficiente du mouvement signifie être la cause de ce que les phénomènes naturels soient de telle ou telle façon. Quant à la cause pour laquelle les phénomènes naturels doivent précisément être tels qu'ils sont, elle ne peut s'expliquer que par le choix de Dieu qui tient compte de la sagesse et de la beauté. La nature est une machine parfaite que Dieu a créée selon ses choix

⁵⁰ Descartes traite dans les *Principes* de la cause de mouvement en deux sortes: D'abord la première cause qui produit tous les mouvements dans le monde et puis la cause qui fournit aux parties de la matière le mouvement qu'elles ne possédaient pas auparavant. Pour Descartes aussi, qui explique la nature du corps par l'étendue, le mouvement n'est pas dérivable de la nature du corps. A cause de cela, il désigne Dieu comme la première cause et la source du mouvement. Bien que le mouvement ne soit qu'un *modus* de la matière qui se meuve, il a une certaine quantité et il a été donné à la matière par Dieu. Dieu crée la matière avec le mouvement et le repos, et il conserve dans l'univers la même quantité de mouvement. Les causes secondaires qui sont observées dans les corps sont les lois de la nature et en effet elles sont basées sur l'immutabilité de Dieu. La première loi de la nature énonce que le corps ne peut pas se mettre en mouvement par soi-même. Pour cela il faut qu'une chose agisse sur lui. Mais cette action n'est que la cause secondaire du mouvement pour Descartes. La première cause du mouvement est seulement Dieu. (*Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art.36-37, p. 83-85)

⁵¹ *On Transsubstantiation*, L, p.116.

et qu'il maintient en existence par sa création continue, c'est-à-dire dont Dieu est aussi bien la cause efficiente que la cause finale, elle est *horologium Dei*.⁵²

Leibniz, d'une part rejette la doctrine des formes substantielles du fait qu'elle empêche d'expliquer les phénomènes mécaniquement, d'autre part il soutient que ceci ne doit pas faire penser que Dieu ne joue aucun rôle dans la physique. Son dessein est d'empêcher que Dieu soit exclu du domaine de la philosophie de la nature en démontrant l'impossibilité d'expliquer les phénomènes corporels sans accepter l'existence de Dieu. Leibniz, à l'instar de Galilée, Bacon, Gassendi, Descartes, Hobbes, Digby pense qu'il faut dériver toutes choses de la nature du corps et de ses qualités primaires (grandeur, figure et mouvement) et qu'il ne faut pas, tant que ce n'est pas nécessaire, recourir à Dieu ou à des êtres incorporels pour expliquer les phénomènes corporels. Mais ce qu'il met en question est de savoir si ces qualités primaires (*primarum qualitatum*) qui expliquent les phénomènes corporels, dérivent ou non de la nature du corps. Si les qualités du corps ne peuvent pas dériver de la nature corporelle, ce corps n'est pas suffisant à lui-même et ne peut pas subsister sans qu'il y ait un être incorporel.⁵³

Dans la *Confession de la Nature contre les Athées (Confessio Naturae Contra Atheistas)* datée de 1668, Leibniz définit le corps comme un chose qui existe dans l'espace : *spatio inexistere*. Cette définition consiste en deux termes : *spatio* et *inexistere*.⁵⁴ La grandeur et la figure du corps se rapportent à l'espace qu'il occupe, c'est-à-dire le corps a la même grandeur et la même figure que l'espace qu'il occupe. Pourquoi le corps a-t-il une telle grandeur ou une telle figure mais pas une autre? La certaine grandeur ou la certaine figure dans les corps ne dérive de leur nature. C'est grâce à la *mens* que le corps prend telle forme et non pas telle autre. Puisque le corps est maintenant dans cet espace-ci (*spatio*) il pourrait être ensuite dans un autre espace égal au premier. C'est-à-dire, il se meut. De ce que le corps soit dans l'espace, la

⁵² *Lettre à Thomasius du 30 avril 1669*, B, p.113; A II, i, n.11, 22; L, p.101.

⁵³ *Confessio Naturae Contra Atheistas*, L, p.110; GP IV, 106. La suffisance d'une chose à soi-même, le pouvoir de subsister par soi-même procèdent de ce qu'elle peut dériver ses propriétés de sa nature même.

⁵⁴ Cette définition n'est pas en opposition avec la définition du corps dans la lettre de Leibniz à Thomasius datée du 30 avril 1669. On peut déduire les propriétés de l'extension et de l'impénétrabilité qui constituent la nature du corps de ces deux termes. L'extension du corps vient de l'espace qu'il occupe. Son impénétrabilité vient de son occupation de l'espace, de son existence dans l'espace, c'est-à-dire de ce qu'un autre corps ne puisse exister avec lui dans le même instant et dans le même lieu.

mobilité ou pouvoir de changer d'espace découle. Cependant cette définition ne répond pas à la question pourquoi le corps se meut, c'est-à-dire à la question sur la cause du mouvement. En fait, la nature du corps peut expliquer seulement la mobilité (*mobilitatem*), mais non pas le mouvement lui-même. Il n'existe aucune cause dans le corps pour le mouvement quand on le laisse à lui-même. Alors, le corps ne peut pas avoir une grandeur, une figure et un mouvement déterminés en vertu de sa nature. Avoir une grandeur, une figure et un mouvement déterminés (*determinatam*) pour les corps est possible seulement par la supposition (*supposito*) d'un principe incorporel et le sage choix de ce principe incorporel ne peut que expliquer la cause des qualités que les corps ont : « *On ne peut rendre raison pourquoi cet être incorporel choisit tels grandeur, figure, mouvement plutôt que tels autres, à moins qu'il ne soit intelligent et sage en raison de la beauté des choses, et puissant en raison de leur obéissance à sa volonté. Un tel être incorporel sera donc l'esprit recteur de tout l'univers, c'est-à-dire Dieu* ». ⁵⁵

Le fait de ne pas pouvoir expliquer les phénomènes corporels sans un être incorporel, signifie introduire Dieu dans la physique comme un principe métaphysique.⁵⁶ La nature ne peut pas renoncer à l'aide de Dieu même pour un instant.⁵⁷ Leibniz élabore une conception de la substance corporelle sur ce fondement métaphysique. Dans son texte *De la Transsubstantiation* (1668) il met quelques principes concernant la substance en accord avec sa conception d'Aristote :

1. La substance est un être qui subsiste par lui-même.⁵⁸
2. Un être qui subsiste par lui-même, a un principe d'action en lui-même.⁵⁹
3. Alors un être qui a un principe d'action en lui-même, ne peut être qu'une substance.⁶⁰

Maintenant examinons la substantialité du corps à partir de ces principes.

⁵⁵ *Confessio Naturae Contra Atheistas*, L, p.110-112; GP IV, 106-109 ; cité et traduit par D, p.25.

⁵⁶ « *La théologie (ou métaphysique) traite de la cause efficiente des choses, soit de l'esprit* » (*Lettre à Thomasius du 30 avril 1669*, B, p.108 ; A II, i, n.11, 20).

⁵⁷ « *Dei auxilio carere naturam non posse* » (*Confessio Naturae Contra Atheistas*, GP IV, 109 ; L, p.112).

⁵⁸ « *Substance is being which subsists in itself* » (*On Transsubstantiation*, L, p.115).

⁵⁹ « *Being which subsists in itself is that which has a principle of action within itself* » (*On Transsubstantiation*, L, p.115).

⁶⁰ « *Substance, or entity which subsist in itself –which are all the same thing- is defined correctly in the Scholastic sense also, as that which has a principle of action within itself* » (*On Transsubstantiation*, L, p.117).

L'existence d'un principe d'action dans le corps signifie que le corps possède un principe de mouvement en lui.⁶¹ Le corps pourrait être une substance en ayant un principe de mouvement en lui-même, mais comme nous l'avons déjà exprimé, Leibniz n'accepte pas un principe de mouvement dans le corps lui-même. Le principe de mouvement se trouve en dehors du corps et il est Dieu. C'est-à-dire le corps ne peut pas avoir un principe de mouvement en lui à part Dieu et c'est pourquoi il ne peut pas être une substance indépendamment de Dieu : « *Nul corps n'a un principe de mouvement en lui-même séparé d'une mens concourante (...)* *Donc nul corps n'est considéré comme substance, séparé d'une mens concourante* ». ⁶² Leibniz vise ici à fonder la substantialité d'une chose qui n'est pas une substance à elle seule. Parce qu'une chose qui n'est pas une substance, n'est qu'un accident ou une apparence.⁶³ Si on ne peut pas assurer la substantialité du corps, alors le monde phénoménal ne sera qu'une apparence. C'est pourquoi, Leibniz change un peu les principes posés au début -la substance était ce qui a un principe de mouvement en soi-même- et définit la substantialité comme union avec une *mens* concourante. Une chose aura donc un principe d'action grâce à son union avec la *mens* et elle sera estimée comme « *substance* » : « *Une chose est substance quand elle est considérée avec une mens concourante (...)* *La substance est l'union avec la mens* ». ⁶⁴ En conséquence, le corps à lui seul, c'est-à-dire du point de vue de sa matière, n'est pas une substance. Il est une substance grâce à son union avec la *mens*. Ce qui rend le corps substantiel est son union avec la *mens* : « *La substance du corps humain est l'union avec la mens humaine, et la substance des corps dépourvus de la raison, est l'union avec la mens universelle ou Dieu (...)* *Ainsi la substance du corps est l'union avec une mens soutenante* ». ⁶⁵ Nous voyons que Leibniz précise deux sortes de *mens* : la *mens* universelle, c'est-à-dire Dieu, et la *mens* humaine. La *mens* est le principe actif pour tous les êtres, humains et non humains, et elle les rend substances.

⁶¹ Ici Leibniz suit une chaîne d'inférence suivante: Chaque action est une variation de l'essence. Chaque action du corps est une variation de l'essence du corps. L'essence du corps est d'exister dans l'espace. Alors une variation dans l'essence du corps est une variation de son existence à l'espace. Une variation de l'existence à l'espace est le mouvement. Par là, chaque action du corps est le mouvement. En conclusion, l'existence d'un principe d'action dans le corps signifie qu'un principe de mouvement existe en lui. (*On Transubstantiation*, L, p.116).

⁶² *On Transubstantiation*, L, p.116. (J'ai traduit ce passage de l'anglais) Il faut admettre que Leibniz n'entend que la matière par le corps séparé de la *mens*. Sinon, ce serait affirmer qu'un corps peut exister séparé de la *mens*. Pour Leibniz, comme le corps est l'union de matière et de forme, et la forme est fournie et maintenue par le mouvement donné par la *mens*, il faudrait en fait que le corps soit la substance dans chaque cas. Parce que être le corps exige déjà une union avec la *mens*.

⁶³ « *Whatever is not substance is accident or appearance* » (*On Transubstantiation*, L, p.116).

⁶⁴ *On Transubstantiation*, L, p.116. (J'ai traduit ce passage de l'anglais)

⁶⁵ *Idem*.

Bien que Leibniz explique la nature du corps par l'étendue et l'impénétrabilité, en déterminant le principe de mouvement en dehors du corps, il réfère son existence et sa substantialité à l'union avec la *mens*. La *mens* n'est pas un principe de mouvement existant dans le corps lui-même, de ce fait, elle n'est pas inhérente dans sa nature. En ne reconnaissant pas un principe incorporel dans le corps, Leibniz réduit la nature du corps aux propriétés venant de sa matière. Il vise ainsi à pouvoir expliquer les phénomènes seulement par la grandeur, la figure et le mouvement. D'autre part, il indique la *mens* comme la cause efficiente et finale du corps et de toutes ses propriétés. Par là il pense écarter une philosophie de la nature qui aurait pu procéder d'une conception mécanique de la nature et qui ne parlerait rien de Dieu. Mais ici, il y a un problème grave dont Leibniz va postérieurement se rendre compte. Rappelons-nous, Leibniz avait affirmé qu'une chose serait suffisante à elle-même, si ses propriétés pouvaient dériver de sa nature. Une chose qui n'est pas suffisante à elle-même et qui ne peut pas subsister par elle-même, ne peut pas être une substance. Poser le principe de mouvement hors du corps signifie excepter ce principe hors de la nature du corps. Le corps ne peut pas dériver ses propriétés de sa propre nature sans avoir un principe de mouvement qui est inhérent à sa nature. Il ne peut pas donc être suffisant à lui-même et une substance. Leibniz avait pensé au début que l'union avec une *mens* concourante correspondrait à avoir un principe d'action et donc assurerait la substantialité. Mais Leibniz semble violer ici le principe « *ce qui a un principe d'action en soi-même est une substance* ». Dans le chapitre 4, nous allons voir comment Leibniz résout ce problème.

Chapitre II

La théorie du mouvement abstrait et concret

Les premières rédactions systématiques de Leibniz sur la physique sont la *Theoria Motus Abstracti* présentée à L'Académie des sciences de Paris et l'*Hypothesis Physica Nova* (dont le sous-titre est *Theoria Motus Concreti*) publiée à la Royal Society de Londres en 1671. Ces deux textes, comme l'indiquent leurs titres, présentent deux différentes théories pour le mouvement. Leibniz, dans son article le *Specimen Dynamicum*,⁶⁶ explique la différence entre le mouvement abstrait et le mouvement concret par le concept de *système*. Dans cet article Leibniz énonce qu'il a posé dans sa jeunesse la théorie du mouvement en deux façons: comme séparée de *système* (*systemate abstractam*) et comme incorporée au *système*, c'est-à-dire comme concrète (*systemati concretam*).⁶⁷ Par le terme de *système*, Leibniz entend l'organisation des choses (*structura systematis*), l'état ordonné du monde en tant que tel. Dans le *système*, les choses sont en interaction avec le milieu et elles sont influencées par les mouvements dans ce milieu. Quand les corps sont abstraits du *système*, le milieu semble avoir aucun effet sur ceux-là.⁶⁸ En conséquence, la théorie abstraite essaye d'expliquer le mouvement seulement géométriquement, en négligeant l'expérience tandis que la théorie concrète s'intéresse plutôt le mouvement qui apparaît dans l'expérience. Ces deux différentes théories sont rattachées par une hypothèse du monde. Autrement dit, il s'agit d'essayer de dépasser la contradiction entre la théorie abstraite et le monde phénoménal par une *hypothèse* à propos de la création et de l'opération du monde et de constituer un

⁶⁶ En Italie dans les années 1689-1690, Leibniz commence d'écrire un livre où il a construit les fondements d'une nouvelle science qu'il a nommé la *dynamique*. Son livre dont le titre est *Dynamica de Potentia et Legibus Naturae corporeae*, n'est pas publié pendant sa vie. Sur l'insistance de ses amis, il publie cet article qui présente les fondements de sa dynamique, dans l'*Acta Eruditorum* en 1695.

⁶⁷ *Specimen Dynamicum*, AG, p.123 ; GM VI, 240.

⁶⁸ Ce que Leibniz entend par le milieu est l'éther dans lequel les corps baignent. Dans le *système*, les corps sont sous l'effet du mouvement universel (*motus universalis*) de l'éther. Les phénomènes naturels comme la gravité et l'élasticité résultent de l'effet de ce mouvement universel sur les corps. Par conséquent dans le *système*, les mouvements des corps sont produits par l'union du mouvement provenant de leur nature et du mouvement universel.

système dans lequel les règles abstraites opèrent à la base mais le monde apparaît tel qu'il est. Ainsi, la *Theoria Motus Concreti* expose une théorie qui tient compte des phénomènes dans l'expérience (rejaillissement des corps qui se heurtent, la résistance du corps au mouvement, etc.) et qui règle les lois du choc selon l'état observé du monde.

Section I – Le mouvement infinitésimal : Le *Conatus*

Dans la *Theoria Motus Abstracti* Leibniz élabore une théorie abstraite et intelligible concernant le mouvement. Dans cette première théorie, sans s'intéresser au mouvement qui apparaît dans l'expérience, il détermine les règles du choc tout à fait géométriquement. D'abord, le mouvement est analysé comme un continuum et ses constituants sont déterminés. Selon cette analyse l'ingrédient ultime du mouvement est le *conatus*.⁶⁹ Par la suite, essentiellement le choc de deux corps est traité et les règles du choc sont établies moyennant le concept de *conatus*. Pour comprendre le *conatus*, il faut considérer les pensées de Leibniz sur la continuité et les infinitésimaux⁷⁰ dans la *Theoria Motus Abstracti*.⁷¹

Selon Leibniz il y a des parties actuelles (*actu*) dans le continuum (*continuo*) et celles-ci sont actuellement infinies.⁷² Le continuum est composé de ces parties actuelles. Leibniz appelle ces ingrédients ultimes du continuum « *inassignables* ». On ne peut pas attribuer aux parties *inassignables* une grandeur pouvant être exprimée par un ratio fini. Leur grandeur est moindre que toute grandeur pouvant être donnée. Le ratio au continuum qu'ils composent est comme le ratio de un à

⁶⁹ Leibniz atteint à sa propre conception de *conatus* à partir de la conception de *conatus* de Hobbes. Cf. D, p.35-68.

⁷⁰ Le continu est un tout non cassé ou ininterrompu et qui n'a pas de lacunes. L'espace, le temps et le mouvement sont des continus. Le continu est divisible et il est impossible de atteindre à un indivisible par la division. C'est-à-dire le continu est divisible à l'infini. Une grandeur infinitésimale est une grandeur qui n'est pas égale à zéro mais moindre que toute grandeur finie. Les infinitésimaux sont en général pris comme l'ingrédient ultime d'un continuum. Le continuum se compose des grandeurs infinitésimales, de la somme infinie de ses ingrédients ultimes. Par exemple une courbe continue peut être considérée en tant qu'elle est composée des lignes infinitésimales.

⁷¹ Le problème de la continuité que Leibniz a mentionné comme « *labyrinthe du continuum* » est un sujet sur lequel il réfléchissait dès sa période initiale et sur lequel il élaborait des conceptions diverses. Dans l'analyse du mouvement qu'il a élaboré dans la *Theoria Motus Abstracti*, il recourt aux infinitésimaux et pense qu'il s'est dégagé du labyrinthe du continuum avec ses constatations. (*Lettre à Lambert van Velthuysen* de mai 1671, A II, i, n.56a, 97). Mais il abandonnera ultérieurement ses avis-ci.

⁷² « *Dantur actu partes in continuo (...) eaeque infinitae actu.* » (TMA, GP IV, 228 ; L, p.139).

l'infini. Alors on peut dire que la grandeur des parties *inassignables* d'un continuum de grandeur A est A/∞ et que la somme infinie de ces parties donne le continuum A. Maintenant examinons comment Leibniz a atteint ces grandeurs *inassignables*, c'est-à-dire les infinitésimaux.

Quand l'on divise un continuum, par exemple l'espace, le temps ou le mouvement, si les parties à lesquelles on parvient sont encore de l'espace, du temps et du mouvement, on peut continuer à diviser ces parties. Il n'a y donc pas d'étendue minimum, de temps minimum ou de mouvement minimum. Dans ce cas, quel sera le commencement (*initio*) de l'espace, du temps et du mouvement? Le commencement de tout espace, tout corps, tout temps et tout mouvement donné doit être:

1. Inextensif (*inextensa*). Parce que si le commencement était une chose extensive, on pourrait toujours en enlève une partie extensive et pourrait appeler le reste, le commencement. Donc pour que quelque chose puisse être un commencement, il doit être impossible de lui enlever une partie extensive. Ce n'est possible que si le commencement est inextensif.

2. Indivisible (*indivisibilia*). Car si le commencement était divisible, il ne serait plus le commencement, mais une partie du continuum qui pourra être encore divisée.

Selon Leibniz cet inextensif ou indivisible commencement est le point pour l'espace et le corps; l'instant pour le temps et le *conatus* pour le mouvement.⁷³

Pour rendre plus clair la réflexion de Leibniz sur les choses inextensives ou indivisibles qu'il a nommé le commencement du continuum, notons la définition du point : « *Le point n'est pas ce dont il n'y a nulle partie, ni ce dont la partie n'est pas considérée; mais ce dont l'extension est nulle, c'est-à-dire ce dont les parties sont indistantes, ce dont la grandeur est inconsiderable, inassignable, moindre que toute grandeur pouvant être rapportée à une autre grandeur sensible si ce n'est par une relation infinie, moindre que toute grandeur pouvant être donnée; et cela est la*

⁷³ TMA, L, p.139-140 ; GP IV, 228-229. Le commencement de l'espace doit être le point mathématique et celui du corps doit être le point physique.

*fondement de la méthode de Cavalieri*⁷⁴, par qui la vérité en est démontrée avec évidence, de telle sorte que l'on puisse penser certain rudiments, pour ainsi dire, ou commencements de lignes et de figures moindres que tout autre qui se puisse trouver ».⁷⁵ Leibniz, en refusant la définition euclidienne du point⁷⁶ sans partie, donne sa propre définition du point inextensif mais ayant des parties. Le point est sans extension bien qu'il comporte des parties, parce que ses parties sont indistantes (*indistantes*). D'autre part, il a une grandeur grâce à ses parties, parce que la grandeur est définie par le nombre des parties.⁷⁷ On ne peut pas attribuer une grandeur finie au point puisqu'il est inextensif et indivisible. Leibniz utilise ici pour la grandeur du point le terme *inassignable*, qui désigne une grandeur moindre que toute grandeur donnée. Bien que sa grandeur soit moindre que tout grandeur donnée, elle n'est pas zéro vu qu'il comporte des parties indistantes. En conséquence, ces points inextensifs s'unifient pour composer une étendue.

En résumé, l'indivisible est le constituant actuel du continuum. La grandeur de ces constituants ne peut pas être nul, sinon ils ne peuvent pas composer un continuum. Ils ne peuvent non plus être extensif, sinon ils pourraient être divisés à l'infini. Ils doivent alors être inextensifs et aussi avoir une grandeur différente de zéro. Le fait que les ingrédients ultimes du continuum soient inextensifs et indivisibles se rapporte à l'impossibilité d'y attribuer une grandeur du genre de ce dont ils sont l'ingrédient. Alors, la grandeur du point, de l'instant et du *conatus* est inassignable (*inassignabilis*), c'est-à-dire qu'ils sont infinitésimaux. L'infinitésimal, est toujours plus petit que ce qu'on peut obtenir par le résultat d'une division, c'est-à-dire qu'il y a toujours quelque chose de plus grand que lui. C'est pourquoi l'infinitésimal ne peut jamais être saisi par un ratio fini et on ne peut non plus lui attribuer une grandeur finie. Le point, le *conatus* et l'instant ont une grandeur qui ne

⁷⁴ Bonaventura Cavalieri (1598–1647), mathématicien italien, élève de Galilée. Il a élaboré la méthode des indivisibles. Dans cette méthode les figures planes sont conçues comme composées de lignes parallèles et les solides comme composées de surfaces parallèles. Ces lignes et surfaces élémentaires sont dénommées l'indivisible. La sommation infinie de ces indivisibles donne les surfaces et les volumes. La méthode de Cavalieri et la interprétation de Leibniz sont assez différentes. Cavalieri obtient la surface et le volume par la sommation infinie des parties finies tandis que Leibniz prend les indivisibles de Cavalieri comme les parties actuelles et obtient une chose extensive par la somme des constituants inextensifs.

⁷⁵ *TMA*, L, p.140 ; *GP IV*, 229.

⁷⁶ « Σημείον ἐστὶν, οὐ μέρος οὐθέν. » ; « *Le point est ce dont la partie est nulle.* » (Euclid, *Eléments*, Définition 1).

⁷⁷ « (...) *la grandeur comme nombre des parties dans l'étendue* ». (*Lettre à Thomasius du 30 avril 1669*, B, s.111; A II, i, n.11, 22; L, p.100).

peut pas être exprimée par un ratio fini, qui n'est pas au juste zéro mais presque zéro. Pour Leibniz, une telle grandeur infinitésimale leur assure inextensibilité et indivisibilité.⁷⁸

Leibniz, définit le *conatus* en comparant son rapport avec le mouvement au rapport du point avec l'espace : « *Le conatus est au mouvement comme le point à l'espace, ou l'unité à l'infini, c'est en effet le commencement et la fin de mouvement* ». ⁷⁹ D'après cette définition, le *conatus* est le mouvement infinitésimal, l'élément indivisible (*indivisibilia*) et inextensif (*inextentus*) du mouvement. Le *conatus*, en un instant, ne peut passer qu'à travers un point ou une partie de l'espace moindre que toute partie donnée. En d'autre terme, le *conatus* est le mouvement à travers un point en un instant ou en un temps moindre que tout le temps donné. Le mouvement d'un corps -sa vitesse et sa direction- se compose donc de la somme des *conatus*. Le *conatus* possède une grandeur petite ou grande mais en fin de compte infinitésimale à la mesure de la grandeur du point à travers lequel il pourra passer en un instant. Le fait que les corps soient plus vites ou lents provient de la différence entre les degrés de leurs *conatus*. Un corps rapide passe plus d'espace qu'un corps lent en passe. L'espace passé se compose de la somme des points. Sachant que le *conatus* ne peut pas passer à travers plus d'un seul point, pour que les corps puissent passer différentes distances, les grandeurs des points passés à l'instant du *conatus* doivent être différentes. Donc, les *conatus* peuvent être plus grands ou plus petits les uns que les autres et cela signifie aussi que les grandeur des points passés par ces *conatus* en un instant peuvent aussi être différentes.⁸⁰

Comme le point qui est un constituant inextensif de l'espace, le *conatus*, en dehors de mouvement dit extensif, est un mouvement inextensif. Le fait que le *conatus* soit un mouvement inextensif permet de le comprendre en tant que commencement du mouvement. Le *conatus* en tant que commencement du mouvement indique une tendance qui produit un mouvement ayant une certaine

⁷⁸ Le fait que le constituant du continuum soit inextensif mais que sa grandeur ne soit pas nulle, semble un paradoxe. Pour que sa grandeur soit différente de zéro, il doit avoir des parties et pour qu'il soit inextensif, il doit être indivisible, à savoir sans parties. La solution de Leibniz est d'affirmer que le constituant a des parties mais que ces parties sont indistantes. Ainsi le constituant pourra avoir une grandeur vu qu'il a des parties et en même temps être inextensif vu que ses parties sont indistantes.

⁷⁹ « *Conatus est ad motum, ut punctum ad spatium, seu ut unum ad infinitum, est enim initium finisque motus* » (TMA, GP IV, 229 ; L, p.140).

⁸⁰ TMA, L, p.141 ; GP IV, 230-231.

vitesse et une certaine direction.⁸¹ Le *conatus* est un effort qui tend au mouvement. La définition du *conatus* que donne Leibniz dans un autre article dont le titre est *De la nature du corps et des lois du mouvement*⁸² est ainsi : « *Le conatus est le commencement d'une action, et donc contient le commencement d'un effet ou d'une passion (initium effectus seu passionis) dans ce vers quoi il s'oriente. Et c'est seulement si rien ne l'en empêche que ce conatus réussira entièrement* ». ⁸³ Le *conatus* en tant que *initium actionis* tend à produire un certain effet et s'il ne rencontre pas d'empêchement, il accomplira entièrement cet effet. Quand un *conatus* d'un corps mobile accomplit entièrement son effet, ce corps continue de se mouvoir dans la même direction et avec la même vitesse. A savoir, le corps obligera à se mouvoir avec lui-même dans la même direction et avec la même vitesse, l'empêchement rencontré, quelle que soit sa grandeur, c'est-à-dire qu'il va propager (*propagahit*) tout son *conatus* à l'autre sans avoir une diminution de sa vitesse. ⁸⁴

⁸¹ « *cōnātus, ūs, m : (conor), effort, entreprise, tentative* » (Félix GAffiot, *Le Grand Gaffiot, Dictionnaire Latin-Français*, Paris, Hachette, 2000).

⁸² L'édition AG date l'article des années 1678-1682. Il convient de se référer ici à cet article vu que Leibniz y parle de sa conception initiale sur la mécanique et de ses manques.

⁸³ *On the Nature of Body and the Laws of Motion (ca. 1678-82)*, AG, p.246 ; GP VII, 281. (J'ai traduit ce passage de l'anglais) L'effort du corps pour avancer et pour entraîner avec lui-même le corps heurté au moment du choc est un commencement d'un effet au point de vue du corps agissant et un commencement d'une passion au point de vue du corps subissant.

⁸⁴ Leibniz énonce dans la *Theoria Motus Abstracti* que le corps possède son propre *conatus* et qu'il peut le imprimer aux autres corps. Le *conatus* est dans le corps lui-même. On avait déjà expliqué qu'une chose qui n'est que étendue, ne peut pas avoir réellement de mouvement en elle-même. Pour cette raison, Leibniz définit le corps dans la *Theoria Motus Abstracti* comme la *mens* momentanée (*mens momentanea*). (TMA, L, p.141 ; GP IV, 230). Le corps désormais possède en lui-même sa propre *mens* en tant que principe de son propre mouvement, cependant cette *mens* est momentanée. La *mens* du corps reproduit à chaque instant son *conatus* et la somme de ces *conatus* compose le mouvement du corps. Le corps peut imprimer son *conatus* au moment de collision à l'autre corps, donc plusieurs *conatus* contraires peuvent coexister en même temps dans le même corps. Supposons que deux corps avec des *conatus* contraires et inégaux se rencontrent sur la même ligne. Tous les deux, au moment de la collision, s'efforcent d'avancer avec leur propre *conatus* et d'entraîner avec eux-mêmes le corps qu'ils ont heurté. De cette façon, les corps impriment leur *conatus* au corps qu'ils ont heurté. En conséquence, tous les deux corps possèdent à la fois leur propre *conatus* produit par leur propre *mens* et le *conatus* qu'ils ont reçu de l'autre corps. Par ailleurs il y a une différence ontologique entre posséder son propre *conatus* et posséder le *conatus* d'un autre corps. Des *conatus* contraires peuvent coexister dans le même corps non pas suivant leur source mais suivant les effets qu'ils produisent, de façon que le mouvement des corps soit calculé par l'addition – soustraction algébrique de ces effets. Ainsi après la collision les corps se meuvent ensemble avec la composition géométrique de leur *conatus* dans la direction du corps dont le *conatus* est le plus grand. De plus, comme le corps a une *mens* momentanée, il ne peut maintenir son propre *conatus* et l'autre *conatus* contraire plus qu'un instant. Donc, les *mens* des corps qui se meuvent ensemble après la collision, reproduisent à chaque nouvel instant les *conatus* appartenant à ces corps et le mouvement commun de ces corps se compose à chaque nouvel instant de la composition géométrique de ces *conatus*.

Maintenant, à partir du *conatus* défini de cette façon, considérons des parties remarquables de la théorie du choc concernant le choc direct des deux corps, posée dans le chapitre *Fundamenta praedemonstrabilia* de la *Theoria Motus Abstracti* :

1. Un corps en mouvement, quelque grand que soit l'obstacle rencontré, peut lui propager son *conatus*. Quand un corps rencontre un obstacle, il s'efforce⁸⁵ d'avancer avec son propre *conatus* et grâce à cet effort, quelque grand que soit l'obstacle rencontré, il peut l'entraîner avec lui-même.⁸⁶ Par exemple, quand un corps en mouvement A heurte un corps en repos B, il oblige le corps B, quelque grand qu'il soit, à se mouvoir avec lui-même. C'est-à-dire que la grandeur du corps ne joue aucun rôle dans le choc et il n'est pas question que le corps résiste au mouvement.⁸⁷

2. Le mouvement après le choc des corps qui ont des différents *conatus* est calculé par soustraction de leurs *conatus*. Après le choc, les corps se meuvent ensemble, dans la direction du corps dont le *conatus* est plus grand (qui est plus vite) et avec la vitesse commune qui est calculée par la soustraction de leurs vitesses.⁸⁸ Ainsi, Leibniz constate dans sa théorie abstraite du mouvement que le résultat du choc est calculé seulement par la simple composition géométrique de leurs mouvements (leurs *conatus*) momentanés au moment du choc.

3. La proposition de l'inertie (*inertia*) dans la *Fundamenta praedemonstrabilia* est ainsi : « Prop. 8: Lorsqu'une fois une chose est passée au repos (*quieverit*), à moins qu'une nouvelle cause de mouvement ne survienne, elle restera toujours au repos. Prop. 9: Par contre, ce qui est une fois en mouvement, pour autant qu'il est en lui, se mouvra toujours avec la même vitesse et dans la même direction ». ⁸⁹ Même une très petite cause du mouvement (le choc d'un corps très petit ayant une très petite vitesse) est suffisante pour donner un mouvement à un corps en repos quelque grand qu'il soit. Le corps ne résiste pas pour rester en repos. Le fait qu'un corps reste en repos dépend seulement du manque d'une cause pour le

⁸⁵ On a utilisé le verbe *s'efforcer* au lieu de la forme verbale de *conatus* (*conetur*).

⁸⁶ *TMA*, proposition 11, L, p.140 ; GP IV, 229.

⁸⁷ Cette détermination est explicitement en contradiction avec les faits physiques. On observe par l'expérience que le corps résiste au mouvement et que la grandeur a un effet sur la collision. On essaiera de dépasser cette contradiction par une hypothèse.

⁸⁸ *Ibid.*, proposition 22, p.142 ; GP IV, 232.

⁸⁹ *Ibid.*, proposition 8 et 9, p.140 ; GP IV, 229 ; cité et traduit par D, p.50.

mouvement, donc l'inertie du corps ne résulte pas ici de sa grandeur. La *proposition 20* confirme cette considération : « *Un corps mouvant influence l'autre, sans aucune diminution de son propre mouvement, quel que soit le mouvement que l'autre peut recevoir sans perdre son propre mouvement original* ». ⁹⁰ La conception du *conatus* de Leibniz exclut la résistance qui est causée par la grandeur -la masse (*massa*).

Il faut commenter plus différemment l'inertie des corps mobiles. Un corps en mouvement, quand on le laisse à lui-même, continuera son mouvement avec la même vitesse et dans la même direction. Et lorsqu'il rencontre un obstacle, il s'efforcera d'avancer par rapport à son *conatus*. Ainsi on voit que le corps est persistant pour continuer son mouvement. Le changement du mouvement en repos n'est possible que par la composition des *conatus* contraires. Pour un tel changement, il est nécessaire que les corps puissent imprimer leur *conatus* les uns aux autres et que les *conatus* contraires puissent coexister en même temps dans le même corps. ⁹¹

Leibniz forme sans doute les règles du mouvement qu'il a présenté dans la *Theoria Motus Abstracti* à partir d'une certaine conception de corps. Il expose ses considérations concernant le corps dans le *Specimen Dynamicum* de 1695 ainsi :

1. La nature du corps consiste en masse inertie (*massa inerte*), c'est-à-dire en étendue et en impénétrabilité. Le corps est indifférent au mouvement et au repos. Donc il ne résiste pas au mouvement et lorsqu'il en repos, il ne peut pas bouger par lui-même sans une nouvelle cause pour le mouvement.

2. Ce qui existe dans un corps est seulement la grandeur (*magnitudo*), la figure (*figura*), le lieu (*locus*), les quantités mathématiques qui sont leur changements et un *conatus* qui subit une mutation seulement au moment de collision (*in ipso concursus momento mutandi conatus*). ⁹²

⁹⁰ *Ibid.*, *proposition 20*, p.142; GP IV, 232. (J'ai traduit ce passage de l'anglais)

⁹¹ « *Il peut donc y avoir plusieurs conatus contraires dans le même corps en même temps* » (*Ibid.*, *proposition 12*, p.140 ; GP IV, 229, J'ai traduit ce passage de l'anglais). Le propre *conatus* du corps existe dans le corps en tant que *initium effectus*. Les *conatus* des autres corps existent dans ce même corps en tant que *initium passionis*. Le mouvement du corps est calculé par la composition géométrique des *conatus* qui coexistent dans le corps.

⁹² La réduction de la nature du corps à une masse inerte par Leibniz, semble un problème. Car on sait que dans cette période Leibniz soutient que le corps possède sa propre *mens* en lui. D'ailleurs en ajoutant que le corps possède un *conatus*, il manifeste qu'il ne trouve pas à la nature de corps une

Quand le corps est défini de cette façon, les résultats de la collision sont nécessairement déterminés par la composition géométrique des *conatus* (*compositione conatum Geometrica*). Examinons plus détaillé:

Tout corps dans la collision donne son *conatus* au corps qu'il a heurté. Il s'efforce (*conor*) de continuer son mouvement et d'entraîner l'autre corps avec lui-même au moment de la collision. Tant que ce *conatus* n'est pas empêché par un autre *conatus* contraire, il fait son effet plein sur le corps heurté. Même si il est empêché par un *conatus* contraire, il en est de même. Dans ce cas, le *conatus* fait aussi son effet plein, cependant les différents *conatus* des deux corps se combinent. En conséquence, le nouveau mouvement du corps heurté est calculé par la composition de son *conatus* original et le *conatus* qu'il a reçu. Comme le corps n'a aucune résistance au mouvement et comme un corps, quelque petit qu'il soit, peut imprimer tout son *conatus* à l'autre corps, il peut pousser l'autre corps quelque grand qu'il soit. Il s'ensuit que mettre en mouvement un grand corps n'est pas plus difficile que de mettre en mouvement un petit corps.⁹³

Le fait que mouvoir un grand corps ne soit pas plus difficile que de mouvoir un petit corps signifie que le corps ne résiste pas au mouvement et que la grandeur n'a aucun effet sur la collision. Ce cas est contraire à nos expériences quotidiennes. Un deuxième exemple pour la contradiction avec l'expérience est ainsi : Dans une collision directe de deux corps à la même vitesse mais en direction opposée, on considère la composition de leurs *conatus* pour déterminer le résultat de la collision. Tant que ces corps se meuvent en directions contraires et avec la même vitesse, la

chose qui consiste seulement en étendue et impénétrabilité. Alors citons la parties en question pour dissiper cette confusion : « *If we understand there to be in body only mathematical notions, size, shape, place, and their change, or if we understand there to be conatus for change in the body only at the very moment of collision, without their being any ground [ratio] for metaphysical notions, namely, no ground for active power [potentia actrix] in the form and laziness [ignavia] or resistance to motion in the matter* ». (AG, p.124; GM VI, p.241). Leibniz veut énoncer ici que une conception du corps qui consiste en l'union de la masse inerte et de la *mens* momentanée ne peut pas expliquer le concept de force qui sera le fondement pour la nouvelle conception du corps qu'il élaborera ultérieurement. Car dans le corps défini de telle façon, il n'y a aucun élément qui sous-tendra une puissance active qui déterminera les actes futurs du corps ou une puissance passive qui le faire résister au mouvement. Comme il n'y a pas dans le corps d'élément qui peut expliquer la force, il n'évite pas de déclarer qu'il croît dans cette période que la nature du corps consiste en étendue et en impénétrabilité, sans considérer la source du mouvement. Alors, au lieu d'interpréter ce cas comme une contradiction, il convient d'admettre que cette expression concerne ce qu'on considère le corps seulement au point de vue de sa matière, sans tenir compte de la source de son mouvement.

⁹³ *Specimen Dynamicum*, AG, p.123-124 ; GM VI, 240-241.

composition de leurs *conatus* sera zéro, c'est-à-dire ils resteront l'un et l'autre en repos. Or, on observe dans l'expérience que ces deux corps se réfléchissent. L'abstrait des règles déterminées dans la *Theoria Motus Abstracti* résulte du fait que les mouvements des corps soient examinés dans un milieu où il n'y a aucun effet extérieur. Dans un tel milieu, les corps sont abstraits du poids et du ressort et définis par leur extension, leur impénétrabilité, leur cohésion, leur configuration et leur *conatus*. En conséquence, la grandeur du corps n'a aucun effet sur les règles de collision et les corps se meuvent après la collision ensemble, dans la direction de celui dont le *conatus* est le plus grand, avec la composition géométrique des leur *conatus*. Ainsi Leibniz a conscience de l'insuffisance des règles abstraites pour expliquer les phénomènes : « *Il reste malgré tout plusieurs phénomènes, même dans les mouvements ordinaires, qui sont méprisables à première vue, mais difficiles à résoudre, si l'on y regarde avec plus de soin. Par exemple, pourquoi les corps durs marquent-ils un mouvement en arrière à l'impact des corps durs? Pourquoi certains, lorsqu'ils ont été fléchis, reprennent-ils leur position avec tant de force? (...) De tels phénomènes, en effet, et beaucoup d'autres de ce genre ne sont pas conformes aux raisons abstraites des mouvements, si l'on ne considère l'économie de notre globe* ». ⁹⁴ L'explication de ces phénomènes est seulement possible en tenant compte des conditions qui les ont produit. Il s'agit de proposer une hypothèse qui confirmera les phénomènes dans l'expérience. L'hypothèse exprime la naissance d'un *système* concret où les choses se trouveront et qui influencera leurs opérations. Grâce à ce *système*, on évitera les conséquences provenant des règles abstraites du choc : « *J'ai pensé ensuite que au moyen de l'organisation des choses (structura systematis) le plus sage Auteur des choses avait évité les conséquences qui résultent per se des simples lois du mouvement dérivés de la géométrie* ». ⁹⁵ Les phénomènes comme la résistance du corps au mouvement et le rejaillissement ne peuvent être expliqués que par l'effet du milieu qu'offre l'hypothèse. Maintenant examinons ce milieu et son effet sur les choses.

⁹⁴ HPN, GP IV, 187 ; cité et traduit par B, p.289.

⁹⁵ *Specimen Dynamicum*, AG, p.124; GM VI, 241. (J'ai traduit ce passage de l'anglais).

Section II – L’hypothèse

Leibniz explique, dans l’hypothèse, l’avènement du monde physique à partir d’un état premier. L’hypothèse cherche à unifier l’explication de tous les phénomènes dans une même principe, et à rattacher ceux-ci à un même mouvement universel (*motus universalis*). C’est le mouvement circulaire de l’éther environnant la terre. L’éther est une matière subtile dans laquelle les corps baignent. Par sa subtilité elle diffère de la matière qui compose des corps. Les corps ont une structure poreuse qui est faite de petites boules (*bullas*).⁹⁶ L’éther pénètre les pores invisibles de tous les corps et par son mouvement circulaire cause la gravité (*gravitatis*) et l’élasticité (*elateris*). La gravité et l’élasticité sont les phénomènes fondamentaux. Les autres phénomènes corporels dérivent de celles-ci.⁹⁷

La gravité est expliquée par l’effet du mouvement de l’éther sur les corps. Tant que l’éther disperse (*dispergit*) les corps subtils en pénétrant leurs pores, il ne peut pas disperser les corps denses (*densas*), parce que l’intrication (*plexum*) des leurs parties entrave la circulation de l’éther à travers eux, donc il les projette en bas. L’élasticité est définie comme la propriété du corps comprimé à reprendre son état antérieur lorsqu’on le laisse à lui-même et elle procède de la giration de l’éther. Leibniz donne des exemples à propos de l’élasticité, soit arc bandé, air soufflé dans un ballon et poudre à feu. Il s’agit ici de l’effet de l’éther sur les corps poreux. Les choses contiennent plus ou moins d’éther suivant leur porosité. La pression sur un corps réduit sa porosité et en même temps son volume d’éther. Mais si la pression se relâche, se forme une porte ouverte pour l’éther et il assure sa configuration naturelle au corps. Dans la lettre datée du 19/29 décembre 1670 Leibniz explique ce fait ainsi : « ...de l’élasticité, c’est-à-dire, de la propriété des corps à reprendre leur état, comme on l’aperçoit dans le cas de l’arc, dans celui de la poudre à feu, qui se dilate et explose, dans le cas de l’air, qui, en sortant de ballons soufflés, retourne à son état

⁹⁶ HPN, GP IV, 183-184.

⁹⁷ Lettre à Thomasius du 19/29 décembre 1670, B, p.278 ; A II, i, n.35, 74.

*de rareté naturelle. Et cela se produit, parce que les choses, soit trop comprimées, soit denses, contiennent ou moins ou plus d'éther que n'en apporte le mouvement circulaire de celui-ci. D'où, à l'entrée de l'éther par le porte ouverte, leur redispersion ».*⁹⁸

La structure discontinue poreuse des corps et la pénétration de l'éther dans leurs interstices rendent les corps élastiques et permettent à la grandeur de jouer dans la collision. Donc, le corps résiste au mouvement à la mesure de sa grandeur et le rejaillissement des corps dans la collision peut être expliqué grâce à l'élasticité. « (...) dans notre hypothèse tous les corps sensibles sont élastiques, due à la circulation de l'éther, et par conséquent tous les corps sensibles se refléter et se réfracter. (...) tous sont discontinus; d'où, toutes choses égales par ailleurs, la masse agir davantage; tous sont élastiques; c'est-à-dire que si on les comprime et qu'on les laisse ensuite à eux-mêmes, ils retrouvent leur état antérieur par la giration de l'éther ».⁹⁹ Selon Leibniz sans l'élasticité on ne peut pas rendre raison du rejaillissement des corps dans la collision. L'élasticité est par ailleurs un fait fondé sur l'hypothèse et entièrement mécanique.

Après les explications concernant les théories susdites, il convient de mentionner une métaphore politico-juridique dont Leibniz s'est servi pour montrer la distinction entre l'abstrait et le concret.¹⁰⁰ La métaphore oppose deux états: l'*état naturel* pour l'abstrait et l'*état civil* pour le concret. Dans l'état de nature les corps sont indépendants de tout mouvement du milieu, c'est-à-dire ils sont comme dans le vide. En revanche, dans l'état civil les corps sont entraînés par le mouvement, commun à tous, du milieu. Par là deux mouvement différents se révèlent: *le mouvement privé* et *le mouvement public* dépendant du mouvement universel unique. On peut résumer les différences entre ces deux mouvements ainsi :

1. Il n'a y aucune réflexion tant qu'un corps est porté par un mouvement qui n'est pas celui du milieu mais le sien. Les corps portés d'un mouvement public cherchent à s'évader lors qu'ils rencontrent un empêchement, mais ceux qui se déplacent d'un

⁹⁸ *Ibid.*, p. 278-279 ; A II, i, n.35, 74.

⁹⁹ *HPN*, GP IV, 188 ; cité et traduit par D, p. 81.

¹⁰⁰ On va rapporter cette métaphore à partir de la énonciation de Michel Fichant. (F, p.38-41).

- mouvement privé ne s'écartent pas de leur chemin et leur mouvement est déterminé par la seule composition de leur *conatus*.
2. En l'état civil, les corps recouvrent leur force¹⁰¹ dès que la cause d'empêchement est enlevée.
 3. La grandeur des corps n'importe en rien à leur mouvement privé mais elle influe sur leur mouvement public.
 4. Le mouvement privé est uniforme, le mouvement accéléré ou diminué n'a lieu que dépendant du milieu.
 5. A l'état de nature les corps en repos n'exercent aucune résistance, ils en ont dans l'état civil.
 6. Le mouvement perpétuel est possible à l'état de nature, mais il ne l'est pas à l'état civil.
 7. Dans l'état civil tout semble être produit par une intelligence :
« Dans le pur état de nature (comme dans les intermondes d'Epicure) tout est brut, déterminé par la composition des conatus; dans l'état systématique tout paraît être produit par une intelligence, et être régulé par une admirable raison selon les lois de l'harmonie, de la sagesse et de la justice, d'où vient que toutes choses conspirent au profit de toutes, toutes choses s'accommodent, toutes accomplissent des parcours périodiques ».¹⁰²

Dans sa lettre à Thomasius datée du 30 avril 1669, Leibniz traite du monde comme la machine de Dieu. Tout ce qui se passe dans l'univers exige l'intervention perpétuelle de Dieu et l'ordre est constitué par ce concours perpétuel. Aussi dans l'*Hypothesis Physica Nova* le monde est une machine mais Dieu s'introduit avec le système dans le monde. Un système que Dieu a réglé selon les lois de l'harmonie, de la sagesse et de la justice est opposé aux lois du mouvement dérivées de la géométrie. L'accommodement ne résulte pas de l'intervention perpétuelle de Dieu, mais du fait qu'il a réglé dans sa sagesse le monde en une fois comme un système opérant mécaniquement. Ce qui produit les lois concrètes du mouvement n'est pas les résultats nécessaires de la géométrie mais l'intelligibilité divine. D'une part Leibniz conteste l'application de la seule géométrie dans la physique, parce que cette

¹⁰¹ Ici le terme de force signifie l'élasticité.

¹⁰² A VI, ii, 309-315. (Cf. F, p. 40).

attitude signifierait l'exclusion de la cause finale et parce qu'une physique fondée seulement sur les nécessités géométriques ne suffirait pas aux phénomènes. D'autre part, il essaye de s'écarter d'une conception où Dieu semble un fabricant qui doit toujours corriger son ouvrage. Si Dieu va mériter nos éloges, le monde qu'il a créé ne doit pas à toute heure avoir besoin de son concours extraordinaire (*extraordinario concursu*).¹⁰³

Dans l'*Hypothesis Physica Nova* Leibniz vise à expliquer tous les phénomènes corporels mécaniquement. Tandis que dans sa lettre à Thomasius datée du 30 avril 1669, il avait refusé le mouvement naturel et avait reconnu trois sortes de principe pour tous les mouvements, dans l'*Hypothesis Physica Nova* en faisant la distinction entre le mouvement privé et le mouvement public, il reconnaît un mouvement venant de la nature du corps. Tous les événements naturels en tant qu'une synthèse du mouvement provenant de la nature du corps et du mouvement du milieu, adviennent dans un système que Dieu a formé. Leibniz, dans sa physique avant l'*Hypothesis Physica Nova*, avait expliqué l'individualité du corps et toutes ses propriétés par l'effet perpétuel de Dieu sur le corps. Il y avait affirmé que la figure, la grandeur, le mouvement, la cohésion, la résistance au mouvement et le rejaillissement¹⁰⁴ ne pouvaient pas être expliqués sans supposer un principe incorporel et il avait énoncé que ce principe était Dieu. Avec l'*Hypothesis Physica Nova* on remarque que certaines propriétés du corps découlent de la nature du corps et que d'autres sont expliquées par l'influence du milieu. Leibniz, en définissant le corps comme *mens momentanée*, donne au corps son propre principe de mouvement. Ainsi la cause efficiente de la figure, de la grandeur et de la cohésion du corps est le *conatus* produit par son propre *mens*. Cependant, la *mens* du corps à elle seule ne peut pas causer un changement du mouvement (de la vitesse ou de la direction) du corps. Un changement du mouvement du corps n'est possible que par un effet mécanique, de telle sorte qu'il est influencé par des autres corps qui l'entourent et par le milieu. Les effets provenant du milieu et qui forment les phénomènes naturels en tant que tels, n'appartiennent pas à la nature du corps. La résistance du corps au

¹⁰³ Leibniz à Thomasius du 19/29 décembre 1670, A II, i, n.35, 73-74.

¹⁰⁴ Leibniz pense que la résistance du corps au mouvement, la cohésion, le rejaillissement du corps ne procèdent pas de la nature du corps extensif. Il énonce que ces trois propriétés (*resistentia, cohaerentia, reflexio*) composent une qualité nommée « *consistentia* » et qu'on ne peut pas expliquer cette qualité sans un principe incorporel. (*Confessio Naturae Contra Atheistas*, L, p.111-112 ; GP IV, 108).

mouvement et son élasticité ne sont pas des propriétés provenant de sa nature mais celles dues aux effets du milieu. Au chapitre 4, on va traiter plus détaillé de la conception leibnizienne du corps dans cette période.

Chapitre III

Premier affrontement avec la physique cartésienne

On peut voir une continuité de la pensée de Leibniz dans son opposition à la physique cartésienne aussi bien dans sa première période que dans ses années de maturité. Mais la radicalité de son opposition et des principes sur lesquels elle est fondée, montre des différences au cours du temps en fonction de l'évolution de sa pensée. Son premier contact sérieux avec la physique cartésienne se fait lors de son séjour à Paris entre 1672 et 1676. Jusque-là il avait lu les avis de Descartes des littératures secondaires et il avait été sous l'influence de Hobbes en établissant sa physique.¹⁰⁵ Il nous semble approprié de séparer en deux périodes la critique de la doctrine cartésienne de Leibniz en vertu des étapes de sa propre philosophie de la physique. Les critiques apparues après la première lecture faite sous l'influence de l'*Hypothesis Physica Nova* et la *Theoria Motus Abstracti*, constituent la première période. Dans sa première lecture directe des *Principes de la philosophie* de Descartes, il prend diverses notes.¹⁰⁶ On y voit qu'il critique la physique de Descartes en restant fidèle à sa doctrine de la physique de sa première période. Quant à la deuxième période, elle est constituée des critiques de la physique cartésienne qu'il a fait en élaborant sa propre dynamique. Il est vrai que ces critiques s'adressent autant à la physique cartésienne qu'à sa première physique. Dans cette partie nous traitons des critiques apportées par Leibniz à la mécanique cartésienne avant sa dynamique, c'est-à-dire avant 1678. Puisque Leibniz s'appuie sur la physique de l'*Hypothesis Physica Nova* et la *Theoria Motus Abstracti* en fondant ses critiques, ce travail servira aussi à éclaircir sa première physique.

¹⁰⁵ Il est possible de voir les traces de cette influence dans la lettre de Leibniz à Hobbes datée du 13/22 juillet 1670. Ici, en pensant sur les lois des mouvements abstraits, Leibniz dit que les fondements déterminés par Hobbes lui semblent exacts. (*Lettre à Hobbes du 13/22 juillet 1670*, A II, i, n.25, 57 ; L, p.106).

¹⁰⁶ La traduction française de ces notes ainsi que l'original en latin se trouve dans les *Premières Animadversions sur les Principes de Descartes* de Belaval. Ces notes datent de la fin de 1675. (Yvon Belaval, « Premières animadversions sur les principes », *Etudes Leibniziennes: de Leibniz à Hegel*, Paris, Gallimard, 1976, p. 57-85).

1. Descartes énonce qu'un corps, même s'il n'a aucune des qualités en dehors de l'extension telles que la dureté, la pesanteur, la couleur, sera toujours un corps. C'est pourquoi d'après Descartes la nature du corps ne consiste qu'en extension.¹⁰⁷ L'attribut principal du corps est l'extension, tous les autres attributs sont subordonnés à l'extension. Toutes les propriétés qui peuvent être attribuées au corps supposent d'abord l'extension.¹⁰⁸ Leibniz, de son côté, affirme qu'il existe encore une autre qualité sans laquelle un corps ne peut être un corps. C'est l'impénétrabilité qui ne peut dériver de l'extension. L'impénétrabilité est ce qui fait qu'un corps cède sa place à un autre corps.¹⁰⁹ C'est grâce à l'impénétrabilité que deux corps n'occupent pas le même espace, qu'ils ne se pénètrent pas. Pour pouvoir fonder les règles du choc, il faut admettre aussi l'impénétrabilité, en outre de l'extension. Descartes traite des lois du mouvement sans mentionner le terme d'impénétrabilité, comme si l'impénétrabilité d'un corps découlait de son extension. Le concept de dureté (*duritie*) que l'on rencontre dans la philosophie de Descartes, ne tient lieu pas de l'impénétrabilité. La dureté se définit comme une propriété par laquelle les corps durs résistent au mouvement de nos mains.¹¹⁰ L'impénétrabilité n'est ni la dureté ni la douceur. La condition pour que le corps, soit dur ou mou, cède la place à un autre corps, c'est l'impénétrabilité. Leibniz, bien qu'il affirme que l'impénétrabilité n'est pas une propriété découlant de l'extension, ne la réfère pas encore au concept de force. L'impénétrabilité ne se trouve pas dans l'espace qui ne consiste qu'en extension et elle est une qualité provenant de la matière d'un corps.

2. Leibniz critique aussi les pensées de Descartes sur le mouvement selon sa propre philosophie du mouvement établie à partir de la géométrie des indivisibles. Dans l'article 28 des *Principes*, Descartes définit le mouvement en sa propre signification ainsi : « (...) *le transport d'une partie de la matière, ou d'un corps, du voisinage (vicinitas) de ceux qui le touchent immédiatement (immediatè contingunt),*

¹⁰⁷ « *La nature de la matière, ou du corps pris en général, ne consiste point en ce qu'il est une chose dure, ou pesante, ou colorée, ou qui touche nos sens de quelque autre façon, mais seulement en ce qu'il est une substance étendue en longueur, largeur et profondeur* ». (*Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art. 4, p.65).

¹⁰⁸ *Ibid.*, AT IX, I^e partie, art. 53, p. 48.

¹⁰⁹ Yvon Belaval, « Premières animadversions sur les principes », *Etudes Leibniziennes: de Leibniz à Hegel*, Paris, Gallimard, 1976, p.83.

¹¹⁰ *Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art. 4, p. 65.

et que nous considérons comme en repos, dans le voisinage de quelques autres ». ¹¹¹
 Descartes, en définissant le mouvement, souligne qu'il n'est pas dans ce qui meut mais dans le mobile même. C'est pourquoi selon lui il faut comprendre du mouvement seulement le transport même et non pas l'action ou la force qui meut ou arrête. ¹¹² Ainsi Descartes aborde en général le mouvement en éliminant l'action qui l'engendre. ¹¹³ Leibniz pense qu'il est problématique de considérer le mouvement comme un simple transport en excluant l'action. Par contre il considère toujours le mouvement et l'action ensemble au moyen du concept de *conatus (initium actionis)*. Le *conatus* est l'action d'une *mens* appartenante au corps et le mouvement est produit à la suite d'une série de *conatus*. Par ailleurs Leibniz n'accepte pas qu'il puisse y avoir un corps en repos. Parce que selon lui, le fait que la matière acquière la forme, à savoir la génération du corps, la cohésion ¹¹⁴ du corps et leur continuité sont assurés par l'action perpétuelle de la *mens*, c'est-à-dire par le mouvement. C'est pourquoi le mouvement n'est pas simplement un changement d'espace mais la nature du corps doit être expliquée par le mouvement. ¹¹⁵

Par ailleurs Leibniz critique aussi le fait que Descartes considère le mouvement séparé de la détermination. Selon Descartes, le corps, sans rien perdre de son mouvement, peut changer sa direction à cause de la résistance du corps heurté. ¹¹⁶ Dans ce cas le mouvement se conserve, l'ancienne direction est supprimée et laisse sa place à la nouvelle direction. Cela indique que Descartes considère la vitesse

¹¹¹ *Ibid.*, p. 76.

¹¹² *Idem.*

¹¹³ Même si Descartes affirme qu'il convient d'aborder le mouvement séparé de la force qui l'a produit, comme un simple changement de lieu, en déterminant comment les corps se heurtant changeront des mouvements les uns des autres, il tient compte de leur force pour mouvoir et de leur force pour résister au mouvement. (*Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art. 45, p. 89). Donc si nous examinons les règles du choc de Descartes, nous voyons que l'on ne peut accepter son assertion à envisager le mouvement sans tenir compte de l'action ou de la force.

¹¹⁴ Dans sa lettre à Arnauld de novembre 1671 Leibniz tente d'expliquer la cohésion du corps par la mutuelle pénétration au moyen des *conatus* opposés de ses parties et par le fait que les limites fassent un. (A II, i, n.87, 172-173 ; L, p.148-149). Les énoncés similaires se trouvent aussi dans sa lettre à Hobbes datée du 13/22 juillet 1670 : « *I should think that the conatus of the parts toward each other, or the motion through which they press upon each other, would itself suffice to explain the cohesion of bodies. For bodies which press upon each other are in a conatus to penetrate each other. The conatus is the beginning; the penetration is the union. But when bodies begin to unite, their limits or surfaces are one* ». (*Lettre à Thomas Hobbes du 13/22 juillet 1670*, L, p.107). Par conséquent il ne peut pas y avoir de cohésion dans les corps en repos. Mais pour Descartes, ce qui relie les unes aux autres les parties des corps durs est le repos de ces parties. Les parties du corps résistent par leur repos au mouvement qui les séparerait les unes des autres. (*Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art. 55, p.94).

¹¹⁵ Yvon Belaval, « Premières animadversions sur les principes », *Etudes Leibniziennes: de Leibniz à Hegel*, Paris, Gallimard, 1976, p.83

¹¹⁶ *Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art. 41, p.87.

séparée de la direction et c'est-à-dire comme une grandeur sans direction (scalaire). Quant à Leibniz, il pense le mouvement avec sa direction, c'est-à-dire que pour lui la vitesse est une grandeur orientée (vectorielle). Parce que le *conatus* cause une vitesse d'un sens déterminé et d'une grandeur déterminée et on ne peut concevoir l'un des deux sans l'autre. Si un corps perd sa direction dans le choc, son mouvement aussi cesse. On ne pourrait accepter le fait qu'il change sa direction sans perdre son mouvement. Par exemple quand deux corps ayant des *conatus* égaux mais de sens opposés se heurtent, il s'ensuit le repos. Il faut alors une cause pour redonner aux corps leur mouvement dans un sens différent, c'est-à-dire pour assurer leur rejaillissement. Pour Leibniz cette cause est l'élasticité.¹¹⁷

3. La controverse fondamentale de Leibniz avec la physique cartésienne concerne la loi de la conservation. Le fait que quelque chose soit maintenu constant par Dieu dans l'univers est considéré comme l'indice le plus évident de sa perfection. La pensée de la perfection de Dieu assurée par une loi de l'immutabilité marque l'époque. Leibniz, de son côté, doit trouver un principe de conservation dans son propre système. Leibniz n'est pas du même avis que Descartes sur la conservation de la quantité de mouvement.¹¹⁸ Selon lui ce qui est conservé est la quantité de *conatus*, d'*impetus* ou d'*actionis* : « *C'est que les conatus ne sont jamais détruits, mais ils se composent entre eux, et il peut arriver que de deux conatus opposés égaux s'ensuive le repos ou, du moins, s'ils ne sont pas égaux, un mouvement retardé, la quantité d'actions ou de conatus étant néanmoins conservée* ». ¹¹⁹ Les *conatus* ne sont jamais détruits parce que une *mens* appartenante au corps produit le *conatus* à chaque instant. Or les *conatus* se composant causent tantôt le repos, tantôt un mouvement retardé. C'est pourquoi Leibniz énonce que ce qui est conservé dans l'univers n'est pas la quantité de mouvement mais celle de *conatus*.¹²⁰

¹¹⁷ Yvon Belaval, « Premières animadversions sur les principes », Etudes Leibniziennes: de Leibniz à Hegel, Paris, Gallimard, 1976, p.84.

¹¹⁸ D'après Descartes Dieu a créé la matière avec le mouvement et le repos et il conserve la même quantité de mouvement et de repos qu'il avait mis dans l'univers en le créant. Cependant pour Descartes la conservation de la direction du mouvement n'est pas nécessaire. La quantité de mouvement est donc estimée par le produit de la grandeur du corps par sa vitesse scalaire, c'est-à-dire qu'elle est une grandeur sans direction. (*Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art.36, p.83-84). On remarque que la quantité de mouvement est différente du concept de *momentum* en physique moderne. Car le *momentum* est une grandeur vectorielle et se formule avec la masse du corps multipliée par sa vitesse vectorielle.

¹¹⁹ Yvon Belaval, « Premières animadversions sur les principes », Etudes Leibniziennes: de Leibniz à Hegel, Paris, Gallimard, 1976, p.84.

¹²⁰ Dans l'introduction des *Premières animadversions sur les principes*, Belaval explique la conservation de *conatus* ainsi : « *Celui-ci (le mouvement) n'est plus la simple translation locale, il*

4. L'un des concepts fondamentaux sur lesquels Leibniz s'appuie en critiquant les lois cartésiennes de la nature et les règles du choc dérivées de celles-ci est aussi l'élasticité. Descartes explique le rejaillissement des corps au moment du choc par la résistance exercée contre le mouvement du corps mobile. Le corps heurté s'efforce de demeurer dans le même état, c'est-à-dire il résiste au mouvement. Si la force du corps heurté pour résister au mouvement est plus forte que la force du corps heurtant pour continuer de se mouvoir, le corps heurtant perd seulement sa direction sans rien perdre de son mouvement.¹²¹ Descartes fonde la force d'agir (*vis agendum*) et la force de résister (*vis resistendum*) dans les corps sur la première loi de la nature : « *Chaque chose en particulier continue d'être en même état autant qu'il se peut (...)* ». ¹²² Un corps mobile a une force pour continuer son mouvement et de la même façon un corps en repos a une force pour continuer son repos. Descartes réfère sa première loi de la nature aussi à l'immuabilité de Dieu et à ce qu'il agit toujours de la même sorte : « *Dieu n'est point sujet à changer et il agit toujours de même sorte* ». ¹²³ Dieu maintient le monde avec la même action et avec les mêmes lois dont il s'est servi en le créant. Le rejaillissement est ainsi expliqué en recourant à Dieu.

Dans cette argumentation Descartes avait utilisé le concept de force et il avait été obligé de recourir à Dieu, vu qu'il n'y a aucune chose dans la nature du corps qui n'est qu'étendu pour expliquer la force. Quant à Leibniz, il pense expliquer le rejaillissement tout à fait mécaniquement sans recourir à Dieu. « (...) *ce que Monsieur des Cartes avoit dit touchant la reflexion des corps ne pouvoit pas assurément, passer pour démontré, par ce que sa supposition, que le mouvement ne se perd pas, est appuyée sur un principe bien foible, et peu digne d'un si grand homme comme luy, sçavoir que la sagesse de Dieu est interessée à ne laisser rien perdre dans le monde. S'il avoit songé à la nature du ressort, il ne se seroit pas servi de ce sacré refuge d'un miracle perpetuel* ». ¹²⁴ Leibniz conteste qu'un effort se

prend sa source dans le conatus, qui est initium actionis, c'est-à-dire que le mouvement se produit quand cet initium, contracté dans l'instant, peut développer son actio dans le temps en un impetus. Voilà donc ce qui se conserve: la somme des tendances au mouvement et des mouvement actuels. Mais que les conatus développe son mouvement ou qu'il le garde embryonné, sa capacité d'effort est la même; son impetus ne peut avoir plus qu'il ne lui donne. Il y a là un capital d'action, qui tantôt demeure en réserve, tantôt est mis en circulation, sans sa quantité varie. » (*Ibid.*, p. 67).

¹²¹ *Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art. 40, p. 86-87.

¹²² *Ibid.*, p. 84-85.

¹²³ *Idem.*

¹²⁴ *Lettre à Mariotte de juillet 1673*, A II, i, n.116a, 233-234.

trouve dans le corps pour rester dans le même état et de là, une force pour résister au mouvement. Car pour Leibniz la force n'est pas encore un concept pouvant être référé à la nature du corps. Le fait que le corps heurtant perde autant de sa quantité de mouvement qu'il en transfère au corps heurté et le rejaillissement du corps ne peuvent être expliqués que par l'élasticité.¹²⁵ Et selon Leibniz l'élasticité est un fait mécanique qui s'explique par le mouvement circulaire de l'éther.

Dès sa première doctrine de la physique datée de 1671, Leibniz commence de s'attaquer à la conception cartésienne du corps et au principe de conservation. On voit qu'il prétend en plusieurs endroits, en portant sur différents arguments que la nature du corps ne peut pas consister en étendue. Dans sa lettre à Arnauld datée de novembre 1671 il confirme cette assertion : (...) *l'essence du corps ne consiste pas dans l'étendue (...) parce que l'espace vide, quoique étendu, doit nécessairement être différent du corps. (...) l'essence du corps consiste plutôt dans mouvement* ». ¹²⁶ Au cas où la nature du corps ne consisterait qu'en étendue, il n'y aurait aucune chose qui le distinguerait de l'espace vide. La nature du corps doit être expliquée non pas par l'étendue mais par le mouvement, parce que le corps possède sa propre *mens* et sa propre *conatus* produit par cette *mens*. Dans les années suivantes, par la découverte de la conservation de force, Leibniz affirmera que la nature du corps ne consiste pas en étendue ou en mouvement mais en force. La découverte de la conservation de force, lui permet d'une part d'attaquer avec des arguments nouveaux la conception cartésienne du corps, d'autre part de comprendre l'erreur de sa conception du corps de la première période. Si l'on considère la nature du corps seulement comme étendue et prend le mouvement, indépendamment de la cause qui l'a produit, seulement pour un simple déplacement, on obtient des conséquences contraires à l'expérience dans le choc des corps comme dans la théorie du mouvement abstrait de Leibniz. L'étendue seule ne peut expliquer ni l'impénétrabilité, ni le mouvement et ni la résistance au mouvement. Tout de même, Descartes indique que le corps possède une force pour résister au mouvement et une force pour mouvoir, lesquelles dépendent de l'immutabilité de Dieu, mais il ne reconnaît en lui aucun élément qui expliquera ces forces. Comment on peut affirmer que dans le corps dont la nature consiste en étendue, se trouve une force qui n'appartient pas à sa nature? S'il y a une

¹²⁵ Yvon Belaval, « Premières animadversions sur les principes », *Etudes Leibniziennes: de Leibniz à Hegel*, Paris, Gallimard, 1976, p.84.

¹²⁶ A II, i, n.87, 172. (J'ai traduit ce passage de l'anglais).

telle force dans le corps, il faut être en lui quelque chose au-delà et au-dessus de l'étendue. Dans la deuxième partie de notre travail, nous traiterons en détail du concept de force et de la conception nouvelle du corps que Leibniz a élaborée à partir de ce concept.

Chapitre IV

La conception du corps dans sa première période

On peut dire que la conception du corps dans la physique première de Leibniz passait par deux étapes :

1. La nature du corps consiste en étendue et en impénétrabilité. Le mouvement ne peut donc dériver de la nature du corps. Il faut que la source du mouvement soit la *mens* universelle, c'est-à-dire Dieu. Le corps ne devient substance que par son union avec la *mens*.
2. Chaque corps a sa propre *mens* en tant que son propre principe de mouvement. L'essence du corps consiste désormais plutôt en mouvement qu'en étendue. Cette fois, le corps est vraiment une substance dans la mesure où il a en lui-même son propre principe de mouvement.

Dans ses écrits de 1668-1669, Leibniz définit le corps comme une matière avec forme et énonce que la nature du corps consiste en étendue et en impénétrabilité. Par la nature du corps Leibniz entend les qualités sensibles qui se trouvent dans tous les corps et seulement dans les corps, qui permettent de distinguer ce qui est un corps de ce qui n'en est pas et aussi qui ne peuvent pas être absentes dans le corps.¹²⁷ Selon Leibniz, ces qualités qui sont communes à tous les corps, sont les propriétés venant de la matière du corps. La nature du corps consiste donc -même si on ne peut pas nommer une matière sans forme le corps- seulement dans les propriétés venant de la matière du corps, c'est-à-dire dans l'étendue et dans l'impénétrabilité. En conclusion dans cette période Leibniz réduit la nature du corps à une masse inerte (*massa inerte*).

¹²⁷ Lettre à Thomasius du 30 avril 1669, B, p.113-114 ; A II, i, n.11, 23 ; L, p.101.

La matière du corps est dépourvue de mouvement, la forme du corps comme un arrangement des parties de la matière se produit par le mouvement et sa perpétuité et son changement sont aussi assurés par celui-ci. Par conséquent le mouvement du corps ne peut pas dériver de la nature du corps et on ne peut même pas parler d'un corps -matière avec forme- sans mouvement ni même d'aucune qualité concernant le corps. Il n'y a ici qu'à faire deux choses : ou changer de la conception du corps de manière que l'on puisse dériver de la nature du corps le mouvement, c'est-à-dire donner à chaque corps son propre principe de mouvement, ou chercher la cause du mouvement dans une autre source hors de corps. Dans une lettre à Thomasius datée d'octobre 1668 Leibniz traite de ce sujet : « *Dès lors, en effet, que le corps n'est rien d'autre que matière et figure, si la cause du mouvement, en revanche, ne peut se comprendre à partir de la matière, ni de la figure, il faut nécessairement que la cause de mouvement soit extérieure au corps. Comme, d'autre part, en dehors du corps, rien n'est pensable, si ce n'est un être pensant ou un esprit, l'esprit sera cause de mouvement. Or l'esprit qui dirige tout est Dieu* ». ¹²⁸ Pour Leibniz il convient de définir le corps d'une façon qui permette d'expliquer les phénomènes corporels seulement par la grandeur, la figure et le mouvement. Leibniz pense que reconnaître dans le corps un principe de mouvement incorporel qui ne participerait ni de l'étendue et ni de la pensée reviendrait à donner au corps une sorte d'appétit ou d'instinct naturel et que cela empêcherait d'expliquer mécaniquement les phénomènes corporels : « *De là vient le fameux axiome que la nature ne fait rien en vain, que toute chose cherche à échapper à sa destruction, que le semblable prend plaisir au semblable, que la matière tend à une forme plus noble, et les autres affirmations de ce genre, alors qu'en vérité, il n'y a pas, dans la nature, la moindre sagesse, ni le moindre appétit, mais un ordre signalé par sa beauté, lequel résulte du fait qu'elle est l'horloge de Dieu* ». ¹²⁹ Ainsi Leibniz trouve l'hypothèses des modernes plus claires et plus intelligibles que celle des Scholastiques qui reconnaissaient les formes substantielles dans le corps comme un principe actif et au lieu de changer sa conception du corps, il choisit de déterminer une entité au delà du

¹²⁸ Lettre à Thomasius d'octobre 1668, B, p.57 ; A II, i, n.9, 19.

¹²⁹ Lettre à Thomasius du 30 avril 1669, B, p.113 ; A II, i, n.11, 22.

corps comme la cause du mouvement.¹³⁰ La cause du mouvement est la *mens* universelle, c'est-à-dire Dieu.¹³¹

Pour que les choses s'engendrent, Il faut que les parties de la matière se mettent en mouvement et s'arrangent en diverses figures. On explique aussi tous les phénomènes naturels par les mouvements subtils des parties de la matière. Il est nécessaire d'indiquer une source de mouvement pour la génération et le changement du monde corporel. Ce dont Leibniz discute ici, c'est la question de la place de cette source du mouvement. Pour Leibniz si l'on donne au corps la source du mouvement, cela revient à expliquer tous les mouvements du corps et donc tous ses changements par cette source. Leibniz pense que les Scolastiques sans faire de différence entre mouvement naturel et mouvement non naturel affirmaient que tous les mouvements du corps découlent de son propre principe de mouvement -de sa nature- en lui-même sans effet extérieur. Tous les phénomènes corporels s'expliqueraient donc par les principes particuliers de mouvement que les corps possèdent indépendamment les uns des autres, c'est-à-dire par leur nature particulière. De plus, comme nous n'aurions pas dans ce cas pu définir de nature commune à tous les corps, il ne sera

¹³⁰ Il y a lieu de citer ici un passage de la suite de la lettre d'octobre 1668 où Leibniz a exposé la raison de son refus de la doctrine scolastique des formes substantielles : « *Si nous admettons qu'il y a dans les corps je ne sais quelles formes substantielles incorporelles et quasi spirituelles, en vertu desquelles le corps peut se mouvoir lui-même et grâce à quoi la pierre tend vers le bas, le feu vers le haut, les plantes croissent et les animaux courent spontanément, sans l'impulsion d'aucun incorporel extérieur, nous nous fermons nous-mêmes la voie la plus adéquate pour démontrer Dieu; et ce sera la ruine de ce fameux théorème d'Aristote: 'Tout ce qui se meut, a, en dehors de soi, la cause de son mouvement', théorème qui fournit l'échelle sur laquelle, lui-même, s'est appuyé aussi pour s'élever au premier moteur* » (Lettre à Thomasius d'octobre 1668, B, p.57 ; A II, i, n.9, 19). Leibniz précise ici que reconnaître comme principe de mouvement dans le corps les formes substantielles conduirait à nous priver d'une preuve adéquate de l'existence de Dieu. Si l'on admettait l'impulsion des autres corps comme la cause du mouvement des corps comme c'est le cas dans la philosophie mécanique -en accord aussi avec la philosophie aristotélicienne- il faudrait poser une cause première dans cette suite de causes. Et cette cause première ne saurait être que Dieu.

¹³¹ Comme on cherche ici la source du mouvement, on parle de Dieu comme la cause efficiente du mouvement. Dieu, en tant que le principe qui donne le mouvement à matière, est la cause efficiente des qualités primaires (*primarius qualitas*) et de l'individualité du corps. Cependant, Dieu n'est seulement la cause efficiente mais la cause finale en même temps. Le corps peut prendre une forme, avoir une grandeur et se mouvoir grâce à sa matière, mais la cause du fait qu'il ait une grandeur déterminée, une figure déterminée et un mouvement déterminé ne peut pas dériver de sa nature. Dans la *Confessio Naturae Contra Atheistas* Leibniz énonce que les qualités primaires du corps ne peuvent pas découler de sa nature : « *Il ne peut y avoir ni une figure ni une grandeur déterminée ou un mouvement quelconque dans les corps laissés à eux-mêmes* » (*Confessio Naturae Contra Atheistas*, L, p.111-112 ; GP IV, 107-109 ; J'ai traduit ce passage de l'anglais). A partir de cela, Leibniz affirme que pour que le corps possède une grandeur déterminée, une figure déterminée et un mouvement déterminé, il faut supposer un être incorporel. Ce être incorporel est Dieu qui dirige tout le monde. Dieu, dans sa sagesse, déterminera les choses de la façon la plus belle et choisira les grandeurs, les figures et les mouvements convenables pour elles. Leibniz trouve ainsi la cause qui rend les choses telles qu'elles sont, dans la sagesse de Dieu qui prévoit le plus beau et dans sa puissance pour le réaliser.

pas possible ni de les relier entre eux et ni de déterminer des lois communes à tous. C'est pourquoi Leibniz choisit la conception des Modernes, réduit la nature du corps à la masse inerte (*massa inerte*) et place le principe de mouvement à l'extérieur du corps.

La *mens*, en tant que principe ajouté de l'extérieur au corps, n'est pas un principe d'action que le corps possède en lui-même. C'est également pourquoi il ne peut pas s'assurer la propriété de suffisance à soi-même du corps et donc non plus sa substantialité. Le moyen de rendre le corps suffisant à lui-même est de définir sa nature d'une façon qu'il puisse dériver ses propriétés de sa propre nature. Cela ne serait possible qu'en donnant à chaque corps un propre principe d'action. Dès que le principe d'action a été introduit dans la nature du corps, sa nature devient la cause de son propre mouvement et donc aussi de ses propriétés. Ainsi la condition de suffisance à soi-même est assurée et désormais le corps peut être accepté en tant que substance. C'est pour cela que Leibniz renonce à sa conception du corps des années 1668-1669 et au lieu de cela, tente d'élaborer une conception où chaque corps posséderait sa propre *mens* en lui-même. En tant que premier indice de son acceptation d'un principe incorporel se substituant à Dieu comme cause du mouvement, on peut exposer les changements dans la lettre à Thomasius datée du 30 avril 1669 dont nous avons déjà traitée

En 1670 Leibniz révisé sa lettre à Thomasius datée du 30 avril 1669 pour l'édition de Nizolius et y fait quelques changements. Nous voulons en particulier mentionner un des changements dans cette deuxième version publiée. Dans cette deuxième version, Leibniz semble remarquer les manques dans sa première conception de la substance corporelle et essayer de résoudre les problèmes en y ajoutant et en enlevant quelques phrases. Leibniz, dans la première version de sa lettre datée du 30 avril 1669, après avoir énoncé que la nature du corps consistait en extension et en impénétrabilité, précise que le mouvement ne dérive toutefois pas de la nature du corps ainsi définie. Le mouvement ne se trouve dans les corps comme une entité réelle (*ens reale*) : « (...) *l'on n'accorde pas le mouvement dans les corps comme une entité réelle qui réside en eux* ». ¹³² A la suite de la phrase citée ci-dessus, Leibniz explique le mouvement par la création continue de Dieu. Dans la deuxième

¹³² « *Unde proprie loquendo non datur motus in corporibus, tamquam ens in iis reale (...)* » (*Lettre à Thomasius du 30 avril 1669*, B, p. 114 ; A II, i, n.11, 23).

version publiée, cette phrase a été changée ainsi : « (...) *les corps n'aient le mouvement que des choses incorporelles (incorporeis)* ». ¹³³ Dans les deux versions de sa lettre, Leibniz reste fidèle à sa pensée que seule une chose incorporelle peut être le principe d'action et que le corps doit posséder un principe de mouvement. Alors que dans la lettre datée de 1669 ce principe incorporel dans les corps était seulement Dieu, dans la deuxième version on voit que Leibniz parlait des entités incorporelles en tant que principe d'action -d'une façon plurielle- et enlevait la partie où il a expliqué le mouvement du corps par la création continue de Dieu. Tout ceci atteste que Leibniz a tenté de déterminer une autre source en dehors de Dieu comme principe d'action dans les corps. Leibniz cherche désormais un autre principe incorporel dans le corps qui va jouer le rôle de Dieu. Et ce principe n'est pas unique pour tous les corps, il y en a plusieurs.

Leibniz rencontre nouvelles questions dès qu'il décide de donner le principe d'activité au corps : Où ce principe se trouvera-t-il dans le corps et comment agira-t-il? Pour Leibniz la réponse de ces questions est sur le chemin parcourant la géométrie et la physique. Dans la lettre à Arnauld du début novembre 1671 il déclare : « *Je voyait que la géométrie, ou philosophie du lieu fournissait un degré pour la philosophie du mouvement ou du corps, et de même la philosophie du mouvement pour la science de l'esprit (scientiam de mente)* ». ¹³⁴ Les propositions fondamentales que Leibniz a élaboré suivant la géométrie des indivisibles ne sont pas seulement utiles pour la physique mais servent aussi à la doctrine de la *mens* (*doctrina de mente*). L'idée d'un point inextensif et indivisible lui permet d'introduire un principe incorporel dans le corps. Au moyen de cette idée, Leibniz pourra renoncer à recourir à Dieu et émettre que chaque corps possède en lui-même sa propre *mens*. Car on avait trouvé une place pour la *mens* dans le corps: un certain point ou centre (*punctum quoddam seu centrum*). ¹³⁵ La *mens* existe dans un point (*eigentlich in puncto*), au rebours du corps qui occupe dans l'espace. ¹³⁶

¹³³ « (...) *unde nec corpora motum habent nisi ab incorporeis* » (GP IV, 174, J'ai traduit ce passage de l'anglais).

¹³⁴ *Lettre à Arnauld de novembre 1671*, A II, i, n.87, 172 ; L, p.148 ; cité et traduit par D, p.48.

¹³⁵ *Ibid.*, A II, i, n.87, 173 ; L, p.149.

¹³⁶ « *Diweil auch mens selbsten eigentlich in puncto tantum spatii bestehet, hingegen ein Corpus einen platz einnimbt* ». (*Lettre à Johann Friedrich de mai 1671*, A II, i, n.58, 108).

Alors que la géométrie des indivisibles suggère un avis concernant la place de la *mens*, la concept du *conatus* dont il s'est servi en fondant les lois de mouvement permet de concevoir l'action de la *mens*. Rappelons-nous, de manière analogue au point défini comme partie ultime de l'espace, Leibniz a défini le *conatus* en tant que « un mouvement à travers un point en un instant »¹³⁷, c'est-à-dire le mouvement infinitésimal, et tout mouvement procède d'une série de ces *conatus*. Par conséquent, la *mens* étant le principe de mouvement dans le corps doit produire ces *conatus* qui sont les parties ultimes du mouvement. Selon Leibniz toute action de la *mens* consiste en *conatus*.¹³⁸ De plus la *mens* ne renoncer pas à agir même pour un instant, à savoir l'action de la *mens* est continue.¹³⁹ Et la *mens* cause un *conatus* à chaque fois qu'elle agit.

Leibniz dénomme cependant la *mens* dans le corps en la distinguant de « la *mens vraie* » (*mens vera*), « la *mens momentanée* » (*mens momentanea* ou *mens instantanea*).¹⁴⁰ La *mens* momentanée et la *mens vraie* différent selon la persistance de leur *conatus* et selon Leibniz cette distinction permet aussi de comprendre la vraie distinction entre le *mens* et le corps. La *mens vraie* préserve (*servare*) son *conatus*, le corps, à son tour, est la *mens* momentanée, c'est-à-dire il possède une *mens* instantanée et ne peut pas préserver son *conatus*.¹⁴¹ Bien que le corps possède la source de son mouvement en lui-même, cette source est dépourvue de la mémoire (*memoria*) à la différence d'une *mens vraie*. Le corps ne peut retenir (*retinet*) son *conatus* et un autre *conatus* contraire ensemble plus qu'un instant, parce que la *mens* qui est la source du *conatus* dans un corps est momentanée.¹⁴² S'il pouvait cela, il deviendrait une *mens vraie*. La *mens* momentanée, à chaque instant en reproduisant le *conatus* sans pouvoir préserver le *conatus* précédent, cause une série de *conatus* et donc le mouvement du corps se compose de cette série. En somme, l'action de la *mens* consiste dans le *conatus*, soit qu'elle puisse le préserver ou non, quant à l'action

¹³⁷ « *Conatum autem esse motum per punctum in instanti* ». (Lettre à Heinrich Oldenburg d'avril 1671, A II, i, n.57, 102, J'ai traduit ce passage du latin).

¹³⁸ « (...) *bestehen Actiones mentium in conatu* » (Lettre à Johann Friedrich de mai 1671, A II, i, n.58, 108) ; « *Les actions de l'esprit (mens) consistent en conatus* » (J'ai traduit ce passage du latin).

¹³⁹ « (...) *mentem ab agendo desistere non posse* » (Lettre à Heinrich Oldenburg d'avril 1671, A II, i, n.57, 102) ; « *L'esprit n'est pas capable de renoncer à l'action* » (J'ai traduit ce passage du latin).

¹⁴⁰ Lettre à Heinrich Oldenburg de mars 1671, A II, i, n.46. 90.

¹⁴¹ « (...) *omne corpus esse mentem instantaneam, mentem servare conatum amisso motu, corpus non servare* » (Lettre à Heinrich Oldenburg d'avril 1671, A II, i, n.57, 102). Le fait que le corps soit la *mens* momentanée signifie qu'il ne peut pas être seulement une chose étendue mais contient une sorte de *mens*.

¹⁴² TMA, GP IV, 230 ; L, p.141.

du corps, elle consiste dans la série de ces *conatus*, c'est-à-dire dans le mouvement.¹⁴³

On voit que quand Leibniz a remarqué des problèmes métaphysiques et grâce à son nouveau système physique il a changé son première avis de la substance corporelle où Dieu est le principe d'action et qu'il a admis la *mens* momentanée comme principe d'action dans le corps au lieu de Dieu. Dans le premier avis, c'était Dieu qui a donné à la matière pour prendre la forme et qui a donc fait les corps. Dieu était la cause efficiente du mouvement et par là celle de la figure et de la grandeur, lesquelles sont formées par ce mouvement. Or, le principe qui fait prendre la forme en donnant à la matière le mouvement doit désormais être la *mens* momentanée qui existe dans un point. Le mouvement du corps, tous ses propriétés dépendantes de ce mouvement et sans doute sa individualité viennent de sa propre *mens*. C'est pourquoi Leibniz renonce à décrit la nature du corps en tant qu'elle ne consiste qu'en extension et en impénétrabilité et par sa nouvelle conception de la substance corporelle il déclare que l'essence du corps consiste en mouvement.

Dès que l'on admit le *conatus* en tant que mouvement infinitésimal dans le corps lui-même, le corps ne peut être compris comme une chose qui est seulement étendu. Car, pour que le *conatus* soit dans le corps lui-même, il faut que sa cause soit contenue dans les définitions des principes qui composent la nature du corps. Si l'on réduit la nature du corps à l'extension et à l'impénétrabilité, on ne peut pas trouver un principe qui expliquera la cause du mouvement et donc le *conatus* ne peut pas se trouver dans le corps en tant qu'une propriété du corps. Le fait que le *conatus* se trouve dans le corps lui-même comme une chose réelle atteste que dans la nature du corps existe un principe qui expliquera la cause du *conatus*. Comme nous l'avons déjà expliqué ce principe est la *mens* et elle est inhérent à la nature du corps. C'est pourquoi il faut expliquer dorénavant la nature du corps plutôt par le mouvement que par l'extension. Comme le corps a son propre principe de mouvement en lui-même, c'est lui-même qui est la cause efficiente de son mouvement et donc aussi celle de sa figure (forme) et sa grandeur. Le corps peut ainsi dériver ses qualités principales de sa nature et donc il est suffisant à lui-même. Une chose qui est suffisante à elle-même peut subsister par elle-même et ainsi on peut la nommer *substance*.

¹⁴³ *Lettre à Johann Friedrich de mai 1671*, A II, i, n.58, 108.

Rappelons-nous, Leibniz a cru qu'il a assuré la substantialité du corps en posant le principe de mouvement en dehors du corps. Or, comme on le voit clairement, pour que les propriétés principales du corps puissent dériver de sa nature, le principe de mouvement doit participer à la nature du corps. C'est pour cela Leibniz a choisi de donner le principe de mouvement au corps lui-même et il a cru résoudre les problèmes dans son opinion première en agissant de cette manière.

Leibniz, bien qu'il change sa conception de la substance corporelle, ne renonce pas à sa pensée d'après laquelle il faut expliquer mécaniquement les phénomènes corporels. La *mens* du corps en tant que source de mouvement fait ce que Dieu faisait précédemment. Leibniz échappe ainsi du recours au miracle de la création perpétuelle de Dieu (*perpetua creationis novae miracula*).¹⁴⁴ Sa nouvelle conception de la substance corporelle maintient le principe « ne pas recourir à Dieu à moins que c'est nécessaire », lequel on voit aussi dans ses premières opinions, mais la nécessité de la référence à Dieu est cette fois restreinte à la cause finale. Et l'idée d'un créateur intervenant continuellement dans son ouvrage, idée qui endommagerait la perfection de Dieu, est donc écartée.

Par ailleurs, quelques propriétés concernant le corps comme la résistance au mouvement et le ressort sans lesquelles on ne pourra fonder adéquatement les lois de mouvement, ne peuvent encore être dérivés de la nature du corps. Leibniz essaie de donner des explications mécaniques pour ces phénomènes aussi sans recourir à Dieu. Dans l'*Hypothesis Physica Nova* ces phénomènes sont expliqués tout à fait mécaniquement par l'effet de l'éther sur les corps. Ainsi Leibniz dérive certaines propriétés du corps de sa nature et en dérive d'autres de l'effet d'une entité sur le corps, quoique cette entité ait une matière différente de celle du corps.

¹⁴⁴ Lettre à Lambert Van Velthuysen de mai 1671, A II, i, n.56a, 98.

DEUXIEME PARTIE

L'AVENEMENT DE LA DYNAMIQUE LEIBNIZIENNE

Vers la fin de son séjour à Paris de 1672 à 1676, Leibniz entreprend des recherches approfondies sur les lois du mouvement et la collision des corps. Ces travaux éloignent Leibniz progressivement de sa première théorie de physique qu'il avait élaboré dans la *Theoria Motus Abstracti* et dans l'*Hypothesis Physica Nova* en 1671 et l'amènent à établir une nouvelle théorie. A la fin de cette évolution intellectuelle, Leibniz fonde les bases de sa propre théorie de dynamique qu'il définira comme la science de la force (1690).¹⁴⁵ Dans un de ses écrits, Leibniz décrit de la façon suivante le changement qui avait opéré dans sa pensée et qui l'avait amené à fonder une nouvelle théorie de physique : « *Il y avait un temps où j'ai cru que tous les phénomènes du mouvement pourraient être expliqués par les principes purement géométriques, sans supposer aucune proposition métaphysique, et que les lois du choc dépendent seulement de la composition des mouvements. Mais, par la méditation plus profonde, j'ai découvert que ceci est impossible, et j'ai appris une vérité plus haute que toute mécanique, c'est-à-dire que dans la nature tout peut en effet être expliqué mécaniquement, mais que les principes de la mécanique eux-mêmes dépendent des principes métaphysiques, et dans un sens, des principes moraux, c'est-à-dire de la contemplation de la cause le plus parfaitement efficace [operans], efficiente et finale, à savoir de Dieu, et ils ne peuvent pas en aucune manière être déduits de la composition aveugle des mouvements* ». ¹⁴⁶ Cette citation

¹⁴⁵ *Specimen praeliminare* (1691?), GM VI, 287 ; AG, p.105-111.

¹⁴⁶ *On the Nature of Body and the Laws of Motion* (1678-82), AG, p.245 ; GP VII, 280. (J'ai traduit ce passage de l'anglais) Ici, Leibniz, tout en affirmant qu'il croyait auparavant que tous les phénomènes du mouvement pouvaient être expliqués par des principes géométriques purs, ne tient sans doute pas compte de la question de la source de mouvement des corps. On connaît en effet que Leibniz explique le mouvement des corps dans sa physique première en recourant au concept de *conatus* et que le *conatus* est le mouvement infinitésimal produit par une *mens* momentanée appartenant au corps. Cependant dans cette période, Leibniz réduit les lois du choc seulement à la composition géométrique des *conatus*, sans tenir compte de la source du mouvement des corps. Dans une partie du *Specimen Dynamicum* où il expose les principes de sa première physique, il exprime cet aspect plus clairement : « *If we understand there to be in body only mathematical notions, size, shape, place, and their change, or if we understand there to be conatus for change in the body only at the very moment of*

montre clairement la différence fondamentale entre sa théorie antérieure et sa nouvelle théorie de physique : dans la première, Leibniz déduisait les lois du mouvement seulement de la géométrie, sans cependant les fonder sur des principes métaphysiques; mais tardivement il accepte qu'il se trouve des principes métaphysiques dans le fondement des ces mêmes lois. Cette expression nous annonce que le Dieu entre dans la domaine de la physique via les principes métaphysiques. Mais qu'est-ce que Leibniz entend par des principes métaphysiques et qu'est-ce qu'implique le fait que les principes mécaniques dépendent finalement des principes métaphysiques ? Avant de procéder à répondre à ces questions, considérons de plus près le processus au fil duquel Leibniz s'éloigne de sa théorie de mouvement abstrait, qu'il qualifie dans son texte comme « *aveugle composition des mouvements* ».

collision, without their being any ground [ratio] for metaphysical notions, namely, no ground for active power [potentia actrix] in the form and laziness [ignavia] or resistance to motion in the matter, and thus, if it were necessary for the outcome of a collision to be determined by the geometrical composition of conatus alone, as we explained earlier, then I showed that it ought to follow that the conatus of a body entering into a collision, however small it might be, without retarding it at all, since such a notion of matter contains not resistance to motion, but indifference ». (Specimen Dynamicum, I^e partie, AG, p.124).

Chapitre I

De la physique abstraite à la physique concrète

Dans sa physique initiale Leibniz pense que les lois universelles de la nature concernant la collision des corps ne peuvent pas être déduites à partir des phénomènes. Car les phénomènes des corps ne se présentent que si on prend en compte des facteurs perturbateurs du milieu fourni par l'hypothèse. Les faits de rejaillissement et de la résistance au mouvement (c'est-à-dire le fait que la grandeur joue un rôle déterminant dans le choc) que nous observons dans les phénomènes de collision, s'expliquent au moyen de l'hypothèse. S'il ne s'agissait pas de l'éther mais d'une autre matière dans cette hypothèse, ou si l'effet de l'éther sur le corps provoquait autre chose que de l'élasticité ou de la gravité, le monde corporelle fonctionnerait d'une manière tout à fait différente que celle d'aujourd'hui. C'est pour cette raison que les règles que l'on peut établir à partir des phénomènes sont accidentelles vu qu'elles sont liées à une hypothèse. Leibniz avance que les règles établies par les physiciens de son époque comme Huygens et Wren entrent dans la même catégorie : « *Les règles que les incomparables Huygens et Wren ont établies au sujet du mouvement, ne sont pas primitives, absolues, évidentes, mais elles se réalisent par accident, en raison d'un état défini du globe Terre-eau-air (non moins que la gravité), ce ne sont pas des axiomes ni de théorèmes démontrables, mais des expériences, des phénomènes, des observations, rencontrées avec bonheur et remarquables (au-delà desquelles personne n'est allé jusqu'à présent)* ». ¹⁴⁷ Selon Leibniz les règles de Huygens et de Wren comprennent les données concernant les faits comme l'élasticité et la gravité et donc ils ne valent que pour les phénomènes. Leibniz appelle ces phénomènes qui naissent sous l'effet du milieu « *Hugenii*

¹⁴⁷ « *Regulas illas, quas de motu incomparabiles viri Hugenius Wrennusque constituerunt, non primas, non absolutas, non liquidas esse, sed per accidens, ob certum globi Terr-aq-aërei statum, evenire (non minus quam gravitatem), non axiomata, non theoremata demonstrabilia, sed experientias, phaenomena, observationes, at felices, at praeclaras (ultra quas hactenus nemo processerit) esse* ». (Lettre à Heinrich Oldenburg du 23 juillet 1670, A II, i, n.26, 59 ; cité et traduit par F, p.37-38).

Wrennique phaenomena ». ¹⁴⁸ Les phénomènes de Huygens et de Wren se produisent à l'intérieur du système et pour cette raison ils ne concernent pas les lois universelles de mouvement. Avec les formules résultant des règles de Huygens et de Wren, on peut faire des calculs sur les phénomènes de collision mais comme elles sont liées aux conditions formées par l'effet de l'éther, elles n'expliquent pas ce qu'il se passe vraiment. En un mot, elles sont accidentelles.

Il s'ensuit qu'une théorie qui considère les corps indépendamment de leurs propriétés dues au milieu; c'est-à-dire qui les traite seulement selon leur extension, leur impénétrabilité, leur cohésion et leur mouvement du fait de leur *conatus*, peut mettre au jour les lois universelles de la nature. « (...) *les lois de la nature universelle concernant le concours des corps ne sont que des conséquences de cette règle fondamentale : Tout conatus est suivi d'effet* ». ¹⁴⁹ Cette règle fondamentale à partir de laquelle tous les règles du choc dérivent n'est basée que sur fait que les *conatus* tendent à produire un effet détermine. Ni le rejaillissement ni la résistance au mouvement ne prennent pas place parmi les règles de choc. C'est-à-dire que les effets perturbateurs venant d'éther ne sont pas pris en compte. Par conséquent, les règles du choc sont basées sur les mouvements abstraits des corps, c'est-à-dire sur les mouvements du fait de leur *conatus* même et définies comme la composition géométrique des *conatus*.

D'autre part, Leibniz affirme que Dieu empêche les conséquences de ces mêmes règles du mouvement abstrait, par un système réglé suivant les lois de la sagesse, de la harmonie et de la justice. L'hypothèse qui fonde le système mondiale se réfère à une intelligence qui règle l'univers en tant que telle et qui empêche les phénomènes de collision d'être déterminés par des conséquences nécessaires des lois du mouvement abstrait. Malgré tout, cette hypothèse ne change en rien l'universalité et la validité des lois du mouvement. C'est encore les mêmes lois qui règnent au fond mais grâce à ce système, les phénomènes se montrent d'une façon différente des conséquences de ces lois du mouvement. Certainement un autre système de monde qui sera même produit de l'intelligence divine viendrait au jour comme issue d'une autre hypothèse. Mais au fond des phénomènes de ce système différent du nôtre, les mêmes lois de mouvement serait en vigueur. Même si l'on procure des explications

¹⁴⁸ *HPN*, GP IV, p.190.

¹⁴⁹ A VI, ii, 336-340 ; cité et traduit par F, p.36.

mécaniques pour phénomènes par l'éther, les phénomènes n'entrent pas pour autant dans le domaine des lois universelles du mouvement. Il est donc clair que les faits produits par l'hypothèse ne peuvent pas en aucun cas être compris dans les équations concernant les règles universelles du choc. Car dans les collisions ni la grandeur joue un rôle ni les corps ne rejaillissent. Les lois qui sont indépendantes des phénomènes dans le système et par ce fait ceux qui pourraient être parfaitement en vigueur dans un autre système de monde, ne sont en somme déterminés que par des principes géométriques. Leur universalité et leur nécessité résultent en fait de ceci. De cette façon nous pourrions dire que sa physique initiale qui ne peut être conforme à l'expérience que par l'hypothèse est une physique abstraite qui est essentiellement basée sur mouvement abstrait.

Leibniz, dès sa dernière année au Paris (1676), commence à exprimer ses doutes sur sa physique initiale qui lui semblait satisfaisante. Sa lettre à Berthet datée de 1677 montre clairement que Leibniz questionne sérieusement ses pensées sur le mouvement : « *Lors que j'étois en chemin pour revenir en Allemagne je m'exerçois en matiere de mouvement, et je tiens pour assuré que non seulement les Regles de Mons. des Cartes, mais encor toutes celles qui ont esté publiées jusqu'icy, et qui sont venues à ma connoissance, sont fausses en partie. Je voy moyen d'en venir à bout demonstrativement, mais il faut faire premierement certaines experiences fondamentales que j'ay projetées. C'est ma maniere de dresser un Catalogue d'Experiences à faire, lors que j'examine quelque matiere de physique. Et ordinairement j'en fais un tel dénombrement que je puis assurer que par le moyen de ces experiences on pourra trouver la cause ou la regle de ce dont il s'agit, demonstrativement, et non pas par Hypothese* ». ¹⁵⁰

Cette lettre est remarquable pour bien suivre les changements des pensées de Leibniz. Nous voyons qu'il prend désormais en considération l'expérience et développe une approche visant à une physique concrète. Selon cette nouvelle approche Leibniz, au rebours la précédente, défend qu'il faut surtout prendre en considération les phénomènes en vue d'essayer de définir les lois du mouvement. Il précise que pour trouver les lois du mouvement il faut faire des expériences diverses. C'est pourquoi il décide de rédiger une sorte de « catalogue d'expérience » où il

¹⁵⁰ Lettre à Jean Berthet de septembre 1677, A II, i, n.158a, 383.

mettra en cause les phénomènes.¹⁵¹ Le but principal de Leibniz dans son recours à l'expérience est d'éviter du début que les lois du mouvement contredisent l'expérience et de même, éliminer les recours à l'hypothèse. Par conséquent, dans cette nouvelle approche, il s'agit d'annuler la distinction entre le mouvement abstrait et le mouvement concret et d'admettre que le mouvement du corps soit le seul mouvement qui ait lieu dans un système concret.¹⁵² En conclusion il serait juste de dire que Leibniz, contrairement à sa théorie antérieure, accepte la nécessité d'inclure les données concernant les phénomènes de Huygens et de Wren (élasticité, gravité etc.) dans les équations des règles du choc, et que désormais une physique concrète qui ne nécessite pas l'hypothèse est valable pour lui.

Le but que s'était proposé Leibniz dans la *Theoria Motus Abstracti* était de fonder une *phoronomia elementalis*.¹⁵³ Comme il ne croit pas qu'on peut obtenir les véritables lois du mouvement à partir de l'expérience, il pense qu'il faut utiliser la méthode d'Euclide sans recourir aux phénomènes et définir les règles du choc à partir des définitions et des axiomes adéquates et seulement en utilisant des principes géométriques.¹⁵⁴ Cependant cette cinématique pure est condamnée à être en contradiction avec l'expérience. Au fil du temps Leibniz conclut qu'une physique véritable doit comprendre l'expérience tout à la fois possédant une constitution géométrique qui procède sans hypothèse. Prenons ici ce qu'il a écrit à Claude Perrault en 1676 : « *Mais il faudroit une grande suite de raisonnemens tout à fait exactes et geometriques pour en parler au juste; je tiens pourtant, que la chose est dans nostre pouvoir, et que nous avons assez de phenomenes donnez, pour en deduire par une analyse necessaire la veritable constitution de ce Systeme Sublunaire. Un homme qui s'y addonneroit, trouveroit à la fin que toute la difficulté*

¹⁵¹ Leibniz met en pratique son dessein de faire un catalogue en faisant des expériences concernant le choc des corps au moyen des dispositifs divers dans le *De corporum concursu* dont on parlera ultérieurement.

¹⁵² Leibniz appelle le mouvement du corps à l'intérieur du système, le *mouvement systématique*; et les lois concernant celui-ci les *lois du mouvement systématique*. Les lois du mouvement systématique valent pour un ordre du monde où la gravité et l'élasticité ont lieu. Leibniz pense qu'on a besoin des principes métaphysique en vue d'obtenir les lois du mouvement systématique. Car les lois qui dérivent seulement des principes géométriques -les lois de l'extension- donnent des résultats inconciliables avec l'expérience et nécessitent une hypothèse. (Cf. *Phoronomus (1689)*, Robinet [1991], p.809 ; cité par F, p.49 ; Voir aussi *Specimen Dynamicum, I^e partie*, AG, p.124).

¹⁵³ *TMA*, GP IV, p.240.

¹⁵⁴ La théorie que Leibniz a établie dans la *Theoria Motus Abstracti* a une structure déductive et elle est fondée sur les théorèmes (*theoremata*) dérivés par démonstrations géométriques des définitions (*definitiones*) *a priori* et des propositions fondamentales (*fundamenta praedemonstrabilia*). (*TMA*, GP IV, p.227-234).

se reduiroit tres souvent, à la resolution de quelques problemes de la pure geometrie: d'autant que je croy me pouvoir satisfaire à present sur les loix de mouvement, par des demonstrations entierement geometriques, sans me servir de suppositions aucunes, ny des principes d'experience; et que ce qu'on pourra dire là dessus doresnavant ne sera que 'res calculi et geometriae'. Ainsi je tiens que nous sommes en estat à present de pretendre à une physique veritable, et sans hypothese ». ¹⁵⁵ D'une part il se préoccupe des lois obtenues à partir de l'expérience par des physiciens de son époque comme Huygens, Wren, Mariotte et Wallis, d'autre part il veut fonder une mécanique ayant une constitution géométrique. En effet, on peut dire que l'intention de Leibniz est de relier l'expérience avec un principe *a priori*, c'est-à-dire de trouver un principe dont il pourra dériver des lois empiriques. On comprend bien lisant l'expression de Leibniz « *Je vois moyen d'en venir à bout démonstrativement* » qu'il croit déjà en 1676 avoir eu en main la clé pour fonder une mécanique de constitution géométrique. Cependant, comme il ne veut pas fonder une théorie abstraite comme la précédente, il faut que le principe *a priori* qui permet d'obtenir les lois du mouvement à partir des démonstrations géométriques ne soit pas lui-même géométrique. On peut désormais répondre à la question que nous avons posée au tout début de cette partie.

¹⁵⁵ *Lettre à Claude Perrault de mai-juillet 1676*, A II, i, n.128, 267.

Chapitre II

Le principe d'équivalence de la cause pleine et de l'effet entier

La décision de Leibniz sur l'établissement des lois concrètes conformes à l'expérience ne veut pas dire qu'il affirme la suffisance de recourir seulement à l'expérience afin d'obtenir les lois de mouvement. D'ailleurs, il vise à mettre en évidence les causes qui résident dans le fondement de toutes les lois du mouvement et à les relier à un seul principe. Ceci doit être un tel principe que toutes les lois de mouvement puissent en être dérivées.¹⁵⁶ Leibniz croit que ce principe fondamental dont les autres lois dérivent, est un clé qui assurera la réduction de toute la mécanique à la géométrie pure et qui sert à résoudre les problèmes comme le choc des corps, l'élasticité, la résistance des solides. Il parle de sa découverte à Oldenburg dans sa lettre datée de 27 Août 1676 : « *J'ai résolu, dès que j'en rencontrerais le loisir, de faire en sorte de réduire toute la mécanique à une pure géométrie, de définir des problèmes que personne n'a touchés jusqu'à présent au sujet de l'élasticité, des eaux, des pendules, des projectiles, de la résistance des solides, des frottements, etc. Or je crois que toute cette tâche est maintenant en notre pouvoir. D'où vient que je me suis satisfait au sujet des règles du mouvement par des démonstrations tout à fait parfaites et qu'il ne me reste rien de plus à désirer en cette matière. Or toute l'affaire, ce qui est étonnant, dépend d'un très bel axiome métaphysique, qui n'est pas de moindre importance quant au mouvement que celui-ci : le tout est plus grand que la partie, quant à la grandeur* ». ¹⁵⁷ L'assertion sur la

¹⁵⁶ « Ces temps-ci, des hommes se sont occupés très attentivement d'expériences; et ils en ont tiré des considérations non négligeables. Il est certain qu'on aurait pu inférer celles-ci, si, un principe vrai et général une fois établi, toutes les autres propositions avaient pu être traitées par raisonnements géométriques. L'intérêt de notre entreprise consiste à opérer cette tâche de façon suffisamment explicite et à accroître par ce travail la science en établissant de nouveaux théorèmes a priori par rapport aux expériences admises » (*De Arcanis motus et mechanica ad puram geometriam reducenda*, transcrit par Heinz-Jürgen Hess, in : Leibniz à Paris, p.203 ; cité par D, p.105). Ici Leibniz allègue que l'on peut aussi bien dériver les propositions obtenues par l'expérience à partir d'un principe fondamental. Donc, en partant de ce principe fondamental, il serait possible de fonder des théorèmes a priori qui correspondent à l'expérience.

¹⁵⁷ *Lettre à Oldenburg du 27 août 1676*, A III, i, 586 ; cité et traduit par D, p.100.

réduction de toute la mécanique à la géométrie pure, c'est-à-dire aux calculs faits par moyen des démonstrations géométriques (*more geometrico*) dépend d'un axiome métaphysique. Cet axiome métaphysique fondamental est le *principe d'équivalence de l'effet entier et de la cause pleine* que l'on rencontre dans les articles de Leibniz dès 1676.¹⁵⁸

Selon Leibniz, l'axiome « le tout est égal à la somme de ses parties » dans la géométrie correspond dans la physique au principe de l'équivalence de la cause et de l'effet étant un principe métaphysique.¹⁵⁹ Tandis que l'égalité entre le tout et la somme de ses parties est assurée par leurs grandeurs étendues, celle de la cause pleine et de l'effet entier est fondée par le concept « *potentia* » ou « *vis* ». « [*Les états équivalents*] conviennent en ce que tant la cause que l'effet a une certaine puissance, c'est-à-dire la capacité de produire un autre effet, mais ils ne diffèrent que dans l'application et le situation (*situs*), comme une ligne retient la même longueur quelle que soit sa flexion. D'où il est nécessaire que la cause puisse autant que l'effet et réciproquement. (...) Etablissons donc la règle : de la cause pleine (*causae plenae*) et de l'effet entier (*effectus integri*) la puissance (*potentia*) est la même. (La puissance est l'état duquel résulte, les circonstances ayant été fixées, un effet de grandeur déterminée.) Par suite, l'effet plein peut reproduire sa cause entière ». ¹⁶⁰ Ici, la cause et l'effet correspondent aux états qui produisent l'un l'autre et se suivent. La *potentia* fonctionne comme un terme de comparaison qui sert à parler de l'équivalence de la cause et de l'effet, c'est-à-dire celle de l'état précédent et de l'état suivant. La cause et l'effet, tous les deux ont une *potentia* déterminée, c'est-à-dire ils ont la capacité de produire un autre effet. Alors l'identité de la cause et de l'effet dépend de ce qu'ils possèdent la même force. La différence entre la cause et l'effet est seulement celle de la situation (*situs*). Ils sont comme les deux états d'un même fil plié de manières différentes. De même que de différentes flexions d'un même fil ne change pas la longueur du fil, de même la quantité de

¹⁵⁸ Le principe est exprimé ainsi dans un texte daté du 2 décembre 1676 : « Rien n'est sans cause, parce que rien n'est sans toutes les conditions requises de son existence. L'effet entier est équipollent à la cause pleine, parce qu'il doit y avoir une équation entre la cause et l'effet, passant de l'une à l'autre ». (A VI, iii, 584 ; cité et traduit par F, p.278). Leibniz utilise les termes « *équipollent* », « *équivalent* » et « *égal* » pour exprimer la relation d'égalité entre la cause et l'effet.

¹⁵⁹ « (...) trois axiomes primitifs ; de la géométrie : le Tout est égal à toutes ses parties ; de la physique : l'effet entier est équipollent à sa cause ; de la science politique: le Monde est la meilleure république, ou tout arrive dans le monde de la façon la meilleure ». (A VI, iii, 427 ; cité et traduit par F, p.282).

¹⁶⁰ *De arcanis motus et mechanica ad puram geometriam reducenda* (1676), publié par H.J. Hess, in : Leibniz à Paris, p.203-204 ; cité par D, p.106-107.

force, pendant la consécution et la substitution mutuelles de la cause et de l'effet, reste la même, mais seulement sa situation (*situs*) change. En effet, la cause et l'effet sont deux états qui se suivent, ayant la même quantité de force mais étant de différentes situations.

La cause, soit l'état précédent, contient en lui-même la nécessité d'un changement et l'effet, soit l'état suivant, découle de la cause avec cette nécessité : « *L'effet entier est seulement un certain changement de la cause pleine* ». ¹⁶¹ L'effet entier et la cause pleine se contiennent réciproquement. De même que la cause produit l'effet, de même l'effet peut reproduire la cause qui l'a engendré. Ceci est possible parce que la cause et l'effet ont la même force. L'égalité entre eux nous permet donc de parler de la conservation de la force. La cause ne peut pas produire un effet qui la surpasse ou bien qui a plus de force qu'elle-même possède. Si elle pouvait le faire, on devrait dire que la force augmentait. De la même façon, l'effet reproduit, par la force qu'il possède, exactement la cause qui l'a engendré, et pas moindre. Si l'effet reproduisait moins que la cause qui l'avait engendré, ça voudrait dire qu'il y aurait question d'une diminution de force. Leibniz ne trouve pas raisonnable l'augmentation ou la diminution de la force à cause des conséquences théoriques qu'elles impliquent : « *Si la force était augmentée, il y aurait mouvement perpétuel artificiel ; si elle était diminuée, il y aurait finalement repos perpétuel naturel. L'un et l'autre est absurde* ». ¹⁶² Et comme l'augmentation de la force cause le mouvement perpétuel mécanique et la diminution de la force cause le repos perpétuel, Leibniz défend cette idée-là: la cause doit posséder autant de force que son effet et l'effet doit posséder autant de force que sa cause; c'est-à-dire, dans tous les mouvements, la force doit se conserver.

Puisque la force est conservée dans tous les mouvements, elle n'est pas non plus perdue après le choc des corps mais elle est distribuée entre des corps qui se heurtent, quoi que d'une différente manière, à savoir de manière à provoquer leur mouvements de différentes vitesses et dans de différentes directions. Une telle

¹⁶¹ *De corporum concursu*, F, *Scheda Septima*, en français p.292-293, en latin p.145). Dans le *De corporum concursu* Leibniz affirme que le changement qui a lieu entre la cause et l'effet doit être aussi petit que possible et il fonde le principe d'équivalence de la cause et de l'effet comme une théorie de similitude : « *L'effet entier est assimilé à la cause pleine, autant que faire se peut* ». (*Ibid.*, en français p. 292, en latin p.145).

¹⁶² *Ibid.*, *Scheda Prima*, en français p.186, en latin p.71.

redistribution qui consiste en l'invariance de la force totale sert à représenter le monde comme une machine. « *La quantité des forces demeure toujours la même dans une même Machine ou dans l'agrégat d'un nombre quelconque de corps disposés en action ou passion réciproques. Car tout corps externe est exclu ou du moins n'est pas pris en considération* ». ¹⁶³ La force se distribue dans les diverses parties de la machine, cependant elle n'est jamais perdue, vu qu'aucune partie n'est admis en dehors de la machine. L'état présent d'une machine est donc seulement différent par rapport à la situation (*situs*) des forces que son état précédent, quant à la somme de la force, elle ne change jamais. Selon Leibniz, le monde aussi est comme une machine, et par conséquent, la même quantité de la force (*quantitas virium*) se conserve en lui. ¹⁶⁴

Le principe d'équivalence de l'effet entier et de la cause pleine ne établit seulement la loi de conservation de la force, mais aussi il fournit un fondement pour son évaluation. Si la cause est équivalente à son effet du point de vue de la force, la force qu'elle possède peut être mesurée par son effet. Autrement dit, la force est la quantité d'effet (*quantitas effectus*). ¹⁶⁵ Leibniz pense que cet effet qui présente une valeur mesurable est l'élévation d'un corps à une hauteur donnée : « *Pour pouvoir estimer l'équivalence, il est donc utile de prendre une unité de mesure, telle que la force nécessaire pour élever un grave à quelque hauteur* ». ¹⁶⁶ Dès que Leibniz rend la force proportionnel à la hauteur à laquelle le corps peut s'élever, il entre dans le chemin qui le mènera à la formule mv^2 . ¹⁶⁷ Il ne obtient néanmoins cette nouvelle

¹⁶³ *Ibid.*, en français p. 293, en latin p.146.

¹⁶⁴ *Ibid.*, en français p.293, en latin p.145-146.

¹⁶⁵ « *Vis est quantitas effectus* ». (*Ibid*, *Scheda Prima* ve *Scheda Octova*, p. 71 et p.152).

¹⁶⁶ *De arcanis motus et mechanica ad puram geometriam reducenda* (1676), publié par H.J. Hess, in : Leibniz à Paris, p.204 ; cité par F, p. 284.

¹⁶⁷ Leibniz donne pour la première fois la formule de la force comme mv^2 dans le *De corporum concursu* daté de 1678. Pour parvenir à cette formule il utilise le principe d'équivalence de la cause et de l'effet et la loi de la chute libre de Galilée. Pour comprendre l'obtention de cette formule pensons à un dispositif du pendule accroché d'un point fixe. Quand on laisse le pendule tomber d'une hauteur déterminé, il s'accélère jusqu'à ce qu'il arrive à la même hauteur perpendiculaire que le point où il était accroché et puis en épuisant la vitesse qu'il a acquis par la chute, il commence à s'élever vers l'autre coté. Selon le principe d'équivalence de la cause et de l'effet, la vitesse que le corps acquiert en tombant d'une hauteur déterminé, peut élever ce corps à la même hauteur. (Ici on néglige les effets comme la friction de l'air qui peut causer une diminution dans la vitesse du corps). Au début, la cause qui produit la vitesse comme l'effet est la hauteur et par la suite la vitesse comme la cause produit la hauteur comme l'effet. Dans les deux cas la force qui produit la vitesse ou la hauteur ne change pas. Selon la loi de la chute libre de Galilée, la hauteur d'où le corps tombe est proportionnelle au carré de la vitesse qu'il acquiert par la chute. Comme la force du corps est mesurée par la hauteur d'où il tombe ou par la hauteur à laquelle qu'il peut s'élever et comme la hauteur est proportionnelle au carré de la vitesse; il s'ensuit que la force doit être proportionnelle au carré de la vitesse.

formule de la force que dans le *De corporum concursu* daté de 1678. Car Leibniz, jusqu'à cette date-là, pense que la force est la même chose que la quantité de mouvement et il défend encore que l'on doit la calculer comme le produit de la grandeur du corps par sa vitesse scalaire.

Maintenant venons au piquant. Selon Leibniz, le principe d'équivalence de la cause et de l'effet qui est la proposition fondamentale de la mécanique est essentiellement un principe métaphysique. C'est parce qu'il résulte du libre arbitre de Dieu qui choisit toujours le parfait : « *Quant à moi, pour absoudre la philosophie mécanique elle-même de ce crime des philosophes, je montrerai que la principe suprême de la Mécanique doit être tiré de la Métaphysique, en ce qu'il est tel qu'il ne peut avoir son origine que de la libre volonté de Dieu choisissant le plus parfait. Ce même principe est aussi clair que fécond: les théorèmes premiers de toute la Mécanique se démontrent à partir de lui avec la plus agréable facilité, et des questions compliquées, en partie aussi inédites, se trouvent mises en notre pouvoir. Il donne en effet une équation, d'où se déduit la matière d'un calcul analytique, et il montre la méthode pour réduire la Mécanique à la Géométrie pure* ». ¹⁶⁸ À l'encontre de Descartes, Leibniz défend que l'on peut contempler les buts de la sagesse divine tandis qu'elle ordonne l'univers. ¹⁶⁹ Selon lui, il faut chercher la source des principes nommés métaphysiques comme l'équivalence de la cause et de l'effet et le principe de continuité ¹⁷⁰ dans le libre arbitre de Dieu qui s'oriente vers le mieux et le parfait,

¹⁶⁸ *Principium Mechanicae Universae Novum* (1680-1688), LH XXXV, 10, 5, f° 3r° ; cité et traduit par F, p.287.

¹⁶⁹ *Specimen Dynamicum, I^e partie*, AG, p.126. Descartes croit que les causes finales doivent être exclues de la philosophie : « *Nous ne nous arrêterons pas aussi à examiner les fins que Dieu s'est proposé en créant le monde, nous rejeterons entièrement de notre Philosophie la recherche des causes finales : car nous ne devons pas tant presumer de nous-mêmes, que de croire que Dieu nous ait voulu faire part de ses conseils* ». (*Les principes de la philosophie*, AT IX, I^e partie, art. 28, p. 37).

¹⁷⁰ Le principe de la continuité est celui que Leibniz exprime brièvement en tant que « *Rien arrive par les sauts* ». Selon Leibniz le monde physique est tissé avec les principes métaphysiques. C'est pourquoi les structures physiques des corps sont déterminés de manière qu'ils puissent satisfaire aux exigences des principes métaphysiques. L'idée que tous les corps dans le monde doivent être élastique résulte du principe de continuité étant un principe métaphysique. « (...) *élasticité des corps est nécessaire à la Nature, pour obtenir l'Execution des grandes et belles loix que son Auteur infiniment sage s'est proposé* » (*Essay de Dynamique*, GM VI, p.228-229) Les corps sont élastiques pour que le principe de continuité soit en vigueur. Ou bien si on construit la formule à l'inverse, le principe de continuité est en vigueur seulement grâce à la structure particulière des corps dans ce monde. Leibniz allègue que tous les corps dans la nature sont élastiques à degrés variables et la nature ne souffre pas de corps parfaitement dur et non-élastique. S'il y avait des corps parfaitement durs et non-élastiques dans la nature, le principe de continuité se trouverait violé et les changements se produiraient par sauts. Pour montrer cette conséquence, Leibniz donne un exemple de choc dans le *Specimen Dynamicum*. (*Specimen Dynamicum, II^e partie*, AG, p.132).

c'est-à-dire dans les causes finales.¹⁷¹ La pénétration du Dieu dans le domaine de la physique se fait par ces principes métaphysiques produits par la volonté divine. Dieu a organisé et gouverné l'univers par ces principes qui reflètent sa sagesse éternelle de sorte qu'il soit le meilleur et le parfait. Par conséquent la sagesse divine se révèle au plus par les lois concernant l'opération de l'univers qui dérivent de ces principes.¹⁷² Leibniz va donc déclarer que les lois du mouvement sont les résultats de la volonté divine : « *Les lois du mouvement ne sont rien d'autre que les raisons de la volonté divine, qui assimile les effets aux causes, autant que le souffre la mesure des choses* ». ¹⁷³

Rappelons-nous, quand on a tâché d'expliquer les phénomènes corporels seulement par les principes géométriques, c'est-à-dire seulement par l'étendue et ses changements (le mouvement pris, indépendant de la grandeur, de la figure et de la cause qui le produit, comme seulement *mutatio situs*, c'est-à-dire le mouvement considéré seulement avec les composants de situation et de temps), on avait vu que les lois du choc sont réduits à la composition géométrique des mouvements. Le résultat qui se révèle dans ce cas est complètement différent de ce qu'on observe dans le monde, c'est-à-dire différent de l'expérience. Mais, au cas où la force se conserve dans l'univers selon le décret de la sagesse divine, c'est-à-dire au cas où les principes de mécanique sont fondés sur le principe métaphysique d'équivalence de la cause et de l'effet, le résultat change complètement.¹⁷⁴ Désormais, les lois du

¹⁷¹ « *Comme je n'aime pas de juger des gens en mauvaise part, je n'accuse pas nos nouveaux philosophes, qui prétendent de bannir les causes finales de la physique, mais je suis néanmoins obligé d'avouer que les suites de ce sentiment me paraissent dangereuses, surtout quand je le joins à celui que j'ai réfuté au commencement de ce discours, qui semble aller à les ôter tout à fait comme si Dieu ne se proposait aucune fin ni bien, en agissant, ou comme si le bien n'était pas l'objet de sa volonté. Et pour moi je tiens au contraire que c'est là où il faut chercher le principe de toutes les existences et des lois de la nature, parce que Dieu se propose toujours le meilleur et le plus parfait* ». (*Discours de Métaphysique*, R, art.19, p.55-56).

¹⁷² « *Puisqu'on a toujours reconnu la sagesse de Dieu dans le détail de la structure mécanique de quelques corps particuliers, il faut bien qu'elle se soit montrée aussi dans l'économie générale du monde et dans la constitution des lois de la nature. Ce qui est si vrai qu'on remarque les conseils de cette sagesse dans les lois du mouvement en général* ». (*Ibid.*, art. 21, p.58-59).

¹⁷³ *De corporum concursu*, F, *Scheda Secundo-Sexta*, en latin p.134, en français p.270.

¹⁷⁴ *Discours de Métaphysique*, R, art.21, p.59. Que les lois du mouvement reposent sur les principes métaphysiques, ne les rend pas des principes nécessaires mais *contingents*. Il y a deux sortes de vérité pour Leibniz: Les vérités nécessaires et les vérités *contingentes*. Les vérités nécessaires sont des vérités dont les formulations inverses impliquent une contradiction, comme les vérités de la mathématique et de la géométrie. Quant aux vérités *contingentes*, leurs formulations inverses ne impliquent pas de contradiction. Elles sont fondées sur le libre arbitre de Dieu ou de ses créatures. Leibniz allègue que Dieu fait par son décret libre toujours ce qui est le plus parfait et qu'il fait de même que l'homme fait toujours ce qui lui paraîtra le meilleur. Le fait que Dieu et ses créatures choisissent toujours le meilleur n'implique pas que ce qui est moins parfait n'est pas possible. En effet, ceux qui sont moins parfaits sont possibles autant que ceux qui sont les meilleurs mais en vertu des décrets libres de Dieu, c'est ce qui est le

mouvement aux quelles les corps sont soumis –ce sont les lois du mouvement systématique que l'on observe dans l'expérience- ne sont plus les conséquences nécessaires des principes géométriques et sont déterminés selon ce principe métaphysique.¹⁷⁵

Selon Leibniz, ce que le principe d'équivalence de la cause et de l'effet est un principe métaphysique, n'empêche pas de l'utiliser dans le physique.¹⁷⁶ Parce qu'en expliquant l'équivalence entre la cause et l'effet par la concept de force, d'une part il fonde la loi de conservation de la force et d'autre part il sert à réduire la force à un calcul géométrique en la rendant mesurable par son effet. Car, au cas où l'on formule l'effet qui permet de mesurer la force, on réduit aussi la force à un calcul géométrique. La réduction de la force à un calcul géométrique permet d'exprimer les lois du mouvement par les équations géométriques. Parce qu'ils reposent finalement sur le principe de conservation. Du fait que toutes les lois du mouvement peuvent être démontrées à partir de ce principe, toute mécanique est réduite à la géométrie pure.

Selon Leibniz, les propositions aux quelles les physiciens de son époque sont parvenus en partant de l'expérience, sont aussi fondées essentiellement sur ce

meilleur qui arrive toujours. Une vérité *contingente* est donc fondée sur ce qui est le meilleur parmi plusieurs choses également possibles. (*Ibid*, art.13, p.47-49). Leibniz avance dans sa lettre à Arnauld datée de mai 1686 que les lois du mouvement sont les décrets libres de Dieu. C'est pourquoi ils sont *contingent*. (IX.*Remarques Sur la lettre de M. Arnauld*, R, p.107 ; AG, p.71). En conséquence, les lois du mouvement pouvaient être autrement mais Dieu a les choisi librement parmi les lois possibles. Pour Leibniz, cet univers issu du choix libre de Dieu est le meilleur parmi les univers possibles et les lois du mouvement appartenant à cet univers sont les meilleurs parmi les lois du mouvement possibles. Les lois du mouvement *contingentes* dérivées des principes métaphysiques remplacent des lois du mouvement nécessaires dérivées des principes géométriques de sa période initiale.

¹⁷⁵ Leibniz pense que Dieu a créé les corps de manière qu'ils peuvent suivre les lois du mouvement issues du principe métaphysique d'équivalence de la cause et de l'effet. Les corps ne sont pas donc des entités étendues qui agissent seulement selon des principes géométriques, ils doivent avoir des principes conservatifs qui servent à la conservation de la force. Donc Leibniz, comme on va d'ailleurs le traiter plus tard, avec le concept de force et le principe d'équivalence de la cause et de l'effet, tend à s'approprier la doctrine de formes substantielles qu'il a refusée auparavant : « *Et il paraît de plus en plus, quoique tous les phénomènes particuliers de la nature se puissent expliquer mathématiquement ou mécaniquement par ceux qui les entendent, que néanmoins les principes généraux de la nature corporelle et de la mécanique même sont plutôt métaphysiques que géométriques, et appartiennent plutôt à quelques formes ou natures indivisibles comme causes des apparences qu'à la masse corporelle ou étendue* ». (*Discours de Métaphysique*, R, art.18, p.55).

¹⁷⁶ « (...) *Loy de la nature que je tiens la plus universelle et la plus inviolable, savoir qu'il y tousjours une parfaite Equation entre la cause pleine et l'effect entier. Elle ne dit pas seulement que les Effects sont proportionnels aux causes, mais de plus, que chaque effect entier est equivalent à sa cause. Et quoyque cet Axiome soit tout à fait Metaphysique, il ne laisse pas d'estre des plus utiles qu'on puisse employer en Physique, et il donne moyen de reduire les forces à un calcul de Geometrie* ». (*Lettre à Bayle de janvier 1687*, GP III, p.45-46).

principe métaphysique et peuvent être en dérivées.¹⁷⁷ Comme toutes les autres lois du mouvement dépendent de ce principe métaphysique qui se conforme parfaitement à l'expérience et peuvent en être dérivés, il permet une physique véritable sans hypothèse en assurant la réduction de lois du mouvement aux équations géométriques qui ne sont pas en contradiction avec l'expérience. Il élimine donc la distinction entre le concret et l'abstrait qui était dans la théorie précédente. Il construit tout seul l'accord qui était obtenu auparavant par deux différentes théories : Il assure que les lois du mouvement soient mesurables et géométriques, aussi qu'ils soient conformes à l'expérience. D'autant que dans la théorie précédente les lois du mouvement sont établies sans prenant en considération les phénomènes, elles sont nommées abstrait et leur correspondant concret est assuré par l'hypothèse. Or maintenant les effets des phénomènes comme l'élasticité et la gravité pénètrent conformément à ce principe métaphysique dans le domaine des lois du mouvement.¹⁷⁸ Ce qui est métaphysique en tant que cause du monde physique, réside dans le fondement des lois du mouvement et nous fournit l'expérience telle qu'elle apparaît. Les corps sont créés de manière qu'ils puissent suivre d'eux-mêmes les lois

¹⁷⁷ Au cours de notre étude, nous aurons assez souvent l'occasion de mentionner surtout deux des propositions que Leibniz avait rencontré chez ses contemporains. Celles-ci sont deux principes de conservation lesquels l'on peut appeler relatif, car elles dépendent de la vitesse et elles vont ultérieurement prendre place ensemble le principe de conservation de la force parmi les propositions fondamentales de la dynamique de Leibniz. Le premier est « *la conservation de la translation du centre commun de gravité* ». Huygens caractérise ce principe comme « *loi admirable de la Nature* » dans son article intitulé *Règles du mouvement dans le rencontre des corps* (1669) : « *Le centre commun de gravité de deux, trois ou tant qu'on voudra de corps, avance toujours également vers le même coté en ligne droite, devant et après leur rencontre* » (Christiaan Huygens, *Œuvres Complètes*, publiée par la Société hollandaise des Sciences, La Haye, VI, p. 385). Le principe qui indique l'invariance avant et après le choc de déplacement du centre commun de gravité des corps s'entrechoquant, correspond en fait à la conservation de la quantité orientée de mouvement qui se trouve aussi dans l'article de Huygens. En considérant la vitesse avec sa direction, Huygens allègue que ce qui se conserve dans le choc n'est pas la valeur absolu de la quantité du mouvement comme prétendant les cartésiens mais que c'est la quantité orientée de mouvement : « *La quantité du mouvement qu'ont deux corps durs se peut augmenter ou diminuer par leur rencontre, mais il y reste toujours la même quantité vers le même coté, après qu'on soustrait la quantité du mouvement contraire* » (*Ibid.*, p.384-385). Leibniz nommera plus tard ce principe « *conservation du progrès total* » ou bien « *conservation de la direction totale* » et d'où il avancera qu'à part la force totale, la direction totale se conserve aussi dans l'univers. L'autre principe nommé « *la conservation de la vitesse relative* » prend place dans l'ouvrage de Mariotte *Traité de la percussion ou chocq des corps* en tant qu'une proposition qui explique que la force du choc restera la même autant que la vitesse relative des corps qui s'approchent reste la même. (E. Mariotte, *Traité de la percussion ou chocq des corps*, Paris, E.Michallet, 1673, 25-26 ; Cf. F, p.247). Suivant ce principe, la vitesse d'approche ou la vitesse d'éloignement de deux corps donne leur vitesse relative et cette vitesse ne change pas avant ou après le choc. Leibniz soutient que ces principes relatifs de conservation dépendent essentiellement du principe d'équivalence de la cause et de l'effet et qu'ils peuvent en être dérivés : « *J'avoue cependant que ceci [la conservation des vitesses respectives dans le choc] ne peut être démontré que par recours à l'expérience. Certes, l'ultime et vrai raison de ces théorèmes se trouve dans les donnés premières et métaphysiques relatives à la cause et à l'effet* ». (*De arcanis motus et mechanica ad puram geometriam reducenda* (1676), publié par H.J. Hess, in : Leibniz à Paris, p.204 ; cité par D, p.108 :).

¹⁷⁸ Voir partie II, chapitre IV, *Les lois du mouvement systématique*.

du mouvement dérivées des principes métaphysiques. C'est pourquoi on ne peut plus parler de l'abstrait des lois du mouvement. Dans la première théorie, tandis que Dieu, en intervenant dans les lois par hypothèse, permet d'échapper de leur conséquences nécessaires, maintenant en tant que première cause des choses, il rentre par la voie des lois métaphysiques dans la physique.

On voit que Leibniz s'oriente vers l'expérience avec le recherche d'une physique concrète et qu'il commence à examiner profondément les lois empiriques du mouvement qui sont obtenues par des physiciens de son époque en partant de l'expérience.¹⁷⁹ D'ailleurs, par opposition à ses idées précédentes, il commence à accepter peu à peu que le corps doit résister au mouvement.¹⁸⁰ Leibniz croit qu'il

¹⁷⁹ En effet, le fait que Leibniz s'intéresse aux ouvrages des physiciens de son époque, commence un peu plus tôt. En 1669 dès qu'il lit l'article de Christiaan Huygens sur les lois du choc, son intérêt s'oriente de la jurisprudence vers les lois du mouvement et il commence à réfléchir sur les règles du choc. Ces idées le amèneront à écrire la *Theoria Motus Abstracti* et l'*Hypothesis Physica Nova* en 1671. Sa rencontre avec les autres physiciens de son époque ne se tarde pas. Leibniz qui est allé à Paris en 1672 fait connaissance avec Huygens et est enseigné par lui. Il lit en 1673 la *Mechanica sive de motu tractatus geometricus* (1671) de John Wallis et le *Traité de la percussion ou du chocq des corps* (1673) de Edme Mariotte. (Cf. F, p.45). Il s'émotionne pour les travaux de Mariotte et de Wallis sur l'élasticité. Il rapporte ses idées à Mariotte dans sa lettre datée de juillet 1673 ainsi : « (...) vous allez nous donner des lumieres nouvelles en fait de mechanique, et confirmer par tant d'experiences extraordinaires et surprenantes, ce grand principe du Ressort, qui est la cause veritable de tous les phenomenes du choc de corps, et qui m'estoit tombé dans la pensée, sans avoir la moindre communication ny avec vous, ny avec Monsieur Wallis, qui en a parlé publiquement le premier, à ce que je crois, dans un livre publié presque le même temps que je faisais imprimer en Allemagne mon Hypothese. Comme vous d'autre costé avez trouvé le premier tant d'experiences surprenantes qui en dependent. Je ne connois personne qui en ait parlé que nous trois, l'un sans sçavoir la moindre chose de l'autre; ce que je dis pourtant, sans me mettre en rang avec des personnes de vostre merite; car l'un de vous ayant donné des theoremes subtiles, l'autre des experiences belles avec des solutions bien demontrées, il ne m'en reste rien, que la satisfaction d'avoir rencontré avec Vous pour ce qui regarde l'opinion simple et nue en elle même, sans les ornements dont elle est parée par vos soins » (Lettre à de juillet 1673, A II, i, n.116a, 233).

¹⁸⁰ Leibniz explique ce changement d'idée dans sa lettre à De Volder datée de 1699 par ces mots : « So once, when a youth, in a certain booklet I published, holding matter to be indifferent, in and of itself, to motion and rest, I inferred from this that the largest body at rest ought to be moved by a colliding body, however small, without weakening the colliding body, and from this I inferred rules of motions abstracted from the system of things. Such a world, at any rate possible, in which matter at rest obeys that which puts it in motion without any resistance [renisus] can indeed be imagined, but such a world would be merely chaos. And so, two things on which I always rely here, success in experience and the principle [ratio] of order, brought it about that I later came to see that God created matter in such a way that it contains a certain repugnance to motion, and in a word, a certain resistance, by which a body opposes motion per se. And so, a body at rest resists every motion, and motion, indeed, resists greater motion, even in the same direction, so that it weakens the force of the things that impels it ». (Lettre à De Volder du 24 mars/3 avril 1699, AG, p.172-173). « Itaque olim adolescens edito quodam libello sumens materiam ut indifferentem per se ad motum et quietem, inde colligebam, maximum corpus quiescens moveri debere a minimo quocunque impellente sine impellentis debilitatione, atque inde abstractas a systemate motus regulas colligebam. Et fingi posset sane talis mundus, utique possibilis, in quo materia quiescens motori obediret sine ullo renisu; sed is profecto mundus merum chaos foret. Itaque duo, quibus semper hic nitor, experientiae successus et ratio ordinis, effecere ut postea agnoscerem materiam ita a Deo creatam ut ei insit quaedam repugnantia ad motum, et, ut uno verbo enuntiem, resistentia, qua corpus per se motui obsistat, atque

possède en main le principe métaphysique qui sert à réduire toute la mécanique à la géométrie pure. Il lui reste seulement de faire certaines expériences et d'essayer d'obtenir les règles du choc en partant de ce principe métaphysique. Car le dessein de Leibniz est de fonder toutes les règles du choc sous la dépendance du principe de conservation de la force qui est dérivé de ce principe métaphysique. Mais il tâche de faire ça en gardant les principes de conservation de la vitesse relative et de la translation du centre commun de gravité. Le *De corporum concursu* daté de 1678 sera dans ce sens un catalogue d'expérience et les problèmes qui s'est posés tout au long du texte pendant qu'il essaie de concilier les principes relatifs de conservation avec le principe de conservation de la force, lui ouvriront la voie pour sa dynamique.

Chapitre III

La Reformatio

Nous pouvons dire que l'élément principal qui constitue la dynamique de Leibniz est le concept de force et une conception du corps et du mouvement fondée sur celui-ci. En effet, au point de vue de la philosophie de Leibniz, il s'agit de substituer le principe de conservation de la force à celui de conservation du *conatus* et donc de construire une nouvelle conception de corps fondée sur la force au lieu de celle de corps qui maintient le *conatus*. Bien entendue, les lois du mouvement fondées sur la conservation de la force se substituent aux celles qui dérivent de la doctrine de *conatus*.¹⁸¹ En fait, toutes ces transformations sont impliqués dans le passage de la conception purement géométrique de la physique à sa conception métaphysique dont nous avons parlé plus haut. Nous pouvons dire qu'il faut admettre pour la naissance de la dynamique de Leibniz la date où il substitue le principe de la conservation de la force estimée par mv^2 au principe cartésien de conservation. C'est pourquoi il convient d'admettre la date de 1678 où il a déterminé pour la première fois « mv^2 » comme la formule de la force et il a remplacé le principe cartésien de la conservation de la quantité de mouvement par le principe de conservation de la force mesurée par « mv^2 » comme la date où Leibniz a établi les

¹⁸¹ L'idée qu'il faut se conserver en quelque manière le mouvement ou la cause qui le produit, n'importe comment on appelle, soit *conatus*, soit *impetus*, soit *vis*, résulte du besoin de fournir la perpétuité du mouvement dans l'univers. Car il y a un transfert permanent du mouvement entre les parties de la matière et les corps qui s'entrechoquent sans arrêt. Il faut que le mouvement ou quelque chose contenue dans lui soit conservé, c'est-à-dire l'univers des corps mouvants doit être conservateur en quelque manière, pour que l'univers ne tombe pas au repos et il ne devienne pas un rien ou pour qu'il y n'y ait pas un mouvement perpétuel mécanique et l'univers ne devienne pas un chaos au cours de ce transfert. Selon Descartes la chose conservée est la quantité de mouvement et cette conservation dépend de l'immutabilité de Dieu. Ce qui crée la matière avec le repos et qui y conserve la même quantité de mouvement, c'est Dieu. (*Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art.36, p.83). D'autre part Leibniz met la conservation de *conatus* à la place de la conservation de mouvement dans sa physique initiale. Les *conatus*, en composant, causent le repos ou un mouvement retardé. Dans ce cas il s'agit du risque de la destruction du mouvement dans l'univers. Mais, en effet la chose qui semble se perdre dans la composition des mouvements est conservée par la *mens* : la *mens* du corps reproduit le *conatus* à chaque instant, et donc elle fournit la perpétuité du mouvement. Leibniz raisonne que dès la découverte du principe de l'équivalence de la cause et de l'effet ce qu'il faut se conserver dans l'univers doit être la force. Et il la réfère non seulement à la vitesse mais aussi à la masse.

fondements de sa dynamique.¹⁸² Leibniz nommera *reformatio* cette découverte de la nouvelle formule, proprement dit, sa thèse selon laquelle la force est différente de la quantité du mouvement; mais il attendra l'année de 1686 pour l'annoncer publiquement.¹⁸³ En fait, il avait rencontré bien auparavant la formule en question dans un article d'Huygens de 1669.¹⁸⁴ Cependant l'adoption de cette formule par Leibniz et la naissance de la réforme ne pouvaient se faire qu'après qu'il ait admis la nécessité de tenir compte de l'expérience pour établir les lois du mouvement et qu'après qu'il ait trouvé un principe adéquat pour les en dériver.

Dès 1676 Leibniz défend la conservation de la force dans tous les changements selon le principe métaphysique de l'équivalence de la cause et de l'effet qui sous-tend la mécanique. Chaque espèce de changement est la production d'un effet par une cause, c'est-à-dire le passage d'un état à l'autre. L'équivalence entre la

¹⁸² En effet Leibniz commence d'utiliser dès 1690 le concept de *dynamique* caractérisé comme la science de la force. Mais on peut donner à la dynamique un sens plus large englobant le processus qui a amené Leibniz à l'utiliser ce concept. En ce sens extensif, la dynamique s'entend comme doctrine de force qui a commencée à se former dès que la force était formulée en mv^2 . C'est pourquoi il convient de admettre le *De corporum concursu* de 1678 où Leibniz a formulé la force en mv^2 et où il a remplacé la conservation de la quantité de mouvement par la conservation de la force, pour le texte où sa dynamique apparaît premièrement. (Cf. F, p.51).

¹⁸³ Dans le *De corporum concursu*, Leibniz calcule au départ la force de même que la quantité cartésienne de mouvement, c'est-à-dire le produit de la vitesse par la grandeur, et ensuite au cause de quelques problèmes, en renonçant ceci il change la formule de la force en mv^2 et il caractérise ce changement par la réforme. Il annonce au public premièrement en 1686 dans son article *Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii* que la force et la quantité du mouvement ne sont pas identiques.

¹⁸⁴ L'article de Huygens *Règles du mouvement dans le rencontre des corps* déjà publié dans *Journal des sçavans* du 18 mars 1669 dont Leibniz prend connaissance la version latine dans *Philosophical Transactions* d'avril. Sept règles du choc constituées en accord avec l'expérience se trouvent dans cet article. Huygens y fait opposition aux règles cartésiennes du choc. Les règles de Huygens sont en accord avec l'expérience autant qu'ils tombent la contradiction avec celles de Descartes. Par exemple tandis que la quatrième règle du choc de Descartes indique qu'un corps, quelque vite qu'il soit, ne peut pas se mettre en mouvement un corps plus grand en repos et que après le choc le corps heurtant est répercuté (*Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art.49, p.90-91), le troisième règle d'Huygens s'oppose à celle-ci : « Un corps, quelque petit qu'il soit et quelque peu de vitesse qu'il ait, en rencontrant un autre plus grand qui soit en repos, lui donnera quelque mouvement » (Christiaan Huygens, *Œuvres Complètes*, publiée par la Société hollandaise des Sciences, La Haye, VI, p. 384). De plus, Huygens dénonce que la quantité cartésienne de mouvement ne se conserve pas dans le cinquième règle de Descartes : « La quantité du mouvement qu'ont deux corps durs se peut augmenter ou diminuer par leur rencontre, mais il y reste toujours la même quantité vers le même côté, après qu'on soustrait la quantité du mouvement contraire » (*Ibid.*, p.385). A l'opposé à Descartes, comme Huygens considère le mouvement avec sa direction, il énonce que la quantité du mouvement se conserve avec sa direction dans cette règle. Donc, ce qui se conserve est mv mais non pas mv^2 comme admettent les cartésiennes. Leibniz adoptera ce principe de conservation d'Huygens des 1678 et il le nommera « conservation de la direction totale ». La formule posée dans le sixième règle par Huygens sera aussi acceptée des 1678 par Leibniz et elle sera la formule principale de sa dynamique : « La somme des produits faits de la grandeur de chaque corps dur, multiplié par le carré de sa vitesse, est toujours la même devant et après leur rencontre » (*Ibid.*, p.385). Tandis que la formule en mv^2 ne signifie qu'une valeur qui reste sans changer au cours du choc pour Huygens, Leibniz l'appellera *force vive* (*vis viva*) et il la s'appropriera comme une constante universelle qui se substitue à la quantité cartésienne de mouvement.

cause et l'effet, c'est-à-dire entre l'état précédent et l'état suivant se base sur l'identité de leur force. Alors ce qui change ici, ce n'est pas la quantité de la force mais sa situation (*situs*). Comme l'augmentation ou la diminution de la force donne naissance aux conséquences absurdes comme le mouvement perpétuelle mécanique et le repos perpétuel naturel, il faut la se conserver toujours la même quantité.¹⁸⁵ En somme, il est possible de comprendre tous les changements, à savoir le passage d'un état à l'autre, comme le changement de situation (*situs*) de la force, mais non pas comme un changement de quantité. Tout comme un fil de même longueur peut être plié de manières différentes.

Comment on doit mesurer la longueur de ce fil, c'est-à-dire la quantité de la force, qui reste la même dans tous les changements ? Il faut que la force apparaisse pour qu'elle puisse être mesurée. L'apparition de la force dépend de son changement de situation. Bref, il s'agit de la transformation de la cause en l'effet et de la transformation de l'effet en un autre effet ou de nouveau en la cause qui l'avait produit. Voilà que l'on peut mesurer la force grâce aux ces transformations. Quand la force change sa situation, un effet se transforme en l'autre ou la cause se transforme en son effet. La cause produit son effet par la force qu'elle possède, et ainsi la force se rend elle-même visible dans l'effet produit par la cause. Comme la cause et l'effet possèdent la même force en vertu du principe, l'effet produit par la cause peut être pris comme la mesure de la force qui lui appartient. Donc, le principe de l'équivalence de la cause et de l'effet permet de définir la force comme « la quantité de l'effet » et il la rend mesurable par son effet.

De ces considérations, il s'ensuit que la force est une quantité potentielle mesurée par l'effet qu'elle produira au futur. Il convient de mesurer la force d'un corps en mouvement non pas par sa vitesse à présent mais par l'effet futur qu'il pourrait produire du fait de sa vitesse, par exemple par l'hauteur à laquelle il pourra s'élever en consommant cette vitesse. Car la formule de la force change selon que la force d'un corps en mouvement soit mesurée par sa vitesse ou par la hauteur à

¹⁸⁵ « *In omni motu eadem semper vis servatur. (...) Si augetur vis, haberetur motus perpetuus artificialis; si minueretur vis, haberetur denique quies perpetua naturalis. Utrumque absurdum* ». (*De corporum concursu, Scheda Prima*, F, p.71). Leibniz ne fonde pas la loi de conservation sur l'immutabilité de Dieu comme le fait Descartes, il la réfère à l'impossibilité du mouvement perpétuel mécanique et du repos perpétuel.

laquelle il peut s'élever en consommant cette vitesse.¹⁸⁶ Bien que Leibniz ait découvert déjà en 1676 le principe de l'équivalence de la cause et de l'effet, il prend du temps qu'il détermine l'effet, qui sera la mesure de la force, comme l'hauteur à laquelle un corps en mouvement peut s'élever, et par là qu'il calcule sa formule comme mv^2 . Car au début il prend la force et la quantité cartésienne de mouvement pour la même chose et il l'estime comme le produit de la vitesse scalaire du corps par sa grandeur.¹⁸⁷ Le *De corporum concursu* est un texte remarquable parce qu'il nous permet de suivre la voie qui conduit Leibniz à la nouvelle formule de la force. Dans ce texte Leibniz substitue pour la première fois à la conservation de la quantité de mouvement la conservation de la force mesurée par « mv^2 ». D'où l'on peut dire que le *De corporum concursu* est le texte qui initie la construction de la dynamique comme la science de la force.

Le *De corporum concursu* est composé de dix parties. Ici, Leibniz essaie d'établir, en tenant compte de tous les cas de rencontre, les règles générales concernant le choc des corps de diverses grandeurs, vitesses et directions. Dans le

¹⁸⁶ Leibniz fait une distinction ultérieurement entre les effets et il nomme l'effet qui doit être utilisé pour mesurer la force absolue *effet violent*. *L'effet violent* est un effet qui consomme la force, cet effet est produit par la consommation de la force (*Essay de Dynamique*, GM VI, p.218) Cependant l'effet conserve cette force en vertu du principe de l'équivalence de la cause et de l'effet, à savoir il peut reproduire la cause qui l'a produit. *L'effet violent* est un effet tel que l'hauteur à laquelle un corps peut s'élever en consommant son mouvement ou un effet tel que la compression d'un ressort. Dans ces cas, toute la force du corps est transférée à l'hauteur ou au ressort. L'avancement d'un corps avec une vitesse constante dans une ligne horizontale ne peut pas être un effet de cette sorte. Parce que la force reste la même dans ce cas, elle ne se consume pas de façon à nous permettre de la mesurer mais à l'inverse elle se conserve. Considérer la force d'un corps en mouvement comme proportionnelle à sa vitesse qu'il possède dans un instant déterminé, nous entraîne infailliblement à mesurer la force comme la quantité de mouvement. Or si l'on mesure la force du corps par l'effet qu'il pourrait produire en consommant cette force, on trouve la mesure absolue de la force. Car toute force du corps est transférée à cet effet produit. Citons les énoncés qui se trouvent dans le *Specimen Dynamicum* (1695) concernant ce sujet : « *By 'effect' here I understand not any arbitrary effect, but one for which the force has to be expended or one in which has to be consumed, an effect which one can therefore call violent. This kind of effect is unlike the effect a heavy body traversing a perfectly horizontal plane produces, since the same force always remains when such an effect is produced. Although we might have obtained this way of estimating forces of ours even from such an effect, properly called a harmless effect, so to speak, we shall set such effects aside for now. Moreover, I have chosen from among violent effects the one which is most conducive to homogeneous division, that is, the one most capable of being divided into similar and equal parts, as in the ascent of a body endowed with heaviness. For the elevation of a heavy body by two or three feet is precisely double or triple the elevation of the same body by one foot, and the elevation of a heavy body, double in size, by one foot is exactly double the elevation of a single heavy body to a height of one foot. As a result, the elevation of a heavy body, double in size, by three feet is precisely six times the elevation of a single body by one foot* ». (*Specimen Dynamicum*, I^e partie, AG, p.127).

¹⁸⁷ On voit que Leibniz a estimé la force comme la quantité de mouvement dans les textes de 1677 et dans les premières parties du *De corporum concursu*. (Voir F, *Appendice I* et *De corporum concursu Scheda prima- Scheda septima*).

fondement de ces règles se trouve toujours le principe de conservation de la force. D'après ce principe la force totale avant et après le choc doit rester identique. C'est-à-dire, les mouvements résultants des corps après le choc, n'est rien d'autre qu'une différente redistribution de la force totale calculée par les mouvements des corps avant le choc. Alors que le principe de conservation de la force sous-tendant ces règles reste la même au long du texte, la formule de la force change dans la huitième partie. Leibniz appelle ce changement *reformatio* et il ajoute quelques commentaires et ajustements sur les parties antérieures à la lumière de la nouvelle formule.

Au long du texte, on traite successivement des cas (*cāsus*) divers de rencontre des corps selon ses degrés de difficulté et on essaie de déterminer leurs mouvements après le choc. Les cas en question varient d'après les grandeurs et les mouvements des corps qui se rencontrent. On analyse généralement des cas où l'un des corps est en repos ou bien des cas où l'un et l'autre se déplacent dans le même sens. D'abord on fait les calculs pour les cas où les corps continuent à se mouvoir dans la même direction après le choc, à savoir pour les cas où il n'y a point de rejaillissement, et ensuite pour les cas où il y a du rejaillissement, c'est-à-dire pour les cas où les corps se meuvent en sens contraire. Leibniz essaie de résoudre les problèmes qui se posent dans les calculs concernant les cas où il y a du rejaillissement, en tenant compte de la force élastique.¹⁸⁸ L'intégration de la force élastique aux équations du choc occasionne une possibilité d'établir une comparaison entre les calculs et l'expérience. Et ainsi, Leibniz fait l'expérience du pendule qui constitue les possibilités et les conditions de la réforme. Examinons d'abord la doctrine où la force élastique n'est pas encore introduit dans les équations.

Dans la première partie Leibniz caractérise le choc en tant que le conflit des forces : « *Quand deux puissances inégales sont en conflit, le corps plus puissant doit alors parvenir davantage à l'effet auquel il tendait que l'autre corps plus faible* ». ¹⁸⁹

¹⁸⁸ L'élasticité (Leibniz la nomme *percussio*) fournit la séparation des corps l'un de l'autre. En l'absence de l'élasticité, les deux corps concourant s'avanceraient ensemble avec une vitesse commune après le choc. Par conséquent le rejaillissement des corps au moment du choc vient de l'élasticité. Leibniz réfère l'élasticité à une force et dénomme cette force qui fait les corps s'éloigner l'un de l'autre après le choc la *vis percussiois* ou la *vis elastica*. (*De corporum concursu*, F, *Scheda Decima* et *Scheda Sexta*, p.111-117).

¹⁸⁹ *Ibid.*, *Scheda Prima*, en français p.187, en latin p.71. Cette expression rappelle la troisième loi de la nature que Descartes explique dans *Les Principes* : « *Si un corps qui se meut en rencontre un autre plus forte que soi, il ne perd rien de son mouvement, et s'il en rencontre un plus faible qu'il puisse mouvoir, il en perd autant qu'il lui en donne* ». (*Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art.

On juge combien les corps sont puissants selon ses grandeurs et ses mouvements. Les corps plus puissants sont plus capables au point de vue de produire ses effets (entraîner, répercuter, arrêter etc.) dans le choc que les corps plus faibles. Par exemple la force d'un corps en repos est déterminée par sa grandeur, parce qu'il résiste d'autant sa grandeur à un corps qui le choque. Si un corps plus grand choque un corps plus petit en repos, le corps choquant entraîne l'autre avec lui; si le corps choquant est plus petit, il est répercuté par le corps choqué et si un corps choque un autre corps égal en repos, il est arrêté par celui-ci. Dans le cas où les corps sont tous les deux égaux et aussi en mouvement, on juge que le corps est plus vite est aussi plus puissant.¹⁹⁰

Selon Leibniz, le cas le plus simple de rencontre des corps est le choc de corps égaux. Dans la rencontre, l'un de ces deux corps égaux pourrait être en repos ou tous les deux pourraient se mouvoir dans le même sens ou en sens opposé. Après le choc de corps égaux il a lieu toujours une permutation des vitesses et des directions.¹⁹¹ Dans le choc de corps inégaux, on ne prend pas en considération le choc de sens contraire, mais on ne considère que les cas où l'un des corps est en repos ou tous les deux se déplacent dans la même sens. Parmi tous ces cas, excepté celui du choc de corps égaux, ce qui est le plus simple, c'est le cas où un corps plus grand atteint un corps plus petit en repos, ou le cas où un corps plus rapide et plus grand atteint un corps plus lent et plus petit qui se déplace devant lui. Ici le corps

40, p.86). D'après Descartes, les corps possèdent à la fois la force pour agir et la force pour résister. Il fonde ces forces sur la première loi de la nature qui manifeste que chaque chose s'efforce de demeurer en même l'état où elle se trouve. (*Ibid.*, art.43, p.88). Afin de déterminer comment les corps changent les mouvements les uns des autres au cours du choc, il faut calculer combien il y a de force en chacun des ces corps. Celui qui a plus de force exerce toujours son effet et empêcher celui de l'autre. (*Ibid.*, art.45, p.89). Descartes ne donne pas la formule de cette force explicitement mais il précise les indices que l'on doit considérer pour la déterminer : « *On doit juger de la quantité de cette force par la grandeur du corps où elle est, et de la superficie selon laquelle ce corps est séparé d'un autre, et aussi par la vitesse du mouvement..., les façons contraires dont plusieurs divers corps se rencontrent* » (*Ibid.*, art.43, p.88). Leibniz établit les règles du choc dans les premières parties du *De corporum concursu* à partir d'une approche pareille sans le préciser explicitement. Pour lui aussi le fait que les corps soient puissants ou faibles dépend de ses grandeurs ou ses vitesses. Dans le texte nous voyons que Leibniz admet désormais que les corps résistent au mouvement d'autant ses grandeurs, c'est-à-dire que la grandeur joue le rôle dans le choc.

¹⁹⁰ *De corporum concursu*, F, *Scheda Prima*, en français p.187-190, en latin p.71-72.

¹⁹¹ *Ibid.*, *Scheda Prima*, en latin p.73, en français p.192. Par exemple, si l'un des corps est en repos, le corps heurtant restera en repos en transférant toute sa force à l'autre, le corps heurté en repos auparavant se mettra en mouvement avec la même vitesse du corps heurtant comme leur grandeurs sont égales. (*Ibid.*, *Scheda Prima*, en français p.188-189, en latin p.71-72). La conservation de la quantité de mouvement, de la translation du centre de gravité et de la vitesse relative, toutes les trois sont satisfaites dans le choc de corps égaux, quelles que soient les vitesses et les directions des corps. L'incompatibilité entre les principes apparaîtra dans les cas où les déplacements avant et après le choc des corps inégaux ne sont pas dans la même sens.

plus grand, en transférant toute sa vitesse (non pas toute sa force) au corps plus petit, l'entraîne avec lui. Quant au corps plus grand choquant, il continue d'avancer après la choc dans la même direction et avec la vitesse résiduelle (*celeritas residua*) calculée selon la conservation de la force.¹⁹² En dernier, Leibniz traite des cas où un corps plus petit corps atteint un autre corps plus grand. Ici, il est possible que le corps plus grand soit en repos ou se déplace plus lentement devant le corps plus petit. Si le plus petit choque un corps plus grand en repos, il est repoussé en transférant une partie de sa force au plus grand. Car s'il choquait un corps égal en repos, il serait arrêté par lui et transférerait toute sa force à l'autre corps. Or cette fois comme il choque un corps plus grand, il est plus empêché, et donc il est non seulement arrêté mais aussi repoussé par lui. Même si le corps plus grand choqué n'était pas en repos mais il se déplaçait plus lentement devant lui, tout arriverait la même manière selon Leibniz et le plus petit serait repoussé encore.¹⁹³

Les calculs de Leibniz concernant les vitesses résultantes sont fondés essentiellement sur le principe de conservation de la force.¹⁹⁴ Mais dans le texte, en

¹⁹² *Ibid.*, *Scheda Prima*, en latin p.74-76, en français p.193-195.

¹⁹³ *Ibid.*, *Scheda Secunda*, en latin p.81, en français p.203.

¹⁹⁴ Leibniz profite aussi des lemmes et méthodes divers pour déterminer les mouvements des corps après le choc. L'une de ces méthodes est *la méthode du bateau* que Huygens utilise en établissant le principe de relativité. Le principe de relativité indique que le résultat du choc de deux corps entraînés par un mouvement commun ne devient pas différemment à cause de ce mouvement commun. Ce qui détermine les résultats du choc, c'est le mouvement de deux corps relatif l'un vers l'autre. Par conséquent, un choc qui se fait sur un bateau apparaîtrait à un observateur qui se trouve sur ce bateau comme si le mouvement du bateau n'avait pas lieu. De même que le mouvement du monde qui ne change pas nos observations. (Cf. F, p:28). A partir de ce méthode Leibniz suppose que le choc ait lieu sur un bateau. Les même apparences résultent après le choc dans la situation vraie que celles qui en résulteraient sur le bateau. Pourtant Leibniz ne recourt qu'à cette méthode dans le cas où les deux corps se meuvent dans la même direction avant et après le choc, c'est-à-dire dans le cas où il n'y a pas de rejaillissement. Il s'agit des cas où l'un corps heurte un autre corps plus petit ou égal qui se déplace plus lentement devant lui. Si les corps sont égaux, ils s'avancent après le choc dans la même direction en échangeant leurs vitesses initiales : « *Quand de deux corps, l'un plus lent précède et l'autre plus rapide suit, on peut les imaginer portés par un bateau qui se déplace dans la même direction d'un mouvement qui soit celui du corps plus lent qui précède; sur le bateau, le plus lent serait en repos, mais le plus rapide y serait mû d'un mouvement qui serait la différence des vitesses des deux corps (...)* Sous les mêmes suppositions, si les deux corps étaient égaux, ils progresseraient en échangeant leurs vitesse. Cela se démontre manifestement par la précédente. Car sur le bateau, le corps atteignant un corps égal en repos lui donne toute sa vitesse et reste lui-même en repos si on le considère isolément ; mais en outre il est porté par le mouvement du bateau, et donc il n'est plus porté maintenant que par le mouvement par lequel le plus lent était porté auparavant ; mais ce plus lent lui-même est maintenant porté d'un mouvement plus rapide, précisément d'un double mouvement, puisqu'il est porté à la fois par le mouvement du bateau et par le mouvement reçu du plus rapide » (*Ibid.*, *Scheda Prima*, en français p.191, en latin p.72). Le premier lemme (*lemma*) auquel Leibniz recourt dans le texte est une proposition qu'il a rencontré déjà chez Mariotte. L'assertion de Mariotte dans la proposition 20 du *Traité de la percussion* est comme ci-dessous : Si deux corps élastiques choquants, se choquent encore un fois avec les vitesses acquises par le choc, ils reprendront après ce second choc la même vitesse propre que chacun avait avant le premier choc. (E. Mariotte, *Traité de*

plus du principe de conservation de la force nous voyons les deux principes de conservation que Leibniz avait rencontré déjà dans les écrits de Huygens et Mariotte : la conservation du déplacement du centre commun de gravité (ou de la direction totale) et la conservation de la distance (ou de la vitesse relative). Comme au début Leibniz tient la force et la quantité de mouvement comme identique, il calcule les mouvement des corps après le choc, c'est-à-dire les vitesses résultantes, de manière à conserver la quantité de mouvement. Et de plus, pendant que Leibniz fait des calculs concernant les cas où le corps plus grand heurte un autre corps plus petit devant lui, soit qu'il est en repos, ou qu'il le précède plus lentement, il observe que le déplacement du centre commun de gravité des corps et la distance des corps entre eux pour un intervalle déterminé de temps, c'est-à-dire leur vitesse relative, restent la même avant et après le choc.¹⁹⁵ Cependant, dans les cas où un corps plus petit heurte un corps plus grand devant lui qui est en repos ou le précède plus lentement, c'est-à-dire dans les cas où il s'agit du rejaillissement, les calculs présentent quelques incohérences. Car le déplacement avant et après le choc du centre commun de gravité des corps et la distance des corps entre eux avant et après le choc ne sont pas conservés dans les cas où il y a du rejaillissement.¹⁹⁶ Leibniz a pour but de concilier ces deux principes relatifs de conservation avec le principe de conservation de la force qu'il conçoit comme le principe absolu de conservation. Mais il est évident que cette conciliation ne peut pas fonctionner pour chaque cas du choc tant qu'il tient la force pour la quantité de mouvement. Par conséquent Leibniz déclare initialement l'invalidité des principes relatifs sous la supposition de conservation de la quantité de mouvement. Cependant par la réforme il corrige sa faute initiale en renonçant à considérer la quantité de mouvement comme la force : « *Cette feuille conclut correctement que la translation du centre de gravité ou la distance ne peuvent rester les mêmes, si on suppose la quantité de mouvement toujours la même. Mais absolument parlant, elle conclut à tort que distance et translation du centre ne se conservent pas, car l'hypothèse cartésienne de la*

la percussio, Première Partie, prop. 20, p.122 ; cité par F, p.202). Ce lemme fondé sur ce que l'effet peut reproduire sa cause, se trouve dans le *De corporum concursu* par ces paroles : « *Si on conçoit que deux corps s'écartant l'un de l'autre après le concours reviennent au lieu du concours avec la même vitesse que celle avec laquelle ils se séparent, alors la situation reviendra à la suite de ce nouveau concours à l'état qui existait avant le premier concours* » (*De corporum concursu*, F, *Scheda Secunda*, en français p.202, en latin p.80).

¹⁹⁵ *De corporum concursu*, F, *Scheda Prima*, en latin p.74-79, en français p.193-198.

¹⁹⁶ *Ibid.*, *Scheda Secundo-Secunda*, en latin p.89, en français p.208-210.

conservation de la quantité de mouvement est fausse ». ¹⁹⁷ La conciliation en question ne sera effectuée qu'après mesurer la force par « mv^2 » au lieu de « mv ». ¹⁹⁸

Le changement dans la formule de la force, c'est-à-dire la *reformatio*, dépend de ce qu'on considère différemment l'effet qui sera la mesure de la force. Dans les sept premières parties, Leibniz considère cet effet comme la vitesse du corps mouvant sur un plan horizontal. C'est pourquoi il tient la force et la quantité cartésienne de mouvement comme identique et il l'estime comme mv , c'est-à-dire comme le produit de la grandeur du corps par la vitesse scalaire. ¹⁹⁹ Mais l'inconciliation entre les principes relatifs et le principe de conservation de la quantité de mouvement amène Leibniz à développer une autre théorie du choc. Dans la première théorie du choc on admettait qu'un corps en mouvement pouvait être repoussé du fait de la résistance du corps qu'il rencontre. Mais, bien que ce rejaillissement joue un rôle dans la détermination des mouvements des corps après le choc, la cause du rejaillissement, c'est-à-dire l'élasticité, n'est pas ajoutée, en tant qu'un élément, aux équations concernant les calculs des vitesses résultantes. Dès la cinquième partie, Leibniz tente de développer une seconde théorie qui est fondée elle aussi sur la conservation de la quantité de mouvement, mais il essaie cette fois d'intégrer la donnée de la réflexion mutuelle des corps venant de leur structure élastique en tant que *vis percussio* dans les équations du choc. ²⁰⁰ Ainsi il essaie pour la première fois d'unifier dans une même formule le point de vue abstrait et le point de vue concret que l'*Hypothesis Physica Nova* et la *Theoria Motus Abstracti* présentaient et conciliaient seulement par une hypothèse.

L'intégration de la force élastique dans les équations du choc donne lieu de faire une confrontation entre le calculable et l'observable. En considérant cette possibilité Leibniz confronte dans la sixième partie, sous forme de tableau, des calculs théoriques acquis par la mise en équation de la force élastique avec des

¹⁹⁷ *Ibid.*, *Scheda Secundo-Secunda*, en latin p.89, en français p.210.

¹⁹⁸ *Ibid.*, *Scheda Secundo-Sexta*, en latin p.137, en français p.271.

¹⁹⁹ « *Vis est quantitas effectus, sive quad hinc sequitur factum ex quantitate corporis ducta in quantitatem velocitatis* » (*Ibid.*, *Scheda Prima*, p.71).

²⁰⁰ Le mot de percussio (*percussio*) désigne pour Leibniz l'effet de l'élasticité. Il faut donc comprendre la force de percussio comme la force élastique. Leibniz a traité auparavant du choc des corps sans tenir compte de l'élasticité, mais dès la cinquième partie il essaie d'intégrer la force élastique aux équations. A la fin de cet effort, la formule de la force élastique s'insère dans les équations et elle a part à déterminer la vitesse résultantes.

résultats d'une expérience faite à l'aide d'un dispositif du pendule.²⁰¹ Leibniz remarque ici une disparité entre des résultats de l'expérience et les calculs obtenus par les formules : la quantité de mouvement venant du résultat de l'expérience est moins que la quantité de mouvement obtenue par les calculs. Leibniz note ce perdu en tant que *vis perdit*a et le réfère au début au fait que les corps en bois utilisés dans l'expérience ne sont pas assez élastiques. Donc, gardant sa croyance pour la conservation de la quantité de mouvement il déclare la faillite des principes relatifs qu'il a rencontré chez Huygens et Mariotte : « *Par ces expériences les systèmes de Huygens, Wren, Wallis et Mariotte sont donc renversés* ». ²⁰² Mais après le réforme, il avoue que sa faute fondamentale est d'identifier la force et la quantité de mouvement et il fait un nouveau tableau suivant la nouvelle formule de la force. Ainsi la conciliation entre les principes relatifs et le principe de la conservation de la force est fournie et les principes d'Huygens et de Mariotte acquièrent leur validité universelle aux yeux de Leibniz. Après la reforme il poursuit la note cité ci-dessus de la manière suivante : « *Je vois maintenant en quoi il y a ici erreur. En effet il ne faut pas estimer la force dans le corps par la vitesse et la grandeur du corps, mais par la hauteur d'où il descend. Or les hauteurs d'où les corps sont descendus sont comme les carrés des vitesses cherchées. Et donc aussi les forces, si on prend les mêmes corps. De manière générale, les forces sont en raison composée de la raison simple des corps et de la raison doublée des vitesses. Deux corps sont ainsi de forces égales non, comme on pense ordinairement, quand les vitesses sont réciproquement comme les corps, mais quand les carrés des vitesses sont réciproquement comme les corps.*

²⁰¹ L'expérience est faite à l'aide de deux pendules suspendus à deux points qui se trouvent sur la même ligne horizontale. Les corps de bois durs suspendus à la fil se touchent quand ils sont en repos à la perpendiculaire. On laisse tomber l'un des corps d'une hauteur déterminée à la verticale et fait percuter l'autre. Les fils du pendules sont divisés en parties 100 et sont marqués par les nombres carrés de 100, 81, 64, etc. jusqu'à 1. Par ces nombres marqués on mène des lignes parallèles qui coupent les quarts de cercle le long desquels oscillent les deux pendules en des points auxquels on va assigner les racines des nombres carrés de 10 à 1. Selon la loi de Galilée les vitesses acquises des corps descendant des points 100,81,64, etc. seraient comme 10, 9, 8, etc. De plus par exemple un corps ayant une vitesse comme 8 -en faisant abstraction de la résistance de l'air- peut monter jusqu'à la hauteur 64. On peut donc mesurer la vitesse du corps choquant à la perpendiculaire avant le choc par la hauteur de descente. Quant aux vitesses résultantes après le choc, on peut les mesurer par les hauteurs auxquelles les deux corps peuvent monter après le choc. Leibniz fait l'expérience pour différentes hauteurs de descente du corps choquant et selon proportions diverses de grandeurs des corps entrechoquant. Il compose le tableau (1) en calculant les vitesses résultantes après le choc selon des formules obtenues auparavant (2) en les mesurant selon l'expérience. D'ailleurs il note l'écart entre les résultats de l'expérience et les calculs. (*Ibid.*, *Scheda Secundo-Sexta*, en latin p.130-137, en français p. 266-268). Voir *Annexes* pour la figure du dispositif du pendule et pour les tableaux de l'expérience.

²⁰² *Ibid.*, *Scheda Secundo-Sexta*, en latin p.134, en français p.268.

D'où il paraît que la même quantité de mouvement ne se conserve pas, mais seulement la même force ». ²⁰³

Mais comment Leibniz s'est aperçu que la mesure de la force était fautive et comment il a décidé de la mesurer à partir de l'hauteur d'où un corps tombe ou à laquelle il peut s'élever en consommant sa vitesse ? Nous pouvons ici avancer que le dispositif du pendule, en inspirant la prise de l'hauteur pour l'effet qui sera la mesure de la force, permet de comprendre la *vis* ou *potentia* différemment de la quantité de mouvement. Car le dispositif du pendule est un modèle parfait pour le principe d'équivalence de la cause et de l'effet. Le dispositif nous fournit une représentation empirique de ce principe métaphysique : la cause, c'est-à-dire l'état précédent, est représenté comme les hauteurs d'où deux pendules tombent via leurs gravités pour acquérir leurs vitesses du choc; l'effet, c'est-à-dire l'état suivant, est représenté comme les hauteurs auxquelles ils peuvent s'élever via même leurs gravités en consommant leurs vitesses après le choc. L'équivalence de la cause et de l'effet peut être facilement déterminée par la confrontation des hauteurs avant et après le choc. En conséquence Leibniz parvient à la nouvelle formule qu'il dénomme *reformatio*, grâce au principe de l'équivalence de la cause et de l'effet qui affirme que la force doit être mesurée par son effet, avec dispositif du pendule qui lui permet de déterminer que les corps pesants acquièrent et perdent leurs vitesses du choc proportionnellement à l'hauteur, et grâce à la loi de la chute libre de Galilée qui donne la formule de la proportion entre l'hauteur et la vitesse acquise.

Il ne nous faut pas oublier que Leibniz n'a pas changé sa définition de la force pendant qu'il obtient la formule nouvelle de la force. Il la définit comme la quantité de l'effet dès le commencement du *De corporum concursu*. ²⁰⁴ Cette définition de la force et sa conservation viennent du principe de l'équivalence de la cause et de l'effet et selon Leibniz ce principe est l'axiome fondamental de la métaphysique auquel tout mécanique est subordonnée. Si nous nous souvenons, au début, la force était identifiée avec la quantité de mouvement et elle était mesurée comme *mv*. Ici nous pouvons dire que l'effet qui permet de mesurer la force est pris comme le mouvement du corps dans l'horizontal. Par conséquent, si l'on considère le

²⁰³ *Ibid.*, *Scheda Secundo-Sexta*, en latin p.134, en français p.269-270.

²⁰⁴ *Ibid.*, *Scheda Prima*, en latin p.71, en français p.186 ; *Scheda Octava*, en latin p.152, en français p.308.

mouvement avec sa direction, on est obligé à avancer que la force possède une valeur relative. Or Leibniz pense que le mouvement doit être une chose absolue qui échappe à la relativité du mouvement, c'est-à-dire il ne doit pas dépendre de la direction.²⁰⁵ Sinon, dans le choc des corps mobiles de sens contraire, à cause de leurs forces en sens contraire, la force totale peut être moins que leurs propres forces et même elle peut être zéro. Par conséquent, alors que Leibniz formule la conservation de la force, il doit considérer les mouvements propres des corps comme séparés de leurs directions et donc il mesure la force totale en additionnant les valeurs absolues des quantités de mouvement des corps choquant. Dans ce cas, la force correspondra à la quantité cartésienne de mouvement et sa formule sera mv .

Avec l'expérience du pendule faite dans la sixième partie, Leibniz remarque qu'il est possible de prendre l'hauteur comme un effet qui fournit à la force une valeur absolue séparée de la direction. Dès la huitième partie, l'effet qui rend la force mesurable est pris comme l'hauteur à laquelle un corps peut s'élever en consommant sa vitesse dans l'horizontal : « *La force d'un corps en état de mouvement doit être estimée par la hauteur à laquelle il peut s'élever* ».²⁰⁶ Il faut mesurer la force par l'hauteur d'où un corps tombe pour acquérir sa vitesse ou à laquelle il peut s'élever par cette vitesse, mais non pas par la vitesse du corps. Comme la formulation de Galilée : l'hauteur d'où un corps tombe est proportionnelle à la carrée de la vitesse que le corps acquiert en tombant de cet hauteur. Puisque l'effet est l'hauteur d'où un corps peut tomber ou à laquelle il peut s'élever et puisque la force est estimée par son effet, la force du corps sera proportionnelle à la carrée de sa vitesse. Dès cette formule nouvelle de la force Leibniz distingue définitivement la force de la quantité de mouvement. La quantité de mouvement est la « *somme des produits des vitesses par les corps* »; et la force est la « *somme des produits des carrés des vitesses par le corps* ».²⁰⁷ Il tient mv^2 que Huygens considère comme une constante qui est conservée dans le choc, comme la formule nouvelle de la force et il substitue à la conservation de la quantité de mouvement celle de la force. Le problème de relativité qui soulève dans la cas où la formule de la force est mv , disparaît avec la nouvelle formule. Car selon la formule mv^2 , on carre les vitesses des corps quelles que soient

²⁰⁵ « (...) ce qu'il y a absolu dans le mouvement, que j'appelle force ou puissance » (Appendice I, 10/11 juin 1677, F, en latin p.376, en français p.368).

²⁰⁶ « *Hinc vis corporis in motu existentis aestimari debet ex altitudine ad quam ascendere potest* » (De corporum concursu, F, Scheda Octava, en latin p.152, en français p.308).

²⁰⁷ *Ibid.*, Scheda Octava, en latin p.153, en français p.309.

leurs directions, et donc leurs forces ont une valeur absolue, c'est-à-dire une valeur positive.

Dans le *De corporum concursu*, nous voyons que Leibniz introduit dans les lois de mouvement les propriétés à propos du système comme l'élasticité et la gravité, lesquelles dans sa théorie antérieure il n'ajoutait pas à la domaine des lois universelles de mouvement. L'élasticité, en tant que *vis percussiois* et la gravité par son effet qui entraîne l'acquisition et la perte de la vitesse, s'inscrivent dans les équations du mouvement. Les lois de conservation sont basées cette fois-ci sur les effets des phénomènes de Huygens et de Wren, alors qu'ils étaient exclus auparavant. Leibniz obtient donc trois équations de conservation, en tant que les lois de mouvement systématique, qui seront les trois équations fondamentales de sa dynamique dès 1678.

Chapitre IV

Les lois du mouvement *systematique*.

Selon Leibniz les causes essentielles qui déterminent les mouvements des corps dans le système mondial sont la gravité et l'élasticité.²⁰⁸ L'élasticité est la cause de éloignement mutuel des corps après le choc. La gravité, á son tour : (1) La cause qui fait un système isolé au nombre quelconque de corps mouvoir comme un seul tout agrégat (*aggregati*). (2) La cause par laquelle les corps s'approchent et s'éloignent de la terre suivant les lois galiléens. Dans le *De corporum concursu* on voit que les donnés de ces effets entrent dans les équations du choc direct des deux corps. Commençons avec l'élasticité.

Pour Leibniz l'élasticité est la propriété de se restituer d'un corps qui a été modifiée à cause d'un effet quelconque comme la pression, l'impact ou tension. On caractérise l'élasticité comme une force et les corps dotés de cette force sont appelés élastiques. C'est cette force même qui fait que les corps se séparent les uns des autres au cours de l'impact. Dans le choc direct des deux corps, sans l'élasticité, les corps doivent conjoindre et doivent s'avancer ensemble dans la même direction et avec la même vitesse.²⁰⁹ En effet, il en est de même pour les règles du choc de 1671. Les corps ne peuvent rejaillir que dans le *système* où l'élasticité est considérée. Or au regard du mouvement abstrait, après l'impact, les corps s'avancent toujours ensemble et avec la composition géométrique des leurs *conatus*.

Leibniz exécute sa première théorie du choc qui se trouve dans le *De corporum concursu* sans tenir compte la *vis percussio* et il désigne les règles

²⁰⁸ On doit ajouter à ces deux-là la résistance du corps au mouvement due à sa masse, c'est-à-dire l'inertie du corps. C'est la raison pour laquelle mouvoir un corps plus grand est plus difficile que mouvoir le plus petit. Dans le *De corporum concursu* Leibniz, qui tient compte les donnés de l'expérience, accepte sans doute l'inertie du corps, cependant il ne précise pas sa cause. Dans les années ultérieures il alléguera qu'il faut se trouver dans le corps une chose au-dessus et au delà de l'extension pour qu'il y ait une telle résistance en lui-même.

²⁰⁹ *De corporum concursu*, F, *Scheda Sexta*, en français p.245, en latin p.116.

obtenues comme « abstraites ».²¹⁰ Ces règles abstraites valent pour des corps parfaitement durs et susceptibles de rejaillissement. Même si le rejaillissement arrive après le choc, ceci ne résulte pas de l'élasticité mais seulement de la résistance du corps au mouvement.²¹¹ Par exemple dans le cas où un corps plus petit rattrape le plus grand en repos, quelle que soit la vitesse du corps heurtant, il rejaillisse en transférant une partie de sa force au corps plus grand. Ces règles abstraites sont abandonnées et la nouvelle théorie est formée en comptant la *vis percussio*. La cause du rejaillissement de corps est désormais l'élasticité, tout rejaillissement résulte seulement de l'élasticité. La résistance du corps au mouvement du fait de sa grandeur est encore en question, mais celle-ci ne fait pas qu'un corps heurtant rejaillisse, mais seulement le fait perdre plus de force. Voyons comment Leibniz introduit la *vis percussio* dans son système.

Soit le choc de deux corps, l'un en mouvement et l'autre en repos. Si le choc n'est pas un choc élastique, c'est-à-dire les corps concourants sont mous ou dénués de ressort (*elastum*), le corps en mouvement entraînera toujours l'autre en repos avec lui. Le corps heurtant donnera une partie de sa force au corps heurté et après le choc ils s'avanceront ensemble avec une vitesse commune et dans une même direction. Quant à un choc élastique, le corps heurtant ne dépense cette force non pour l'entraînement du corps heurté mais pour le ressort. Comme il est plus facile de mouvoir les parties d'un corps que de le mouvoir, c'est-à-dire de plier son ressort

²¹⁰ *De corporum concursu*, F, *Scheda Secundo-Sexta*, p.139.

²¹¹ Leibniz détermine les règles qui ne considèrent pas l'élasticité dans l'explication de rejaillissement et qui se contentent de la résistance, comme abstraites et les laisse de côté. Pour lui, le rejaillissement est issu de l'élasticité. Dans la lettre à Mariotte datée de juillet 1673 il critique Descartes du fait qu'il a fallu recourir à Dieu pour qu'il n'ait pas pris l'élasticité en considération : « (...) ce que Monsieur des Cartes avoit dit touchant la reflexion des corps ne pouvoit pas assurément, passer pour démontré, par ce que sa supposition, que le mouvement ne se perd pas, est appuyée sur un principe bien foible, et peu digne d'un si grand homme comme luy, sçavoir que la sagesse de Dieu est interessée à ne laisser rien perdre dans le monde. S'il avoit songé à la nature du ressort, il ne se seroit pas servi de ce sacré refuge d'un miracle perpetuel » (A II, i, n.116a, 233-234). Les corps dont Descartes a tenu compte en établissant ses règles du choc sont les corps parfaitement durs. (*Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art.53, p.93). Il explique le rejaillissement au moment du choc par la résistance du corps au mouvement : « Si un corps qui se meut et qui en rencontre un autre, a moins de force, pour continuer de se mouvoir en ligne droite, que cet autre pour lui resister, il perd sa détermination, sans rien perdre de son mouvement ». (*Ibid.*, art.40, p.86-87). Le corps ne peut avancer davantage à cause de la résistance du corps en face et il ne perd que sa détermination sans perdre son mouvement. Descartes allègue que la force pour de continuer de se mouvoir et force pour résister au mouvement consiste en première loi de la nature, pouvant être nommé le principe de inertie, qui proclame que chaque chose demeure en l'état qu'elle est, pendant que rien ne le change. Cette loi même dépend de ce que Dieu maintient l'univers avec la même action et avec les mêmes lois qu'il a utilisé en le créant, c'est-à-dire de l'immutabilité de Dieu. (*Ibid.*, art.37, 40, 42, 43).

(*flectetur seu tendetur*), toute la force qui doit être transférée au corps heurté, est plutôt transférée au ressort.²¹² Par conséquent pour Leibniz *vis percussio* ou *vis elastica* est égale à la force que le corps heurtant transférerait à l'autre en l'absence de l'élasticité. La force transmise au ressort atteint enfin à l'équilibre et quand le corps heurtant ne peut plier davantage le ressort, c'est-à-dire la tension du ressort devient égale à la force transmise, le corps heurtant utilise ce qui lui reste de force - Leibniz désigne celle-ci *force résiduelle*- pour entraîner l'autre corps avec lui-même. Car en ce cas, du fait que le corps heurté résiste moins que le ressort tendu, la force résiduelle est donc lui transmise comme mouvement. La force transmise au ressort est en fait la même que celle qui est transférée au corps heurté. La seule différence est qu'elle ne produit pas de mouvement mais qu'elle est conservée dans le ressort, c'est-à-dire que le corps absorbe cette force. La force transmise au ressort est restituée à l'aide de l'élasticité. D'ailleurs la différence entre les corps élastiques et les corps mous procède de ceci selon Leibniz : « *La raison de la connexion est que les corps élastiques ne diffèrent des corps mous qu'en ce qu'ils rejouissent ; donc les uns et les autres reçoivent en eux la force de percussio, les corps mous l'absorbent, les corps élastiques la rendent* ». ²¹³ Ainsi après le choc les corps tendent à se séparer avec la vitesse donnée par la force élastique et ils s'efforcent de s'avancer ensemble avec la vitesse commune donnée par la *force résiduelle*. Les vitesses résultantes sont aussi déterminées selon la composition des mouvements donnés par ces deux forces.²¹⁴

²¹² « *Un corps frappant un autre peut exercer sa force de deux façons : soit sur le ressort ou la flexibilité (elastrum ou flexibilitatem) des corps, soit sur leur tout. C'est-à-dire qu'il peut mouvoir soit le tout, soit les parties. Or il est évidemment plus facile de mouvoir les parties, parce que même si elles sont jointes ensemble, elles sont jointes cependant par le ressort, qui cédera quelque peu à une impulsion minime* » (*De corporum concursu*, F, *Scheda sexta*, en latin p.119, en français p.250). Il est plus facile de mouvoir les parties du corps que de mouvoir le tout du corps, parce que la résistance des parties est moins que celle du tout du corps. Mouvoir les parties du corps, c'est plier son ressort, le déformer en le comprimant. Chaque corps a une limite de flexibilité. Dans le cas où le corps ne souffre d'être plié davantage, le ressort n'absorbe non plus la force.

²¹³ *Ibid.*, *Scheda sexta*, en latin p.118-119, en français p.249.

²¹⁴ *Ibid.*, *Scheda sexta*, en latin p.118-120, en français p.249-252 et *Scheda Secundo-Sexta*, en latin p.125-126, en français p.257-258). En absence de l'élasticité, la vitesse commune d'entraînement des corps serait $V = (m_1 \backslash m_1 + m_2) \cdot v_1$ (La quantité du mouvement est pris comme la force). Donc, en absence de l'élasticité la force transférée au corps choqué m_2 serait $(m_1 m_2 \backslash m_1 + m_2) \cdot v_1$ et la force restant au corps choquant m_1 serait $(m_1^2 \backslash m_1 + m_2) \cdot v_1$. Par ailleurs la force qui doit être transférée au corps choqué m_2 sera transférée au ressort dans le choc élastique. La force élastique (*vis percussio* ou *vis elastica*) est donc égale à la force transférée au corps heurté m_2 en absence de l'élasticité : $(m_1 m_2 \backslash m_1 + m_2) \cdot v_1$. La force restant au corps choquant m_1 , à savoir $(m_1^2 \backslash m_1 + m_2) \cdot v_1$ est désignée comme la force résiduelle par Leibniz. En divisant cette force par la somme des corps, on obtient la vitesse commune des deux corps indépendante de l'effet de l'élasticité : $(m_1^2 \backslash (m_1 + m_2)^2) \cdot v_1$. Pour déterminer les vitesses résultantes on compte l'effet de l'élasticité outre la vitesse commune. La force transférée au ressort est restituée du fait de l'élasticité. Les deux corps partagent cette force entre eux en tant que chacun en aura la moitié et s'éloignent l'un de l'autre avec les vitesses calculées selon

Leibniz pense que la force élastique est proportionnelle à la vitesse d'approche, c'est-à-dire à la vitesse relative. Quelles que soient les vitesses propres des corps, tant que leur vitesse relative est la même, la force élastique sera aussi même. Tout comme c'est la même impact si je frappe contre un mur ou si le mur me frappe avec la même vitesse : « *La quantité de la force de percussion est égale à ce qu'elle serait si les mêmes corps concouraient avec la même vitesse d'approche (apparente)* ». ²¹⁵ Comme l'élasticité est proportionnelle à la vitesse d'approche et elle-même est la cause par laquelle les corps se séparent l'un de l'autre, Leibniz la tient comme cause de la conservation de la vitesse relative avant et après le choc. Les corps donc s'écartent l'un de l'autre après le choc autant qu'ils se rapprochent avant le choc. Par conséquent, dans un certain intervalle de temps, la distance des corps avant et après le choc restera la même. ²¹⁶

Quant à l'effet de la gravité, tous les corps ont un centre de gravité et les corps formant un agrégat (*aggregati*) sont considérés comme reliés grâce à leur centre de gravité. ²¹⁷ C'est-à-dire que l'on peut parler d'un centre de gravité commun à tous : « (...) *tous les corps sont considérés comme reliés par leur centre de gravité et comme mus ainsi par la cause qui est la cause de la gravité comme ne formant qu'un seul tout agrégé* ». ²¹⁸

leurs masses. Ainsi dans les formules des vitesses résultantes entrent à la fois la vitesse commune calculée par la *force résiduelle* et la vitesse d'éloignement due à la force élastique. (*Ibid.*, *Scheda sexta*, en latin p.119-120, en français p.251).

²¹⁵ *Ibid.*, *Scheda Secundo-Secunda*, en latin p.91, en français p.212.

²¹⁶ *Ibid.*, *Scheda Octava*, en latin, p.153, en français p.309-310.

²¹⁷ Par *aggregati* Leibniz entend un agrégat formé par deux ou plusieurs corps et ayant aucune relation avec d'autres corps extérieurs. Les corps qui se forment l'agrégat sont considérés comme reliés par leur centre de gravité. Par conséquent le mouvement de l'agrégat est dans la même direction et avec la même vitesse que le centre commun de gravité. En effet l'agrégat est comme un système mécanique isolé et composé des parties. Malgré toute interaction de ses parties, la force totale et la direction totale de l'agrégat restent toujours la même. Citons un passage sur ce sujet d'un texte de Leibniz daté du 1 mars 1677 : « *Etant donné un nombre quelconque de corps, ne subissant aucune action d'autres corps extérieurs à eux, la puissance et la direction de tout agrégat restent toujours les mêmes. La puissance est la quantité de l'effet qu'une chose peut produire. La direction est la ligne de mouvement, ou, si cette ligne est courbe, sa tangente. La direction de tout l'agrégat est identique à la direction du centre de gravité, car on ne peut se représenter aucune direction du total. Dans un agrégat d'un nombre quelconque de corps laissés à eux-mêmes, la même puissance et la même direction de tout agrégat se conservent toujours : quand en effet nous nous le représentons abandonné à lui-même, rien ne changera. La puissance et la direction se conservent donc, non celles des parties bien sûr, car elles subissent des effets mutuels, augmentent ou diminuent leur puissance, et changent de direction, mais celle du total. Or la direction du total est identique à la direction d'un point déterminé, qui doit nécessairement toujours avancer* ». (F, *Appendice I, 1 Mars 1677*, en latin p.352 en français p.346).

²¹⁸ *Ibid.*, *Scheda Nona*, en latin p.163, en français p.325.

1. Le déplacement rectiligne du centre de gravité commun d'un agrégat est toujours le même. C'est-à-dire Il se déplace toujours avec la même vitesse et dans la même direction.
2. Le centre de gravité commun d'un agrégat peut s'éloigner de la terre autant qu'il s'en est approché.²¹⁹

De là, si l'on traite un agrégat formé par deux corps qui se choquent, la translation du centre de gravité commun des corps doit être la même avant et après le choc. Dans un cas du choc sur une ligne horizontale, le centre de gravité commun des corps avancera avec la même vitesse et dans la même direction avant et après le choc et dans une cas comme l'expérience du pendule, le centre de gravité commun des corps ne peut s'élever, après le choc, qu'à la hauteur initiale. Les corps, en vertu de leur gravité, peuvent réaliser un mouvement seulement relativement à la terre, ils acquièrent ou perdent la vitesse par rapport à l'hauteur d'où ils sont tombés ou à laquelle ils se sont élevés. L'expérience du pendule vaut à la gravité, avec son effet qui fait acquérir et perdre la vitesse, d'être comprise dans les équations du choc. Leibniz déduit deux principes de conservation de l'invariance du déplacement rectiligne et perpendiculaire du centre commun de gravité : La conservation du déplacement rectiligne du centre de gravité ou bien la conservation de la direction totale²²⁰ et la conservation de la force calculée par l'hauteur de chute ou bien d'ascension.

²¹⁹ *Ibid., Scheda Nona*, en latin p.165, en français p.329. Un corps ne peut jamais se mettre en mouvement par sa gravité sans que son centre de gravité descende, ou bien pour qu'il se mette en mouvement il faut toujours une impulsion de dehors. En tombant le corps acquiert une vitesse par rapport à l'hauteur de chute et avec cette vitesse il ne peut s'élever que jusqu'à la hauteur initiale du centre de gravité. Cela vaut pour un nombre quelconque de corps. Alors les corps se meuvent comme un seul corps possédant un centre commun de gravité. On peut rencontrer ces principes dans des textes de Torricelli, de Pascal et de Huygens. (F, p. 318). La loi de la conservation du déplacement du centre commun de gravité dans tous les mouvement rectilignes et perpendiculaires et dans le choc des corps est établie à partir de de ces principes. Leibniz démontre cette loi dans *Scheda Nona* par deux expérience de pensée où il a constaté qu'en l'absence de l'invariance du déplacement du centre commun de gravité avant et après le choc, le mouvement perpétuel mécanique aurait lieu.

²²⁰ On peut formuler le déplacement du centre commun de gravité pour un intervalle de temps par $(m_1v_1 + m_2v_2) \setminus (m_1 + m_2)$. Si l'on suppose que le déplacement après le choc pour un même intervalle de temps sera identique, on peut accoupler ces deux formules : $(m_1v_1 + m_2v_2) \setminus (m_1 + m_2) = (m_1v'_1 + m_2v'_2) \setminus (m_1 + m_2)$. Les dénominateurs éliminent l'un l'autre et donc on obtient l'équation de la conservation de la quantité orientée de mouvement : $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$ (Dans les formules la vitesse est donnée en tant que vectorielle, le symbole « ' » indique la vitesse après le choc). Leibniz appellera plus tard cette somme « *quantité de progrès total* » ou « *direction totale* ». Dans sa lettre à Jean Bernoulli datée du 18 mars 1696 Leibniz indique que la conservation du déplacement de centre de gravité correspond à celle de la direction totale : « *Vous avez admirablement deviné (en considération, je pense, du concours de deux corps où j'avais remarqué que la direction est nulle) que*

Ainsi, Leibniz explique les lois de conservation absolue et relative qu'il a constaté à partir des premiers chapitres du *De corporum concursu* par l'effet de la gravité et de l'élasticité. La conservation de la vitesse relative est assurée par l'élasticité, la conservation de la force absolue et du déplacement du centre commun de gravité sont assurées par la gravité. On peut montrer comme suivant les équations de conservation qui prendront place dans la dynamique de Leibniz selon leur première forme obtenue en 1678 :²²¹

1. *Conservation de la vitesse relative ou de la distance* : $v_1 - v_2 = v'_2 - v'_1$
2. *Conservation de la translation du centre de gravité ou direction totale* :

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$
3. *Conservation des forces* : $m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = m_1 v'^2_1 + m_2 v'^2_2$ ²²²

le principe de l'invariance du progrès du centre de gravité coïncide avec le principe de la conservation de la direction. Car en réalité la direction ou progression totale est la même chose que la progression du centre de gravité multipliée par la somme des mobiles (...) j'ai préféré recourir au langage de la direction parce que j'avais affaire aux cartésiens ». (Lettre à Jean Bernoulli du 18 mars 1696, GM III, 259 ; cité par F, p.354).

²²¹ Dans les formules la vitesse est donnée en tant que vectorielle, le symbole « ' » indique la vitesse après le choc

²²² Dans son article intitulé *Essay de Dynamique sur les Loix du Mouvement* (1699 - 1700) Leibniz réfère tout ce qui concerne le choc direct de deux corps élastiques sur la même ligne à ces trois principes de conservation. Il les dénomme successivement « *la conservation de la vitesse respective* », « *la conservation du progrès commun ou total* » et « *la conservation de la force totale absolue* » et donne leurs équations. (*Essay de Dynamique*, GM VI, p.227). D'ailleurs Leibniz affirme que ces trois équations sont dépendantes entre eux et il démontre que de deux quelconques de ces équations, on peut inférer la troisième. C'est-à-dire pour la solution du problème du choc de deux corps élastiques, les deux équations sont suffisantes. (*Essay de Dynamique*, GM VI, p.228). A chaque valeur constante dans les principes de conservation une force correspond : (1) La force respective qui dépend de la vitesse d'approche ou d'éloignement, c'est-à-dire de la vitesse relative est appelée *vis respectiva*. La *vis respectiva*, c'est la force par laquelle les corps agissent l'un sur l'autre. Comme la vitesse relative reste la même avant et après le choc pour les corps élastiques, la *vis respectiva* est aussi conservée dans le choc. (*Dynamica, Pars II*, GM VI, p.462 et p.494-495). Pourtant, quoique les véritables vitesse des corps changent de plusieurs façons, la vitesse relative peut rester la même, donc cette conservation ne concerne pas celle de quelque chose d'absolu. (*Essay de Dynamique*, GM VI, p.216). (2) Par le terme *progrès* Leibniz entend le quantité de mouvement dans un sens déterminé. Cette conservation concerne non pas de la quantité cartésienne de mouvement *-m|v|* mais la quantité orientée de mouvement *-mv*. Dans un choc de deux ou plusieurs corps la *progrès* total se déplace toujours dans la direction du centre commun de gravité des corps. Donc, le *progrès* total aussi bien que le déplacement du centre commun de gravité des corps avant et après le choc sont conservés. Mais Leibniz allègue que cette conservation n'est non plus celle de ce qui est d'absolu. Car dans certains cas il se peut que, même si les corps sont en mouvement, leur *progrès* total soit nul : comme cela arrive dans un choc des corps de sens opposé et de la même quantité de mouvement. (*Essay de Dynamique*, GM VI, p.217 et p.227). Leibniz appellera *vis directionis* (ou bien *vis progressiva*) ce qui est conservé par rapport à ce principe de conservation, c'est-à-dire la produit de la grandeur par la vitesse vectorielle. A ce compte, bien qu'un corps change de sa vitesse en maintenant sa direction après le choc, sa *vis directionis* change aussi. Mais dans un système isolé formé par un nombre déterminé de corps, la *vis directionis* totale, c'est-à-dire la quantité de mouvement du sens du centre commun de la gravité

En obtenant la nouvelle formule de la force, Leibniz supprime la contradiction résultant de la prise de la force pour la quantité de mouvement au début de *De corporum concursu*, il concilie les principes relatifs de conservation avec le principe de conservation de la force. Selon Leibniz, tous ces trois principes de conservation sont subordonnés fondamentalement au principe d'équivalence de la cause et de l'effet et ils se réalisent grâce à l'effet de la gravité et de l'élasticité dans le système.²²³ « *L'effet est aussi identique à sa cause ; il y a en effet même distance après le choc qu'avant, comme même hauteur ou même distance par rapport le Terre* ». ²²⁴ Le principe d'équivalence de la cause et de l'effet annonce que la distance

restera la même. (*Dynamica, Pars II*, GM VI, p.496f). (3) La chose d'absolu que Leibniz cherche pour substituer à la quantité cartésienne de mouvement, est la *vis absoluta* formulée en mv^2 . Le force absolue est mesurée selon les grandeurs et les vitesses des corps qui se choquent, mais cette fois les direction des corps ne font rien dans les calculs vu qu'on utilise les carrés des vitesses. Donc, l'équation de conservation donne une valeur indépendante de la vitesse relative et du sens du centre commun de gravité. C'est pourquoi Leibniz caractérise cette force et sa conservation comme absolue. Tandis que la conservation de la vitesse relative et du progrès total contiennent des valeurs vectorielles, la conservation de mv^2 concerne quelque chose d'absolu qui ne contient pas de direction. (*Essay de Dynamique*, GM VI, p.227-228).

²²³ Comme tous les trois principes de conservation sont subordonnés au principe d'équivalence de la cause et de l'effet, Leibniz réfère ce qui est conservé pour chaque principe à une force. (1) Un corps peut s'éloigner de la terre autant qu'il s'en est rapproché : il fait ceci avec sa *vis absoluta*. La *vis absoluta* est la force mesurée comme mv^2 par Leibniz. (*De corporum concursu*, F, *Scheda Octava*, en latin p.153, en français p.309). (2) Les corps possèdent la force, du fait de leur choc, de s'écarter l'un de l'autre autant qu'ils se rapprochaient : cette force est appelée *vis respectiva*. La *vis respectiva* correspond en même temps à la force élastique que Leibniz dénomme *vis percussiois*. (*Idem.*) (3) La force que le centre commun de gravité des corps concourant possède est nommée la *vis residua*. Cette force est celle que Leibniz appellera plus tard *vis directionis*. (*Ibid.*, *Scheda Nona*, en latin p.162, en français p.324). Leibniz essaie de calculer toutes ces forces en forme mv^2 parce que pour lui la force doit toujours être en manière du produit de la grandeur par la carré de la vitesse. Il pense que la sommation de la *vis percussiois* et de la *vis residua* donne la *vis absoluta*. (*Ibid.*, *Scheda Nona*, en latin p.162-164, en français. p.324-329).

²²⁴ *Ibid.*, *Scheda Nona*, en latin p.163, en français p.326. Il semble que cet extrait réfère seulement le déplacement dans la position horizontale de la vitesse relative et du centre de gravité, c'est-à-dire la conservation de la force absolue à l'équivalence de la cause et de l'effet. Mais Leibniz pense que l'invariance de la translation rectiligne du centre de gravité commun ou bien la conservation de la direction totale résultent du principe d'équivalence et de la cause et de l'effet. Car, à moins que cette conservation n'est pas assurée, c'est-à-dire à moins que le centre de gravité ne continue pas son mouvement dans la même direction et avec la même vitesse, la force totale augmente ou diminue. Leibniz explique ce fait dans un manuscrit daté du 10 juin 1677 ainsi : « *Si le centre de gravité n'avance pas dans la même direction avec la même vitesse, même dans le concours horizontal, la puissance se perd, ce que je montre ainsi : posons que les deux corps qui concourent sur un plan horizontal soient descendus ensemble sur un plan incliné de hauteur déterminée, il est clair que leur centre de gravité a descendu, puisqu'ils étaient sur un plan incliné, avec une vitesse accélérée, et qu'ensuite il avance avec une vitesse uniforme. Mais si après le concours, il n'avance pas en gardant une vitesse égale, là où finalement les deux corps devront de nouveau être élevés, il ne montera pas avec la vitesse qu'il avait eue premièrement pour descendre. Il faut supposer que les deux corps parviennent aller, et il est nécessaire qu'ils montent aussi haut qu'ils étaient descendus ; je ne sais donc pas s'il peut arriver que les centres de gravité avancent toujours de manière égale* ». (F, *Appendice I*, en français p.372, en latin p.378). Cet extrait nous montre clairement la relation directe entre la conservation du déplacement horizontal du centre de gravité et la conservation de la force. La vitesse et la direction du centre de gravité commun d'un agrégat formé par deux corps ne change pas

d'éloignement des corps l'un de l'autre et de la terre doivent être autant que celle d'approche des corps entre eux et à la terre. Les corps, grâce à leur élasticité, s'éloignent l'un de l'autre autant qu'ils s'approchent, et aussi en tombant grâce à leur gravité, ils acquièrent autant de vitesse avec laquelle ils puissent remonter à la même hauteur d'où ils sont tombés. C'est-à-dire, l'élasticité et la gravité assurent la validité du principe d'équivalence de la cause et de l'effet dans le système et par là la formulation des lois du mouvement systématique.²²⁵ A l'aide du principe d'équivalence de la cause et de l'effet, les *phénomènes de Huygens et de Wren* exclus de la théorie abstraite qui a été exposée dans *Theoria Motus Abstracti* s'inscrivent ainsi dans les lois du mouvement. Désormais, il ne faut plus établir deux différentes théories. Car, comme l'expérience du pendule montre, le principe d'équivalence de la cause et de l'effet étant un principe métaphysique correspond parfaitement à l'expérience. De plus, en permettant de formuler la force, il sert aussi à la réduction de toute mécanique à la pure géométrie.

Au début, Leibniz avait pensé qu'il pourrait fournir l'universalité des lois de la nature en ne pas les dérivant des phénomènes mais en les établissant séparément de système. Cependant, il a fallu une hypothèse qui donnerait lieu de échapper des conséquences de ces lois, parce que dans ce cas l'expérience était en opposition avec les lois abstraites et purement géométriques du mouvement. De cette manière, il n'a été possible de parler sur une physique appartenant à ce monde qu'en supposant

lorsqu'on laisse ce agrégat à lui-même. Car il n'y a aucune cause pour que la vitesse et la direction changent. Bien que les vitesses et les directions des corps formant l'agrégat changent constamment du fait des chocs, la force totale et la direction totale de l'agrégat comme un tout seront toujours conservés.

²²⁵ La nouvelle physique de Leibniz a une différence fondamentale de la physique de l'*Hypothesis Physica Nova*. Dans sa physique initiale les attitudes des corps dans le système procèdent d'un état certain de monde. La perte de sa vitesse d'un corps plus petit pendant qu'il fait mouvoir un corps plus grand en repos résulte de l'état du monde assurée par l'hypothèse. Les corps, indépendamment de l'hypothèse, ne sont ni élastiques ni résistants au mouvement. Or dans la nouvelle physique, les structures des corps est formées de manière qu'elles puissent satisfaire aux exigences des principes métaphysiques et qu'elles poussent suivre ces principes par eux-mêmes. Autant dire que le monde physique est tissée par des principes métaphysiques. Par exemple les corps sont élastiques non pas seulement pour obéir au principe d'équivalence de la cause et de l'effet et mais aussi pour obéir au principe de continuité qui est aussi un principe métaphysique. Ou bien, inversement, le principe d'équivalence de la cause et de l'effet et le principe de continuité ne valent pour ce monde que grâce à l'élasticité des corps. S'il y avait des corps non-élastiques et parfaitement durs, non seulement la loi de continuité serait violée et les changements par des sauts auraient lieu, mais aussi la conservation de la vitesse relative dérivée du principe d'équivalence de la cause et de l'effet ne serait pas assurée. D'où, les lois de la nature dérivées des principes métaphysique déterminent la structure physique de l'univers et des corps, autrement dit, la structure physique du monde est le résultat des lois métaphysiques.

l'intervention régulateur d'un intelligent étant au-dessus de ces lois abstraites et universelles qui sont indépendantes du système produisant les phénomènes. Par ailleurs Leibniz n'a pas ajouté les propriétés phénoménales des corps provenant du système, comme l'élasticité et la gravité, dans les lois universelles du choc. Tant que l'expérience se formait par l'hypothèse, c'étaient ces lois abstraites qui opéraient au fond. L'expérience ne invalidait pas les lois abstraites du mouvement mais seulement les rendait invisibles. Par contre, la physique élaborée dans le *De corporum concursu* est une physique concrète appartenante à un système. Il ne s'agit ici ni de remplacer par une autre théorie abstraite la théorie abstraite précédente se trouvant dans la *Theoria Motus Abstracti*, ni de développer une autre hypothèse concernant l'univers. Les lois du choc sont formulées selon le système de ce monde sans faire une distinction entre l'abstrait et le concret comme elle est faite dans la *Theoria Motus Abstracti* et *Hypothesis Physica Nova*. Tous ces règles sont subordonnées au principe d'équivalence de la cause et de l'effet qui est un principe métaphysique.

Les corps agissent dans le système de manière que la force, alors mv^2 soit conservée. En tombant d'une hauteur déterminée ils acquièrent un vitesse proportionnelle à la racine carrée de l'hauteur de chute et en consommant cette vitesse, ils peuvent s'élever jusqu'à la hauteur d'où ils sont tombés. Leibniz dévoile un peu ici sa nouvelle conception de la substance corporelle qui avait commencé à se former avec le concept de force par ces mots : « *Les corps sont à l'ordinaire portés par eux-mêmes, une fois l'élan (impetus) conçu, comme s'ils pouvaient se souvenir de quelle hauteur ils sont descendus, ou savoir dans quel système ils sont portés* ». ²²⁶

²²⁶ *De corporum concursu, Scheda Secundo-Sexta*, F, en latin p.134, en français p.270. Au début du processus de l'interrogation de sa physique présentée dans la *Theoria Motus Abstracti*, on voit que Leibniz a retourné à une idée semblable à celle qu'il a exposé dans sa lettre à Thomasius en 1669. Dans son article le *Pacidius Philalethi* daté d'octobre 1676 (*Opuscules et fragments inédits de Leibniz*, par Louis Couturat, Paris 1903, G. Olms, Hildesheim, 1988, p. 594-627), il affirme que le corps est dépourvue du principe de son mouvement et que la cause efficiente du mouvement est seulement Dieu. Les corps n'agissent pas pendant ils se meuvent, c'est-à-dire, le mouvement du corps ne provient pas de lui-même, il ne peut pas continuer son mouvement par lui-même, il a toujours besoin de la poussée du Dieu. (F, s. 40-41). Cette idée est en opposition avec la conception du mouvement et du corps de Leibniz qu'il a soutient dès l'année 1671. Car Leibniz avait considéré le mouvement dans ces textes comme la propre action du corps. Le mouvement était la suite d'une série de *conatus* produite par la propre *mens* du corps. Dans le *De corporum concursu* Leibniz maintient aussi ses idées qui se trouvent dans le *Pacidius Philalethi*, il n'était pas encore parvenu à la nouvelle conception de la substance corporelle rétablissant les formes substantielles. Car dans la suite de la phrase citée, il allègue que ce qui fait mouvoir les corps et alors ce qui conserve la force dans les corps est Dieu : « (...) ils soient continuellement impulsés par la cause très sage, qui se souvient de tout et ne peut faillir ». (*Ibid, Scheda Secundo-Sexta*, en latin p.134, en français p.270). La conservation de la force sans-doute nécessite de considérer une sorte de mémoire, mais pour Leibniz cette mémoire n'est pas encore immanente au corps. Leibniz parvient à la nouvelle conception de la substance corporelle

Comme si le corps se rappelle de quelle l'hauteur il est tombé. Cette expression montre que pour Leibniz la chose assurant la conservation de la force doit être une sorte de mémoire. Comme si le corps se rappelle la hauteur à laquelle qu'il peut s'élever en consommant sa vitesse, c'est-à-dire la proportion de cette hauteur à sa vitesse. Pour mieux dire, comme si le corps connaît son effet futur et les lois du mouvement auxquelles il se soumet. Un corps qui possède une telle sorte de mémoire, quel doit-il être ? Il est évident que ce corps ne peut pas consister seulement en étendue, ou bien qu'il doit posséder plus qu'une *mens* momentanée, dépourvue de mémoire. Dans l'article autobiographique intitulé *Phoronomus* que Leibniz a rédigé en 1689 à Rome, il exprime à cause de quels besoins la transformation dans sa physique à partir de 1678 s'est faite : « *Pour obtenir les règles du mouvement systématique, on aurait besoin de je ne sais quel principe supérieur, puisque les corps mêmes, s'ils ne sont constitués que par leur notion mathématique, ne peuvent pressentir leurs effets futurs et ne peuvent comprendre de ce fait les lois de leurs mouvements (...) j'en conclus enfin que la nature de la matière ne nous était pas encore suffisamment connus, et qu'on ne pouvait rendre raison ni de l'inertie des corps, ni de leur puissance sans établir dans les corps autre chose que l'étendue et l'impénétrabilité* ». ²²⁷ Le « principe supérieur » dont Leibniz parle dans cette citation est le principe d'équivalence de la cause et de l'effet. Ce principe métaphysique sous-tend les principes fondamentales de la mécanique : « *Pour me sortir enfin de ce labyrinthe, je n'ai pas trouvé d'autre fil d'Ariane que l'estimation des puissances sur la base de ce principe métaphysique : l'effet entier est toujours égal à sa cause pleine. Comme je découvrais qu'il s'accordait parfaitement avec les expériences et satisfaisant à tous mes doutées, j'en fus d'autant plus confirmé dans l'opinion que j'ai dite, que les causes des choses ne sont pas pour ainsi dire sourdes et purement mathématiques, comme le sont les chocs des atomes ou une force aveugle de la nature, mais procèdent d'une intelligence qui use de raisons métaphysiques* ». ²²⁸

quand il a accepté un élément qui produit et conserve ce qui est d'absolu dans le corps, c'est-à-dire un élément dans lequel la force réside. De même qu'il a accepté dans sa philosophie initiale qu'il y a une *mens* séparée de l'étendue dans le corps après avoir remarqué que la source du mouvement doit être dans le corps lui-même, cette fois-ci la recherche de source de la force en dehors de Dieu l'apportera à l'acceptation qu'il y a quelque chose au delà et au-dessus de l'étendue dans le corps. Cette chose au delà et au-dessus de l'étendue, distingué de la *mens* de sa philosophie initiale, doit être cette fois quelque chose appartenant à la mémoire. Car la force qui se manifeste dans son effet futur nécessite un principe conservative, une sorte de mémoire.

²²⁷ *Phoronomus*, Robinet [1991], p.809 ; cité par F, p.49.

²²⁸ *Ibid.*, p.811 ; cité par F, p.40.

Comme l'équivalence de la cause et de l'effet dépend du concept de force, on peut dire que le contact entre la métaphysique et la physique est fondé essentiellement sur le concept de force dans la philosophie de Leibniz. Sans doute la conception du corps changerait aussi selon cette conception de la force. Pour que le corps connaisse son effet futur et les lois du mouvement auxquelles il se soumet, sa force pour agir et son inertie, c'est-à-dire la cause de son mouvement et de sa résistance au mouvement doivent se trouver en lui-même. C'est pourquoi il faut accepter qu'il y a dans le corps quelque chose au delà et au-dessus de l'étendue. Selon Leibniz, cette chose, comme nous allons traiter plus tard, est la forme substantielle.

Chapitre V

La relativité du mouvement et l'absoluité de la force

La conception du conatus en tant que mouvement infinitésimal dans un certain sens et avec une certaine vitesse met en évidence que Leibniz ne considère pas le mouvement séparé de sa direction dès sa philosophie initiale. Cette conception lui amène à méditer sur la relativité du mouvement. On voit qu'il a traité de ce sujet dans ses notés du lecture premier des *Principes* de Descartes en 1675. Dans ce texte en question Leibniz définit le mouvement comme *mutatio situs* en abandonnant sa définition préalable *mutatio spatii*.²²⁹ *Situs* est la situation d'un corps par rapport à d'autres. S'il y a un changement de *situs* entre deux corps, c'est sûr qu'il s'agit d'un mouvement mais à quoi celui-ci appartient ? C'est la première fois qu'il a posé la question qu'on rencontrera fréquemment dans des textes postérieurs : De deux corps changeants de situation entre eux, lequel se meut vraiment ? « (...) lorsque'on demande de deux corps à la rencontre qui changent de place lequel doit être dit se mouvoir, alors on doit toujours attribuer le mouvement à un corps fini plutôt qu'à tout le reste du monde autour de lui. Aussi bien, si de deux mobiles particuliers allant à la rencontre l'un de l'autre on demande lequel se meut, suffit-il de considérer, outre ces mobiles, les autres repères : si ces repères changent de place avec les deux mobiles, il faut estimer que les deux mobiles se meuvent; si, au

²²⁹ Yvon Belaval, « Premières animadversions sur les principes », *Etudes Leibniziennes: de Leibniz à Hegel*, Paris, Gallimard, 1976, p.84. Leibniz semble admettre dans sa physique initiale une espace indépendante de corps et par là il définit le mouvement comme *mutatio spatii* : « L'espace, c'est l'entité étendue au sens premier, c'est-à-dire, le corps mathématique, lequel, en fait, ne contient rien d'autre que les trois dimension, et c'est aussi le lieu universel de toutes choses. (...) La matière est, par conséquent, l'entité qui occupe l'espace ou qui est coextensive à l'espace. Quant au mouvement, c'est le changement d'espace » (*Lettre à Thomasius du 30 avril 1669*, B, p.111; A II, i, n.11, 22; L, p.100). Leibniz abandonnera plus tard cette idée et maintiendra que l'espace n'est pas une chose séparée du corps mais seulement l'ordre des choses : « Pour moy, j'ay marqué plus d'une fois que je tenois l'Espace pour quelque chose de purement relatif, comme le Temps ; pour un ordre des Coexistences, comme le temps est un ordre des successions. Car l'espace marque en termes de possibilité un ordre des choses qui existent en même temps, en tant qu'elles existent ensemble, sans entrer dans leur manière d'exister particulieres : et lors qu'on voit plusieurs choses ensemble, on s'apperçoit de cet ordre des choses entre elles » (*Lettre à Clarke*, GP VII, 363).

contraire, ils ne changent qu'avec un seul mobile, le mouvement ne sera attribué qu'à celui-ci, mais cette conclusion n'est que probable lorsque les corps que nous avons pris pour repères sont particuliers, car peut-être se meuvent-ils aussi ». ²³⁰ De deux corps mouvants relativement l'un vers l'autre, en considérant seulement ces deux corps, on ne peut pas décider à quoi entre eux le mouvement ou le repos doit être attribué. L'un des corps peut être en repos et l'autre en mouvement ou tous les deux peuvent se mouvoir avec la possibilité diverses dans le sens et dans la vitesse. On ne peut que répondre à cette question en choisissant un repère fixe extérieur aux deux corps et en observant leur changement de situation par référence à ce repère. Par ailleurs ce point de référence fixe n'est qu'un repère pour répondre cette question, celui-ci peut se mouvoir aussi sans doute, alors notre réponse à la question qui demande lequel est mobile, serait tout à fait différente. En somme, la réponse donnée à la question concernant quels corps sont mobiles et lesquels en repos diffère selon le cadre d'observation (selon le point de référence considéré comme en repos).

Si l'observateur se trouve en un des deux corps mouvant relativement l'un vers l'autre, il peut supposer le corps où il se trouve comme en repos et l'autre corps comme en mouvement. Tout comme les hommes croyaient dans le temps que le monde est en repos et le soleil tourne autour de lui. Car Leibniz énonce que le corps considéré comme en repos est celui qu'on conçoit comme fini. Comme on ne peut pas voir le monde tout ensemble et on le conçoit comme infini, on perçoit le monde comme en repos et le soleil comme mobile. C'est pourquoi on dit que le soleil se couche. Un ange même ne peut pas répondre avec rigueur mathématique à la question qui demande à lequel doit être attribué le mouvement. Même l'ange peut sans doute poser cette question : c'est moi ou les choses autour de moi que Dieu tourne ? ²³¹

Il faut remarquer que le phénomène ne changerait pas n'importe quelle réponse. Ce qui se tourne n'importe, soit le monde, soit le soleil, soit le ange et soit les choses entourant, la nuit et le jour surviendra toujours de même façon, l'ange aussi percevra toujours de même façon ce qui se passe. Leibniz caractérise ce cas comme « équivalence des hypothèses » (*aequipollentia hypothesis*) : On ne peut

²³⁰ Yvon Belaval, « Premières animadversions sur les principes », *Etudes Leibniziennes: de Leibniz à Hegel*, Paris, Gallimard, 1976, p.85.

²³¹ *On Copernicanism and the Relativity of Motion (1689)*, AG, p.91.

pas dire en considérant le phénomène seul quel corps est mobile et lequel est en repos, et le phénomène ne change pas quand on attribue le mouvement à n'importe quel corps.²³² « Si un nombre des corps sont en mouvement, il n'y a aucune voie empirique pour déterminer lesquels entre eux sont en mouvement absolu déterminé et lesquels sont en repos. Choisir n'importe lequel vous aimez comme en repos, et le phénomène empirique sera le même. Il s'en suit que quelque chose que Descartes a négligé, à savoir que l'équivalence d'hypothèses tient encore quand les corps se choquent. Donc nous devons développer les règles du mouvement qui préservent la nature relative du mouvement ; c'est-à-dire, il n'y aura aucune voie pour déterminer, à partir du phénomène après un choc, quel corps avait été auparavant en repos et lequel avait été en mouvement absolu déterminé ».²³³

Comme on voit, selon Leibniz l'équivalence des hypothèses reste en vigueur dans la collision des corps.²³⁴ Si la vitesse d'approche des corps demeure inchangée, l'effet que l'un exerce sur l'autre restera le même : de même je ressens la même douleur, soit que je heurte ma main contre une pierre immobile, ou une pierre heurte contre ma main avec la même vitesse.²³⁵ Il se trouve donc que l'on ne peut pas distinguer le cas où un corps A en mouvement heurte un autre corps B en repos, du cas où un corps B en mouvement heurte un autre corps A en repos. Ce que nous observons sera toujours deux corps qui se rapprochent et ensuite s'écartent l'un de

²³² *Dynamica*, GM VI, 597-508.

²³³ *Specimen Dynamicum*, II^e partie, AG, p.131. (J'ai traduit ce passage de l'anglais)

²³⁴ Selon Descartes pour parler du mouvement d'un corps il faut considérer les corps du côté de lesquels il s'est transporté comme en repos. Mais en réalité on peut attribuer le mouvement aux deux corps ensemble qui se meuvent relativement l'un vers l'autre : « (...) tout ce qu'il y a de réel dans les corps qui se meuvent, en vertu de quoi nous disons qu'ils se meuvent, se trouve pareillement en ceux qui les touchent, quoi que nous les considérons comme en repos » (*Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art.29 et art.30, p.78-79). Descartes semble qu'il reconnaît la nature relative du mouvement parce qu'il avance qu'on ne peut parler du mouvement d'un corps que par référence à un autre corps. Cependant, ce que Descartes n'a pas pu remarquer selon Leibniz est que l'équivalence des hypothèses due à cette nature vaut aussi pour la collision des corps. En ce cas, il faut que nous ne puissions pas déterminer les mouvements des corps avant le choc, en considérant le résultat du choc. Or les règles du choc de Descartes sont arrangées fidèlement à la nature relative du mouvement : « La loi de Descartes, qui est en accord avec laquelle il tient qu'un corps en repos ne peut en aucune manière être bougé par un autre corps plus petit, n'est guère adéquate » (*Specimen Dynamicum*, II^e partie, AG, p.131, J'ai traduit ce passage de l'anglais) Car selon la quatrième règle de Descartes un corps plus grand en repos ne bougera pas, quelle que soit la vitesse du corps plus petit qui le heurterait. (*Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art.49, p.90-91). D'ailleurs selon la cinquième règle du choc, le cas où un corps plus grand heurte un corps plus petit en repos avec la même vitesse, le plus grand le poussera facilement et ils s'avanceront ensemble après le choc avec la même vitesse et dans la même direction. (*Ibid.*, II^e partie, art.50, p.91-92). Or selon Leibniz, si la vitesse relative, c'est-à-dire la vitesse du corps en mouvement est la même dans ces deux cas, le phénomène (L'un des corps est en mouvement, alors que l'autre en repos) sera la même. Il s'ensuit que le résultat du choc doit aussi être la même.

²³⁵ *Specimen Dynamicum*, II^e partie, AG, p.131.

l'autre avec la même vitesse. Car Leibniz maintient que grâce à l'élasticité la vitesse relative se conserve avant et après le choc. Pendant que la vitesse relative de ces deux corps reste identique, le résultat du choc aura lieu toujours de même, c'est-à-dire qu'il nous sera impossible de déterminer les mouvements de ces corps-là avant le choc, en considérant le résultat du choc.²³⁶

Selon Leibniz ce que l'on peut voir un corps en repos dans un certain cadre d'observation bien qu'il soit en fait en mouvement, empêche de prendre le mouvement comme une chose d'absolu : « (...) *le mouvement, en toute rigueur mathématique, n'est rien de plus qu'un changement dans la situation (situs) des corps par rapport à eux-mêmes, donc le mouvement n'est pas quelque chose d'absolue, mais consiste en une relation* ». ²³⁷ Ce que le mouvement n'est pas absolu mais relatif consiste en ce qu'il dépend de l'observateur et du cadre d'observation. Si l'on considère le mouvement seulement comme *mutatio situs* on a aucune raison pour distinguer un corps en mouvement d'un corps en repos. Au fond du mouvement défini comme *mutatio situs*, il faut donc se trouver quelque d'absolue et indépendante de tous les cadres d'observation qui le sous-tend et qui lui assure l'appartenance à un corps déterminé. C'est-à-dire la chose d'absolue est celle qui nous permet de déterminer à quel corps appartient le mouvement, en d'autres mots, elle est la cause du mouvement. Pour Leibniz dans sa période initiale, c'est le *conatus* qui sous-tend le mouvement relatif, c'est-à-dire le mouvement dont on ne peut pas savoir à quel corps il appartient en fait : « *Ne reconnaissant dans la matière que l'étendue et l'impenétrabilité, en d'autres termes que l'impletio spatii, ne comprenant rien d'autre dans le mouvement que la mutatio spatii, je voyais qu'entre un corps immobile et un corps en mouvement, la différence à chaque moment*

²³⁶ Leibniz définit l'équivalence des hypothèses comme une loi de la nature dans son article dénommé *Leges Naturae, atque observationes circa motus* (Lois de la Nature et observations à propos du mouvement) qu'il a écrit après le *De corporum concursu*, probablement entre les dates 1678-1679 : « *Il y a aussi cette belle loi de la nature : étant donné un nombre quelconque de corps avec des mouvements quelconques, qu'ils aillent ou non à la rencontre les uns des autres, il est nécessaire qu'un œil qu'on placerait dans l'un d'eux ne pourrait discerner dans lequel d'entre eux réside le mouvement, et ce soit avant soit après le concours. C'est pourquoi, si deux corps seulement sont donnés, et un œil dans l'un d'eux, il est nécessaire que, tout comme avant le choc, rien de différent n'arrive non plus du fait du choc, dans n'importe lequel des deux qu'on suppose le mouvement ou le repos, ou un mouvement distribué entre eux de façon quelconque, pourvu qu'en résulte l'approche et l'éloignement en question. C'est pourquoi l'impact de deux corps est toujours le même pour une vitesse d'approche, quel que soit enfin celui des deux où l'on pose le mouvement ou le repos, ou tel mouvement déterminé* » (Appendice II, F, p.413).

²³⁷ *On Copernicanism and the Relativity of Motion* (1689), AG, p.91. (J'ai traduit ce passage de l'anglais)

*consistait en ce que le corps en mouvement possède un certain conatus ou tendance de commencement de parcours... je ne voyais pas comment un conatus peut être détruit dans la nature ou enlevé à un corps ».*²³⁸

La définition de *mutatio situs* de Leibniz rappelle à celle de Descartes qui définit le mouvement, en le considérant séparé de *vis* ou de *actio* qui le produit, comme un transport (*translatio*) d'un corps, du voisinage de quelques corps dans le voisinage de quelques autres.²³⁹ Malgré sa conception relative, Descartes invoque que le mouvement mis par Dieu dans la matière a une certaine quantité qui ne diminue ni augmente. Parce que selon lui, Dieu conserve la même quantité de mouvement dans la matière. La quantité de mouvement se trouvant tantôt beaucoup, tantôt peu dans les parties de la matière, est mesurée seulement par la grandeur et la vitesse scalaire, c'est-à-dire elle est indépendant de la direction.²⁴⁰ Car, même si le corps change sa direction, sa quantité de mouvement ne change pas.²⁴¹ Ici, Descartes semble au contraire de sa définition initiale donner au mouvement un sens absolu. Leibniz exprime cette considération dans le *Specimen Dynamicum* : « *Si nous mettions la force de côté et considérions purement le mouvement dans les termes des notions géométriques de grandeur et de figure, et de changements dans celles-ci, le mouvement en fait s'avère être rien d'autre qu'un changement de place. Donc le mouvement, de la façon dont nous en faisons l'expérience, n'est en fait rien d'autre qu'une relation. Descartes a pu reconnaître ceci quand il a défini le mouvement en tant que le transport de quelque chose, du voisinage d'un corps donné dans le voisinage d'un autre. Mais en élaborant les conséquences, il a oublié sa définition, et a posé ses règles du mouvement comme si celui-ci était quelque chose de réel et d'absolu* ». ²⁴² Ici, la contradiction de Leibniz n'est pas pour la définition du mouvement. Pour Leibniz aussi, si le mouvement est considéré séparé de *vis* ou d'*actio*, il est seulement une *mutatio situs*. Le problème est considérer le mouvement séparé de la cause qui le produit et puis lui donner un sens absolu. Après avoir

²³⁸ Ce paragraphe où Leibniz explique sa physique initiale, est un extrait d'un texte autobiographique dénommé *Phoronomus* qu'il a rédigé en 1689 à Rome. (cité par Pierre Costabel, *Leibniz et la Dynamique en 1692*, Librairie Philosophique J.Vrin, 1981, p.11).

²³⁹ « (...) le transport d'une partie de la matière, ou d'un corps, du voisinage (*vicinitas*) de ceux qui le touchent immédiatement (*immediatè contingunt*), et que nous considérons comme en repos, dans le voisinage de quelques autres » (*Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art.25, p.76).

²⁴⁰ *Ibid.*, II^e partie, art.36, p.83-84.

²⁴¹ *Ibid.*, II^e partie, art.40, p.86-87.

²⁴² *Specimen Dynamicum*, II^e partie, AG, p.131. (J'ai traduit ce passage de l'anglais).

accepté que le mouvement peut attribuer aux corps qui sont considérés comme en repos, Descartes exerce comme s'il appartient par lui-même -indépendant de la cause qui le produit- à un certain corps et comme s'il a une valeur indépendante de la direction. Pourtant Leibniz est toujours fidèle à l'idée de la relativité du mouvement et il est en quête de la chose absolue qui puisse permettre de dépasser ceci et qui puisse sous-tendre le mouvement.

Dès que la concept de force entre dans sa physique, Leibniz commence à avancer que la chose qui permet de déterminer à quel corps appartient le mouvement, n'est pas le *conatus* mais la *vis* ou *potentia*. Un corps qui est sur le bateau et qui se meut en sens contraire du bateau mais une vitesse égale, paraît en repos à un observateur qui se trouve à la rive. Mais si l'on prend en considération non pas l'apparence mais les causes qui sous-tendent le mouvement, c'est-à-dire ce qui est absolu, tout change : « (...) *considérant ce qu'il y a d'absolu dans le mouvement, que j'appelle force ou puissance, il faut dire qu'il se meut tout-à-fait, et même de deux mouvements contraires, et que par conséquent il s'en faut tellement qu'il soit en repos qu'il a bien plutôt une double puissance* ». ²⁴³ Au moyen de la force nous pouvons décider indépendamment de cadre d'observation si le corps se meut en fait ou pas. La force fournit l'occasion de échapper à la relativité du mouvement, elle lui aide de ne pas être seulement une apparence et le rend réel. Car Leibniz énonce que pour qu'un mouvement soit réel, il doit appartenir à un corps déterminé. ²⁴⁴

Une chose qui appartient à un corps déterminé ne peut qu'être réel. Comme nous ne pouvons pas déterminer à quel corps appartient le mouvement, nous ne pouvons pas dire qu'il est entièrement réel. Ce qui rendra réel le mouvement, c'est le fait qu'il se base quelque chose de réel, c'est-à-dire sur une chose qui appartient à un corps déterminé. Pour Leibniz cette chose est la force. Donc si l'on sait à quel corps appartient la force, on sait aussi à quel corps appartient le mouvement. Par conséquence la force qui est la chose d'absolu dans le mouvement, le rend en même temps réel. « (...) *le mouvement, si on n'y considère que ce qu'il comprend précisément et formellement, c'est-à-dire un changement de place, n'est pas une chose entièrement réelle, et quand plusieurs corps changent de situation entre eux, il*

²⁴³ Appendice I, 10/11 juin 1677, F, p.368.

²⁴⁴ « *Si le mouvement (...) est quelque chose de reel, (...) il faudra bien qu'elle ait un subjectum* ». (Lettre à Huygens du 12/22 June 1694, AIII, 6A no. 45, p.124).

*n'est pas possible de déterminer par la seule considération de ces changements, à qui entre eux le mouvement ou le repos doit être attribué. Mais la force ou cause prochaine de ces changements est quelque chose de plus réel, et il y a assez de fondement pour l'attribuer à un corps plus qu'à l'autre ; aussi n'est-ce que par là qu'on peut connaître à qui le mouvement appartient davantage ».*²⁴⁵

La force en tant que cause du mouvement permet de échapper à la relativité du mouvement et fait de lui quelque chose de réel qui appartient à un corps déterminé. L'appartenance du mouvement à n'importe quel corps ne change rien en fait au point de vue du phénomène, pourquoi le déterminer soit important? Ici nous pensons que aux yeux de Leibniz la problème n'est pas de assurer que le mouvement appartient à un corps déterminé ou de relever à quel corps appartient le mouvement en réalité mais plutôt de le faire une qualité qui appartient au corps. C'est-à-dire le problème est de rendre le mouvement une propriété réelle du corps. L'état présent du monde aura donc un fondement dans la réalité et le tout ne consistera pas en une simple apparence. Si l'on rappelle, déjà en 1699 dans sa lettre à Thomasius, Leibniz a avancé que aucune chose ne peut être sans cause et qu'on ne peut pas supposer dans le corps aucune chose dont la cause peut dériver de sa nature même. Selon cette idée, pour qu'une chose se trouve réellement dans un corps, la cause de cette chose doit se trouver dans le corps en question.²⁴⁶ Donc, pour que le mouvement soit une qualité réelle qui appartient au corps, on doit dériver la force étant la cause du mouvement, de la nature du corps. Ceci signifie qu'en dehors de l'impenétrabilité et l'extension il y a un autre principe qui sous-tend la force. Ce principe dont nous allons parler par la suite est la forme substantielle.

²⁴⁵ *Discours de Métaphysique*, R, art.18, p.55.

²⁴⁶ *Lettre à Thomasius du 30 avril 1669*, L, p.101-102.

Chapitre VI

La controverse de force vivre (*vis viva*)

Rappelons-nous, les considérations de Leibniz dans le *De corporum concursu* sont ci-dessous :

1. Il est nécessaire que la force se conserve dans l'univers. Autrement il arrive le mouvement perpétuel mécanique ou le repos perpétuel.
2. Ce n'est pas la quantité de mouvement qui se conserve dans l'univers. La force et la quantité de mouvement cartésienne ne peuvent pas être la même chose.
3. Comme la force n'est pas identique à la quantité de mouvement, il faut estimer la force par le produit de la masse non pas par la vitesse mais par la quarré de vitesse.

Leibniz, à partir de ces considérations obtenues en 1678, annonce pour la première fois au public le fausseté du principe cartésien de conservation dans son article *Brevis Demonstratio Erroris memorabilis Cartesii et aliorum circa Legem Naturalem* publié dans l'*Acta Eruditorum* en 1686.²⁴⁷ Par cet article Leibniz excite entre lui-même et les cartésiens une grande controverse qui sera appelée « *controverse de vis viva* »²⁴⁸ dans l'histoire.

²⁴⁷ A VI, 4 c1, n.369, p.2027-2030. Dans l'édition de Loemker il se trouve la traduction en anglais avec le titre *A Brief demonstration of a notable error of Descartes and others concerning a natural law* : L, p.296-298.

²⁴⁸ Leibniz n'utilise pas en fait le terme de *vis viva* dans cet article. Il déclare la concept de la force vive pour la première fois dans le *Specimen Dynamicum* daté de 1695. La force vive est une sorte de force qu'un corps acquerra en tombant d'une hauteur déterminée, c'est-à-dire elle est la force d'un corps en mouvement et sa formule est mv^2 . Le corps peut faire un certain travail par la force vive qu'il possède. Le travail que le corps fera en consommant toute sa force vive donne la mesure de la force qu'il possède. Ce travail ou l'effet peut être déterminé par l'hauteur à laquelle ce corps pourra s'élever en consommant sa vitesse qu'il a acquis en tombant, ou -en vertu du principe d'équivalence de la cause et de l'effet- par l'hauteur d'où 'il tombera pour acquérir la même vitesse. Comme l'hauteur de tomber ou de monter du corps est proportionnel au carré de la vitesse que le corps acquiert en tombant et que le corps perd en montant, Leibniz estime la force vive comme mv^2 . La définition qui se trouve dans le *Specimen Dynamicum* est ainsi : « *Force is (...) twofold. One force is elementary, which I also call dead force, since motion does not yet exist in it, but only a solicitation to motion, as with the ball*

La controverse concerne le principe de conservation de la quantité de mouvement de Descartes. Descartes défend que Dieu a créé la matière avec le mouvement et le repos et qu'il conserve dans l'univers toujours la même quantité de mouvement estimée comme le produit de la grandeur par la vitesse scalaire (mv) : « *Il [Dieu] conserver incessamment en cette matiere une égale quantité de mouvement* ». ²⁴⁹ La conservation de la quantité de mouvement est basée sur l'immutabilité de Dieu : « *C'est une perfection en Dieu, non seulement de ce qu'il est immuable en sa nature mais encore de ce qu'il agit d'une façon qu'il ne change pas* ». ²⁵⁰ Dieu, en créant les parties de la matière, les a fait mouvoir de façons différentes et elles peuvent communiquer leur mouvement entre elles du fait du choc, mais une partie peut seulement communiquer la quantité de mouvement autant qu'elle a perdu. Selon lui le fait que les corps puissent communiquer leur mouvement entre eux, cependant que la somme de la quantité de mouvement reste constante, atteste manifestement l'immutabilité de Dieu. Car le principe de conservation résulte de ce que Dieu maintient l'univers avec la même action (*actio*) et avec les mêmes lois qu'il a utilisé en la créant. ²⁵¹

Descartes établit les règles concernant le choc direct des deux corps durs en recourant au principe de conservation de la quantité de mouvement et au principe d'inertie. ²⁵² Selon le principe d'inertie il y a deux sortes de force dans les corps : *force pour agir* et *force pour résister*. Par exemple, un corps en mouvement possède une force pour continuer son mouvement avec la même vitesse et dans la même direction, c'est-à-dire pour mouvoir un autre corps qu'il rencontre; et un corps en

in the tube or a stone in a sling being held in by a rope. The other is ordinary force, joined with actual motion, which I call living force [vis viva] . An example of dead is centrifugal force itself, and also the force of heaviness [vis gravitatis] or centripetal force, and the force by which a stretched elastic body begins to restore itself. But when we are dealing with impact, which arises from a heavy body which has already been falling for some time, or from a bow that has already been restoring its shape for some time, or from a similar cause, the force in question is living force, which arises from an infinity of continual impressions of dead force ». (*Specimen Dynamicum, I^e partie, AG, p.121-122*).

²⁴⁹ *Les principes de la philosophie, AT IX, II^e partie, art.36, p.84.*

²⁵⁰ *Idem.*

²⁵¹ *Ibid., II^e partie, art.42, p.87-88.*

²⁵² Selon Descartes la première cause de mouvement dans les corps est Dieu. Et les secondes causes des différents mouvements dans les corps sont des lois de la nature dues à l'immutabilité de Dieu. Les règles du choc dérivent aussi de ces lois. Nous pouvons dénommer la première comme le principe d'inertie : « *Que chaque chose demeure en l'état qu'elle est, pendant que rien ne le change* » (*Ibid., II^e partie, art.37, p.84*). La deuxième loi de la nature concerne le mouvement linéaire : « *Que tout corps qui se meut, tend à continuer son mouvement en ligne droite* ». (*Ibid., II^e partie, art.39, p.85*). La troisième annonce la conservation de la quantité de mouvement : « *si un corps qui se meut en rencontre un autre plus fort que soi, il ne perd rien de son mouvement, et il en rencontre un plus foible qu'il puisse mouvoir, il ne perd autant qu'il lui en donne* » (*Ibid., II^e partie, art.40, p.86*).

repos possède une force pour résister, c'est-à-dire pour rester en repos.²⁵³ Le choc est caractérisé comme un conflit des forces. Pour déterminer les conséquences du choc des corps de différentes grandeurs et de différentes vitesses, en comparant les forces des corps pour continuer leurs mouvements et pour résister au mouvement on n'a qu'à décider quel corps va agir et lequel va céder à l'effet de l'autre.²⁵⁴ Alors comment mesurer ces forces? Descartes ne répond pas à cette question aussi clairement qu'il définit la quantité de mouvement : « *On doit juger de la quantité de cette force par la grandeur du corps où elle est, et de la superficie selon laquelle ce corps est séparé d'un autre, aussi par la vitesse du mouvement, et les façons contraires dont plusieurs divers corps se rencontrent* ». ²⁵⁵ Le fait que la force est déterminée par la grandeur et par la vitesse laisse à penser qu'elle est identique à la quantité de mouvement. Cependant Descartes n'a nulle part soutenu qu'il y a une telle identité entre eux ou que la quantité de force se conserve dans l'univers. C'est pourquoi dans l'univers entier et dans le choc des deux corps la quantité conservée n'est que celle de mouvement.

Même si Descartes n'en allègue nulle part, dans son article, Leibniz accuse les cartésiens de prendre la force et la quantité de mouvement pour la même chose. Leibniz critique que les cartésiens d'avoir pris la quantité de mouvement (*quantitas motus*) et la force motrice (*vis motrix*)²⁵⁶ pour la même chose et d'avoir mesuré tous les deux comme le produit de la masse (*moles*)²⁵⁷ du corps par sa vitesse (*velocitatum*). Le but de Leibniz est de mettre en évidence la fausseté du principe cartésien de conservation en démontrant que la force et la quantité de mouvement ne sont pas les mêmes choses.²⁵⁸ Comme il a précisé dans le *Discours*, cette démonstration est importante non seulement pour la physique mais aussi pour la métaphysique. Parce que cette distinction mettra en lumière qu'il faut recourir aux

²⁵³ *Ibid.*, II^e partie, art.43, p.88.

²⁵⁴ *Ibid.*, II^e partie, art.45, p.89.

²⁵⁵ *Ibid.*, II^e partie, art.43, p.88.

²⁵⁶ *Vis motrix* désigne la force d'un corps en mouvement due à son mouvement. Au lieu de *vis motrix* Leibniz utilise parfois le terme de *motricis potentiae* ayant le même sens.

²⁵⁷ Pour désigner la grandeur du corps Leibniz utilise plusieurs différents mots dans différents endroits : des termes latin comme *massa*, *mole*, *corpus*, *libra* et des termes français comme *corps*, *masse*, *pesanteur* et *poids*.

²⁵⁸ *Brevis Demonstratio*, L, p.296.

considérations métaphysiques au-delà de l'extension pour expliquer les phénomènes corporels.²⁵⁹

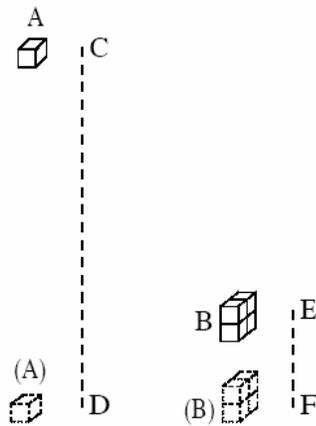
Leibniz trouve l'admission de la conservation de force en tant que le principe de conservation convenable à la raison. Comme nous avons parlé déjà, il fonde son assertion sur la garantie de la perpétuité du mouvement et l'impossibilité du mouvement perpétuel mécanique et du repos perpétuel. La force d'un corps ne diminue que s'il la transfère à un autre corps et n'augmente que par une impulsion nouvelle du dehors. Donc il ne s'agit pas d'une machine qui produit un mouvement perpétuel mécanique en augmentant sa force par soi-même sans une impulsion du dehors. Leibniz parle de ce sujet dans le *Discours* : « *Il est bien raisonnable que la même force se conserve toujours dans l'univers. Aussi quand on prend garde aux phénomènes on voit bien que le mouvement perpétuel mécanique n'a point de lieu, parce qu'ainsi la force d'une machine, qui est toujours un peu diminuée par la friction et doit finir bientôt, se réparerait, et par conséquent s'augmenterait d'elle-même sans quelque impulsion nouvelle du dehors ; et on remarque aussi que la force d'un corps n'est pas diminuée qu'à mesure qu'il en donne à quelques corps contigus ou à ses propres parties en tant qu'elles ont un mouvement à part* ». ²⁶⁰ Selon Leibniz, le principe cartésien de conservation de la quantité de mouvement est une conséquence erronée qui résulte de la prise de la force et la quantité de mouvement pour la même chose.²⁶¹ Donc, pour démontrer que ce n'est pas la quantité de mouvement qui est conservée dans l'univers, mais c'est la force, il faut d'abord démontrer qu'elle n'est pas la même chose que la force.

²⁵⁹ « *La distinction de la force et de la quantité de mouvement est importante entre autres pour juger qu'il faut recourir à des considérations métaphysiques séparées de l'étendue afin d'expliquer les phénomènes des corps. Cette considération de la force distinguée de la quantité de mouvement est assez importante non seulement en physique et en mécanique pour trouver les véritables lois de la nature et règles du mouvement, et pour corriger même plusieurs erreurs de pratique qui se sont glissées dans les écrits de quelques habiles mathématiciens, mais encore dans la métaphysique pour mieux entendre les principes* ». (*Discours de Métaphysique*, R, art.18, p.55).

²⁶⁰ *Discours de Métaphysique*, R, art.17, p.53.

²⁶¹ Selon Leibniz on parvient à cette conséquence erronée parce qu'on croit que la considération valant seulement pour des machines simples (*vulgaribus machinis*) règne dans tous cas. Dans des machines simples tels le levier, la roue, la poulie, la vis, la vitesse et la masse se compensent respectivement et dans ce cas la force est mesurée par la quantité de mouvement. Mais c'est un cas d'accidentel, et il ne faut pas le généraliser. Il y a des autres cas où la quantité de mouvement et la force ne sont pas identiques comme on en donnera l'exemple par la suite, et en fait ce sont ces types d'exemples qu'on doit prendre en considération. (*Brevis Demonstratio*, L, p.297-298).

Leibniz part de deux suppositions acceptées par des philosophes et des mathématiciens de son époque pour montrer que la quantité de mouvement et la force sont différentes :



1. « Un corps tombant d'une certaine hauteur acquiert la force d'y remonter, si sa direction le porte ainsi, à moins qu'il ne se trouve quelques empêchements »

2. « Il faut autant de force pour élever un corps A d'une livre à la hauteur

CD de quatre toises, que d'élever un corps B de quatre livres à la hauteur EF d'une toise ».²⁶²

Dans la première partie de la démonstration en utilisant ces deux suppositions, Leibniz montre que la force que le corps A étant tombé de la hauteur CD a acquis lors qu'il est parvenu en D et la force que le corps B étant tombé de la hauteur EF a acquis lors qu'il est parvenu en F, sont égales. Dans la deuxième partie en utilisant la formule de la chute libre de Galilée il calcule les quantités de mouvement de ces deux corps aux points D et F et il fait voir que ces deux quantités sont différentes. Il démontre ainsi que la quantité de mouvement et la force ne sont pas la même chose. Maintenant examinons pas à pas comment on parvient à cette conséquence.

Les valeurs sont données comme $A=m$, $B=4m$ et $CD=4h$, $EF=h$ (m désigne la masse ou la grandeur, h désigne l'hauteur).

²⁶² *Discours de Métaphysique*, R, art.17, p.53. Les mêmes suppositions se trouvent aussi dans son article dénommé *Brevis Demonstratio*. Nous expliquerons la démonstration à partir des tout deux sources.

1. Dans la première partie de la démonstration nous comparerons, en utilisant les deux suppositions, les forces des deux corps aux points D et F.

En vertu de la première supposition le corps A en tombant de C à D acquiert la force qui suffit à remonter jusqu'à C. Cela veut dire qu'en tombant de C, A acquiert la force d'élever un corps de m , c'est-à-dire lui-même à la hauteur CD, c'est-à-dire la hauteur de $4h$.

En vertu de la première supposition le corps B en tombant de E à F acquiert la force qui suffit à remonter jusqu'à E. Cela veut dire qu'en tombant de E, B acquiert la force d'élever un corps de $4m$, c'est-à-dire lui-même à la hauteur EF, c'est-à-dire la hauteur de h .

En vertu de la deuxième supposition comme il faut autant de force pour élever un corps de m à la hauteur de $4h$ que pour élever un corps de $4m$ à la hauteur de h , les forces de ces deux corps, c'est-à-dire la force acquise par A en tombant de C et la force acquise par B en tombant de E, sont égales.

En somme, il appert que la force du corps A au point D est égale à la force du corps B au point F.²⁶³

2. Dans la deuxième partie de la démonstration nous allons calculer les quantités de mouvement de ces deux corps qui ont des forces identiques. Si la force et la quantité de mouvement sont les mêmes choses, les quantités de mouvement de ces deux corps aux points D et F doivent aussi être égales.

²⁶³ Ici Leibniz entend par la force la *vis motrix*, c'est-à-dire la force d'un corps en mouvement. La force que le corps acquiert en tombant et qu'il doit consommer pour s'élever à une hauteur déterminée, elle est toujours la *vis motrix*. Mais ici, l'acquisition de la force ne signifie pas qu'on l'acquiert du néant et la consommation de la force ne signifie pas qu'elle s'anéantit. En vertu du principe d'équivalence de la cause et de l'effet, un effet qui est produit en consommant toute la force de la cause, indépendamment du temps de sa production, doit être identique à sa cause du point de vue de la force. Par exemple un corps en mouvement peut monter jusqu'à une hauteur déterminée en consommant toute sa vitesse. Cela veut dire que la force ne s'anéantit pas mais elle se transforme en hauteur. La cause, c'est-à-dire la vitesse totale du corps, produit l'effet en se consommant, c'est-à-dire elle élève le corps à une hauteur déterminée; et cet effet, c'est-à-dire un corps à une hauteur déterminée, en tombant de cette hauteur il peut reproduire la cause qui l'a produit, c'est-à-dire la vitesse du corps.

Selon la loi de la chute libre de Galilée, la hauteur de la chute est proportionnelle au carré de la vitesse acquise par la chute.²⁶⁴ Comme la hauteur CD est quadruple de EF, la vitesse acquise par A en tombant de CD, est double de la vitesse acquise par B en tombant de EF. On peut désigner cette proportion de la manière suivante : $V_A=2v$, $V_B=v$. Et maintenant nous calculerons les quantités de mouvement de A et B aux points D et F :

Quantité de mouvement = grandeur x vitesse (scalaire)

Quantité de mouvement de A = $m \times 2v = 2mv$

Quantité de mouvement de B = $4m \times v = 4mv$

Comme on voit clairement, la quantité de mouvement du corps A au point D est la moitié de la quantité de mouvement du corps B au point F. Or à ces points en question les forces de ces corps-là étaient égales. Il en s'ensuit que la force et la quantité de mouvement ne sont pas identiques : « *Il y a donc une grande différence entre la force motrice et la quantité de mouvement, à tel point que l'une ne peut être estimée à partir de l'autre (...). Il apparaît de là que la force doit être estimée à partir de l'effet qu'elle peut produire (quantitate effectus), par exemple, la hauteur à laquelle elle peut élever un corps pesant d'une grandeur et d'une espèce déterminée* ». ²⁶⁵ Dans cet article Leibniz ne s'exprime pas clairement la formule de la force mais on peut inférer facilement la formule à l'aide de la proportion qu'il a donnée. La force est proportionnelle à la hauteur qui produit la vitesse, c'est-à-dire selon la loi de la chute libre de Galilée elle est proportionnelle au carré de la vitesse. Donc la formule de la force doit être mv^2 comme elle est déjà obtenue dans le *De corporum concursu* en 1678.²⁶⁶

²⁶⁴ Dans *Specimen praeliminare* Leibniz définit la formule de Galilée comme un lemme (*lemma*) et explique ainsi : « *The perpendicular heights of heavy bodies are proportional to the squares of the speeds which they can acquire by falling from those heights, or to the squares of the speeds by virtue of which they can raise themselves to those very heights. This proposition is due to Galileo, demonstrated from the nature of the motion of a heavy body uniformly accelerated; it is accepted by mathematicians and confirmers by numerous experiments* ». (AG, p.107). La formule est déterminée comme $v^2=2gh$, à condition que v désigne la vitesse, g l'accélération de gravité et h l'hauteur de chute.

²⁶⁵ *Brevis Demonstratio*, A VI, 4 c1, n.369, p.2029 ; cité et traduit par D, p.136.

²⁶⁶ Le fait que la hauteur qu'un corps peut monter en consommant sa vitesse est proportionnelle au carré de sa vitesse, c'est propre à notre système du monde. Dans un autre système mondial la proportion entre la hauteur et la vitesse pourrait être différente. Dans ce cas- là la formule de la force serait différente de mv^2 . Leibniz remarque ce problème de validité concernant la formule mv^2 et il caractérise la méthode où il utilise la loi de la chute libre de Galilée pour parvenir à cette formule comme *a posteriori*. En outre il prétend qu'il y a une méthode *a priori* : « *I arrived at the true way of measuring forces, indeed, I arrives at the very same measure but in widely different ways, the one a*

Selon Leibniz calculer en identifiant la quantité de mouvement avec la force, cela causera la violation du principe d'équivalence de la cause et de l'effet. La violation du principe d'équivalence de la cause et de l'effet, signifie que la force ne se conserve pas, c'est-à-dire que le gain ou la perte de la force a lieu. Cela amène à une conséquence absurde tel que un mouvement perpétuel mécanique ou un repos perpétuel. Leibniz démontre aux nombreux endroits que le principe cartésien de la conservation de la quantité de mouvement et les règles du choc fondées sur ce principe violent l'équivalence de la cause et de l'effet. Parmi celles-ci nous prendrons en main la démonstration qui se trouve dans le *Specimen Dynamicum*. La démonstration se fait à l'aide d'un dispositif de pendule²⁶⁷ et grâce à l'aptitude des corps qui consiste à se substituer entre eux.

Les corps peuvent transférer entre eux leurs forces entière ou une partie de leur force. Mais comme la cause pleine est égale à l'effet entier du point de vue de la force, la somme de la quantité de force dans ces corps doivent être toujours la même. Par exemple un corps en mouvement, en transférant toute sa force à un autre corps en repos, peut le faire acquérir la vitesse et lui-même peut demeurer en repos. Cela nous montre que dans nos calculs nous pouvons en toute confiance substituer l'un à l'autre, les corps qui ont la force égale. Ce n'est pas important si nous pouvons faire réellement cette opération de remplacement, nous pouvons la faire dans la réflexion. Si les choses que nous avons substitué l'une à l'autre n'ont pas la même force, l'effet peut être plus grand que sa cause et cela cause un mouvement perpétuel mécanique. Donc si le remplacement d'une force par une autre cause un mouvement perpétuel

priori, from a very simple consideration of space, time, and action (which I shall explain elsewhere), the other, a posteriori, namely, through measuring the force by the effect it produces in consuming itself » (*Specimen Dynamicum*, I^e partie, AG, p.127). La méthode est caractérisée comme *a posteriori* parce que à part le principe d'équivalence de la cause et de l'effet on recourt à la loi de la chute libre de Galilée. La formule mv^2 obtenue de cette méthode ne peut pas être indépendante des conditions du système mondial car elle dépend des actes des corps dans la chute libre, c'est-à-dire de l'effet de la gravité qui fait acquérir la vitesse. Pour la méthode *a priori* voir sa lettre à Bayle de la fin des années 1690. (GP III, p.60).

²⁶⁷ Les choses qu'on ne peut pas comparer directement peuvent être comparées par leurs effets. Si l'effet est produit en consommant toute la force de la cause il doit être identique à sa cause. Dans ce cas-là, la durée de la production de l'effet n'importe pas. Un pendule qui remonte par la vitesse qu'il aurait acquis en tombant est un bon exemple pour un tel effet. Le corps, en consommant toute sa vitesse, peut élever lui-même jusqu'à la hauteur d'où il serait tombé pour acquérir cette vitesse. Par conséquent la force du corps est en raison composée de sa masse et de l'hauteur à laquelle il peut monter. (*Specimen Dynamicum*, I^e partie, AG, p.128). Voir *Annexes* pour la figure du dispositif du pendule).

mécanique, c'est-à-dire si l'effet est plus grand que sa cause, cela veut dire que les forces en question ne sont pas identiques.²⁶⁸

Si nous considérons la quantité de mouvement comme la force, la force du corps A de la grandeur $2m$, de la vitesse v et la force du corps C de la grandeur m , de la vitesse $2v$ sont égales et nous devons substituer en toute confiance l'un à l'autre. Maintenant comparons les forces de ces corps en regardant leur effet qui se produiraient au pendule. Le corps A de la grandeur $2m$ en consommant sa vitesse v , peut monter à la hauteur h . Ainsi on peut dire que le corps A possède une force qui suffira d'élever un corps de m à la hauteur $2h$. Car la force nécessaire pour élever un corps de la masse $2m$ à la hauteur h , est identique à la force nécessaire pour élever un corps de la masse m à la hauteur $2h$. Pensons que le corps A transfère toute sa force à un corps C de la masse m , c'est-à-dire qu'il se substitue au corps C. Si la quantité de mouvement est prise pour la force, le corps C acquiert la vitesse $2v$. Selon la loi de la chute libre de Galilée le corps C de la masse m peut monter à la hauteur $4h$ avec la vitesse $2v$. Dans ce cas le corps C a la force d'élever un corps de la masse m à la hauteur $4h$. En présumant que A et C avaient la même force nous avons substitué l'un à l'autre, mais lors que nous avons comparé leurs effets qu'ils produisaient sur la pendule par leur forces, nous avons vu que le corps C, en produisant le double de l'effet du corps A, possédait le double de la force du corps A. Ainsi, selon ce calcul, nous aurons fait surgir de la force à partir du néant, d'où nous obtiendrons un mouvement perpétuel mécanique.²⁶⁹

Toutes ces démonstrations révèlent que la quantité de mouvement et la force sont des différentes choses et que ce qui se conserve dans l'univers, ce n'est pas la quantité de mouvement mais la force. Car si nous supposons que la quantité de mouvement se conserve, nous voyons que le principe d'équivalence de la cause et de l'effet est violé. Si nous considère le mouvement du corps, sans prendre en considération sa nature relative, comme une chose absolue et en plus si nous reconnaissons encore l'inertie du corps, nous sommes obligés sans doute à orienter comme les cartésiens vers la conservation de la quantité de mouvement. Car ce qu'on

²⁶⁸ *Ibid.*, p.129.

²⁶⁹ *Idem.* La même démonstration se trouve aussi avec des différentes valeurs dans la lettre à Bayle datée du 9 Janvier 1687. (GP III, p.45). Dans la même lettre Leibniz montre aussi que la règle troisième de la collision de Descartes aboutit à la perte de force. (*Ibid.*, p.46).

observe, c'est qu'il y a une proportion inverse entre la grandeur et la vitesse : si la grandeur augmente la vitesse diminue. Ainsi le principe qui nous permettra de déterminer les vitesses résultantes et de construire l'équivalence entre la gain et la perte dans le choc, c'est le principe de la conservation de la quantité de mouvement. Si nous remarquons la nature relative du mouvement et si nous voyons que dans le fondement du mouvement il y a quelque chose d'absolue qui en est la cause, nous comprenons que la force doit être quelque chose différente de la quantité de mouvement et qui doit être estimée de manière différente que celle-ci. Rappelons que Leibniz a aperçu cette distinction quand il a trouvé que l'effet qui sert à mesurer la force d'un corps en mouvement, serait un effet qui consomme totalement la force. La force s'annonce ici comme une chose qui est estimée par l'effet futur. Donc cet effet n'est pas l'avancement du corps sur un plan horizontal mais un effet qui n'est pas encore actuel cependant qui devient actuel en consommant la force. Comme la force est la cause qui fait le corps acquérir le mouvement, ce qui donnera meilleur sa mesure, c'est l'effet de la gravité qui permet d'acquérir la vitesse à l'aide de la chute libre. Ainsi la force est en raison composée de la grandeur du corps et de la hauteur d'où le corps serait tombé pour acquérir sa vitesse. La formule de la force n'est donc pas mv mais mv^2 . Par la mise au carré on dépasse le fait que le mouvement est vectoriel, on estime la valeur absolue et positive de la force qui est la cause de mouvement.

Nous avons indiqué que Leibniz pense que la différence entre la force et la quantité de mouvement est importante non seulement pour la physique mais encore pour la métaphysique. Le fait que la force est fondée sur le principe d'équivalence de la cause et de l'effet issu de la volonté divine et le fait qu'elle nous amène à la doctrine de formes substantielles, montrent sa importance métaphysique. Mesurer la force d'un corps par l'effet futur au lieu du produit de sa grandeur par sa vitesse, cela signifie que cette force conservée dans le corps est différente de l'extension et des modifications de l'extension. Dans sa lettre à Bayle datée du 9 janvier 1687 Leibniz mentionne le sens métaphysique de la force : *« J'ajouteray une remarque de consequence pour la Metaphysique. J'ay montré que la force ne se doit pas estimer par la composition de la vitesse et de la grandeur. Mais par l'effect futur. Cependant il semble que la force ou puissance est quelque chose de reel dès à present, et l'effect futur ne l'est pas. D'où il s'ensuit, qu'il faudra admettre dans les corps quelque*

chose de different de la grandeur et de la vistesse, à moins qu'on veuille refuser aux corps toute la puissance d'agir ». ²⁷⁰ Pour que dans les corps se trouve une telle force qui détermine leurs actes futurs et pour que la quantité totale de mouvement demeure toujours la même malgré toute l'interaction entre les corps, il faut être dans les corps, en dehors de l'extension, une sorte de principe formel analogue à la mémoire qui permettra de conserver la force. Selon Leibniz, quelque nom qu'on donne à ce principe, il ne faut pas oublier qu'il peut seulement être expliqué par le concept de la force. ²⁷¹

²⁷⁰ *Lettre à Bayle du 9 janvier 1687, GP III, p.48.*

²⁷¹ « *Nous appelons ce principe n'importe quoi, forme ou entelechy ou force, pourvu que nous nous rappelons qu'il peut être seulement expliqué par la notion de forces* » (*Specimen Dynamicum, I^e partie, AG, p.125, J'ai traduit ce passage de l'anglais.*)

Chapitre VII

La réhabilitation de la doctrine des formes substantielles : *postliminio*

La cause qui conduit Leibniz à se référer aux formes substantielles, c'est qu'il distingue qu'une conception du mouvement et du corps dans laquelle d'une part le corps n'est que *impletio spatii*, c'est-à-dire l'étendue et l'impénétrabilité, et d'autre part le mouvement est seulement réduit à *mutatio spatii*, est insuffisant pour expliquer les lois du mouvement systématique.²⁷² Le mouvement systématique caractérise les mouvements des corps qui sont dans le système, dans le monde observable. Alors les lois du mouvement systématique sont les lois qui règnent dans l'expérience et qui explique l'ordre des choses. Leibniz remarque qu'il faut recourir au concept de la force afin d'établir correctement ces lois : « (...) ayant taché d'approfondir les principes mêmes de la Mécanique, pour rendre raison des lois de la nature que l'expérience faisoit connoître, je m'aperçûs que la seule considération d'une masse étendue ne suffisoit pas, et qu'il falloit employer encor la notion de la force, qui est tres intelligible, quoyqu'elle soit du ressort de la Métaphysique ». ²⁷³ Nous pouvons dire que la raison qui fait Leibniz comprendre que

²⁷² Sans doute la physique de Leibniz en 1671 ne considère pas le corps comme il ne consiste qu'en étendue. Dans celle-ci il se trouve une *mens* qui reproduit le *conatus* à chaque instant et le mouvement est une suite de cette série de *conatus*. Pourtant la *mens* ne peut pas maintenir ces *conatus* plus qu'un instant et ne peut pas déterminer le mouvement du corps dans le système. Selon cette conception il n'existe aucun raison pour que le *conatus* soit diminué ou annihilé. Une diminution du mouvement arrive seulement par l'effet d'un *conatus* contraire pourtant le *conatus* n'annihile pas. Leibniz qualifie ce fait en tant que la conservation du *conatus*. Dans le corps, il n'y a aucune chose qui peut lui valoir de refuser ou diminuer le *conatus* du corps qui le heurte. C'est-à-dire, le corps reçoit le *conatus* total du corps qui le heurte et continue son mouvement selon la composition de ce *conatus* et du sien. En l'occurrence, dans les lois du choc il n'existe pas un principe qui établit une équivalence entre le gain et la perte. Aux yeux de Leibniz le principe de la conservation de *conatus* n'est pas un principe comme le principe cartésien de la conservation du mouvement qui établit une équivalence entre le gain et la perte et qui détermine la transfère du mouvement au moment du choc. La conservation du *conatus* est nécessaire pour la perpétuité du mouvement cependant comme les *conatus* sont aussi des grandeurs orientées, l'annihilation du mouvement dans l'univers ne peut pas être embarrassée sans l'élasticité. Dans cette première théorie, nous sommes dépourvus d'un principe de conservation comme celui de conservation de la force qui permet d'établir l'équivalence entre le gain et la perte.

²⁷³ *Système nouveau* (1695), GP IV, p.478.

sa conception auparavant de la substance corporelle était faux et qui lui conduit à développer une nouvelle conception du corps est l'entrée du concept de la force à sa philosophie.

Puisque les lois systématiques du mouvement qui déterminent les actes des corps se montrent dans le mouvement voyons d'abord comment marche-t-elle l'expérience. Dans l'expérience (1) on observe que les corps résistent au mouvement en rapport avec leur grandeurs et que le corps reçoit le mouvement d'un autre corps seulement en diminuant le mouvement de celui-ci. Donc on pense qu'il existe une inertie naturelle, une résistance au mouvement dans la matière du corps. (2) On observe que les corps changent la situation par rapport à l'un et l'autre, qu'ils s'approchent, se choquent et s'éloignent l'un de l'autre. On nomme ce changement de situation des corps par rapport à l'un et l'autre le mouvement. On accepte d'une part qu'une chose en repos ne se meuve pas sans raison et d'autre part qu'une chose qui se meuve une fois continue son mouvement pourvu qu'elle ne parvienne pas à un obstacle. A partir de tout cela il s'ensuit que le mouvement a toujours besoin d'une cause qui le produira et le maintiendra. D'autre part dans l'expérience on remarque aussi la nature relative du mouvement. De deux corps changeants de situation entre eux, en considérant seulement ces deux corps, on ne peut pas décider lequel se meut vraiment. Le mouvement en tant que tel n'est pas réel. La cause qui produit le mouvement indépendamment de tous les cadres d'observation rend le mouvement réel en le faisant appartenir à un corps déterminé. Le corps auquel la cause du mouvement appartient, c'est celui-ci auquel le mouvement appartient aussi. En somme la production, le maintien et la réalité du mouvement sont attribués à la chose qu'on détermine en tant que la cause du mouvement.

Comment la nature du corps doit être pour que le corps puisse se mouvoir, résister au mouvement, maintenir son mouvement s'il ne rencontre pas un obstacle et, s'il le rencontre, le mouvoir en perdant quelque chose de son propre mouvement ? En répondant cette question Leibniz tient la conception cartésienne du corps en cible et il déclare que la nature du corps ne peut pas consister en étendue ou plus précisément qu'une chose dont la nature ne consiste qu'en étendue ne peut pas être une substance : *« Au concept d'étendue ou à la variété, donc, doit être ajouté celui d'action. Un corps est donc un agent étendu. On peut dire que c'est une substance*

étendue, seulement s'il est pris que toute substance agit, et tous agents sont des substances ». ²⁷⁴ Ce que la nature du corps consiste en étendue veut dire qu'il est une chose entièrement passive qui ne peut pas effectuer ses activités du mouvement et de la résistance par elle-même. Dans ce cas la seule voie est de recourir à Dieu. Le corps ne peut se meut par lui-même, ni lui-même peut maintenir son propre mouvement, il faut que Dieu pousse le corps toujours. De plus il ne peut pas s'efforcer pour rester en l'état qu'il est, il faut que Dieu le fait aussi pour lui. Donc la question à répondre est la suivante : est-ce que Dieu fait le tout ou est-ce que ses créatures sont capables de mouvoir et de résister par eux-mêmes ? Après avoir critiqué ceux qui considéraient les uns qui prennent Dieu comme *ex machina*, Leibniz répond à cette question dans le *Specimen Dynamicum* ainsi : « Je crois qu'il n'y a aucune vérité naturelle dans les choses dont l'explication [la proportion] doit être directement cherchée dans l'action ou dans la volonté divine, mais que Dieu toujours a doté les choses en elles-mêmes de quelque chose par laquelle tous leurs prédicats sont être expliqués ». ²⁷⁵ Nous voyons que Leibniz croit que le corps doit être une substance étendue, mobile et résistante, qui est capable de dériver ses propres propriétés sans recourant à Dieu de sa nature même. ²⁷⁶ Pourtant il est claire que l'étendue seulement ne peut pas rendre le corps active, c'est-à-dire, elle ne peut pas le rendre une substance. ²⁷⁷ Donc au-delà de l'étendue (et de l'impénétrabilité) du corps il faut exister un principe de l'action dans lui qui le fait une substance active et résistant, un agent étendu. Car une chose qui peut faire ses propres activités par soi-même, c'est à dire une chose active, ne peut qu'être une substance. Leibniz va nommer ce principe de l'action la forme substantielle et il va affirmer que le corps possède et conserve la force grâce à cette forme. Examinons maintenant comment Leibniz accède à la conception de la substance corporelle dont la nature est la force et qui agit et résiste par cette force, en commençant avec la propriété de l'inertie du corps.

²⁷⁴ L, p.217. (J'ai traduit ce passage de l'anglais). « *Notioni ergo extensionis sive varietatis addenda actio est. Corpus ergo est Agens extensum: dici poterit, esse substantiam extensam, modo teneatur omnem substantiam agere, et omne agens substantiam appellari* » (G VII, p.326).

²⁷⁵ *Specimen Dynamicum*, I^e partie, AG, p.125. (J'ai traduit ce passage de l'anglais).

²⁷⁶ « *Corpus est extensum, mobile, resistens. Idest quod agere et pati potest quatenus extensum est; agere si sit in motu, pati si motui resistat* ». (*Conspectus libelli elementorum physicae*, A 6.4 n.365 p.1987). « *Un corps est étendu, mobile, et résistant ; c'est-à-dire, c'est ce qui peut agir et peut subir pour autant qu'il est étendu – en agissant lorsqu'il est en mouvement, en subissant lorsqu'il résiste au mouvement* ». (*On The Element of Natural Science, The Plan Of The Book*, L, p.277, J'ai traduit ce passage de l'anglais).

²⁷⁷ « *Nous devons reconnaître que c'est impossible que seule extension qui contient seulement des notions géométriques, est capable d'action et de passion* ». (*Specimen Dynamicum*, II^e partie, AG, p.130, J'ai traduit ce passage de l'anglais).

L'inertie est définie comme la résistance d'un corps pour demeurer en même état et il est accepté en tant qu'un type de force. Par exemple un corps en repos possède une force de résistance au mouvement pour rester en repos. Cette force est une force que le corps possède en vertu de sa matière et elle est proportionnelle à la grandeur du corps. Ainsi le corps résiste au mouvement en rapport avec sa grandeur et il ne permet pas à un autre corps de faire lui-même bouger sans causer une diminution dans le mouvement de ceci. Selon Leibniz ce qu'un corps reste en même état pendant qu'il n'a pas une raison pour changer et ce qu'il résiste au changement, c'est-à-dire posséder une force pour rester en l'état qu'il est, ce sont des choses différentes.²⁷⁸ Une force de cette façon ne peut dériver de l'étendue. Un corps qui consiste en étendue est indifférent au mouvement et au repos. Pour qu'il y eut une telle force dans le corps il faut qu'il possède une chose au delà de l'étendue.

Chez la physique de Leibniz en *Theoria Motus Abstracti*, Leibniz accepte que le corps ne possède pas une inertie naturelle, qu'il est indifférent au mouvement et au repos et par là il établit une théorie de mouvement abstraite du système. Selon cette théorie du mouvement chaque corps agit infiniment sans recevoir aucune réaction. Un corps en mouvement, quelque petit qu'il soit, peut mouvoir un corps plus grand en repos sans perdre quelque chose de sa vitesse. Ici il s'agit de la violation du principe d'équivalence de la cause et de l'effet que Leibniz reconnaîtra ultérieurement. Comme une action est produite sans qu'il y ait une réaction, c'est-à-dire comme il y a un gain sans la perte, l'effet devient plus grand que sa cause et le mouvement perpétuel mécanique arrive. Leibniz reconnaît que cette théorie est en contradiction avec l'expérience et qu'un tel univers deviendrait un chaos à défaut de l'hypothèse. C'est pourquoi il essaie à surmonter, à l'aide de l'hypothèse, le problème de l'inertie naturel qui est une des contradictions de la théorie abstraite avec l'expérience. Même vers la fin de 1675 dans les notes de sa lecture des *Principes* de Descartes, il n'accepte pas la résistance du corps au mouvement : « *Il semble qu'il n'y a dans les corps aucun effort de persévérer dans le même état, ni résistance au changement* ».²⁷⁹ Au fil du temps, il commence à penser qu'au lieu d'expliquer l'inertie naturelle par une hypothèse il serait plus juste de l'attribuer au corps lui-

²⁷⁸ Lettre à De Volder du 23 mars / 3 avril 1699, GP II, p.170 ; AG, p.172.

²⁷⁹ Yvon Belaval, « Premières animadversions sur les principes », *Etudes Leibniziennes: de Leibniz à Hegel*, Paris, Gallimard, 1976, p.84.

même afin d'établir une physique sans hypothèse. Le concept de la force qui s'inscrit dans sa physique dès la découverte du principe d'équivalence de la cause et de l'effet en 1676, amène Leibniz à accepter qu'il y a dans le corps une force pour résister -une force passive.²⁸⁰

Le fait que cette force de résistance appartienne au corps dépend en ce que dans la nature du corps il y a un principe au-delà et au-dessus de l'étendue dont cette force peut dériver. Donc la doctrine cartésienne qui considère que la nature du corps ne consiste qu'en l'étendue, elle ne peut pas expliquer le fait que le corps possède une inertie naturelle par soi-même en vertu de sa propre nature. En fait une conception du corps qui ne consiste qu'en étendue est condamnée à engendrer des conséquences qui sont en contraste avec l'expérience dans le choc de même que la théorie initiale du mouvement de Leibniz : « *Car s'il n'y avait dans les corps qu'une masse étendue, et s'il n'y avait dans le mouvement que le changement de place, et si tout se devait et pouvait déduire de ces définitions toutes seules par une nécessité géométrique, il s'ensuivrait, comme j'ai montré ailleurs, que le moindre corps donnerait au plus grand qui serait en repos et qu'il rencontrerait, la même vitesse qu'il a, sans perdre quoi que ce soit de la sienne : et il faudrait admettre quantité d'autres telles règles tout à fait contraires à la formation d'un système* ». ²⁸¹ Cette doctrine a une seule formule pour expliquer la résistance du corps au mouvement : comme la force pour résister ne peut pas dériver de la nature propre du corps, il faut nécessairement recourir au Dieu. C'est ce que Descartes a fait implicitement lorsqu'il attribue à Dieu la force d'agir et la force de résister.²⁸² Une telle solution qui nécessite l'intervention perpétuelle de Dieu sur les corps est inacceptable du point de vue de Leibniz.²⁸³

²⁸⁰ *Lettre à De Volder du 23 mars / 3 avril 1699*, GP II, p.171 ; AG, p.173.

²⁸¹ *Discours de Métaphysique*, R, art.21, p.59.

²⁸² Selon Descartes, ces sont les lois de la nature qui déterminent le mouvement du corps avant et après le choc. Les lois de la nature énoncent que les corps possèdent une force pour continuer leur mouvement et pour résister au mouvement et que la quantité de mouvement se conserve dans le choc. Cependant pour que ces lois puissent être exécutées il faut l'intervention perpétuelle de Dieu, parce que les corps eux-mêmes ne sont pas dotés des éléments qui les font obéir à ces lois. Il n'est pas possible que les corps dont la nature ne consiste qu'en étendue, possèdent une telle force en eux-mêmes et il n'est plus possible de mettre une équivalence du gain et de la perte au cours de la transfère du mouvement entre eux. Donc le principe cartésien de conservation de la quantité de mouvement et le principe de l'inertie ne peut être qu'avec le concours perpétuel de Dieu. (*Les principes de la philosophie*, AT IX, II^e partie, art.36-45).

²⁸³ « *En effet ceux qui sont pour le système des causes occasionnelles se sont déjà fort bien aperçus que la force et les lois du mouvement qui en dépendent ne peuvent être tirées de la seule étendue, et comme ils sont pris pour accordé qu'il n'y a que de l'étendue, ils ont été obligés de lui refuser la force*

Part à la force passive qui est la cause de la résistance du corps au mouvement, Leibniz aussi parle d'une force active qui est la cause du mouvement. Même dans les premiers écrits de Leibniz où il a expliqué ses idées sur la physique, nous voyons qu'il remarque que le mouvement, qui est défini comme le *mutatio spatii* ou le *mutatio situs*, et la cause de ce mouvement ne sont pas identiques. Dans sa lettre à Thomasius datée de 30 avril 1669, il semble distinguer le mouvement donné à la matière par le *mens* du mouvement défini comme le *mutatio spatii* qui est une des qualités du corps comme la figure ou la grandeur. Dans sa lettre il cite tous les deux en tant que *motus*, pourtant en supposant le mouvement donné par le *mens* dans le même niveau que les entités (*ens*) ultimes et réellement distincts (*realiter distincta*) qui fondent l'univers, il fait sentir qu'il comprend ce mouvement-ci différemment de *mutatio spatii*.²⁸⁴ Si le mouvement est *mutatio spatii*, ce que donne la source du mouvement, c'est-à-dire la cause qui produit le mouvement doit être quelque chose différent du mouvement. A la longue, les déterminations concernant la nature relative du mouvement s'ajoutent à cette appréhension. Puisque le mouvement est quelque chose de relatif, ce qui distingue le mouvement et le repos l'un de l'autre n'est pas le mouvement lui-même mais la cause du mouvement. Le corps qui se meut vraiment est le corps qui contient la cause du mouvement en soi-même. Leibniz avait montré cette cause comme le *conatus* en 1671, avec le découvert du principe de la cause et de l'effet il le qualifie comme la *vis* : « *Nous attribuons le mouvement à ce qui a une force pour agir [vis agendi]. D'où c'est aussi évident que ceux qui ont dit que ce qui est vrai et positif dans le mouvement est également trouvé dans les deux corps contigus s'éloignant l'un de l'autre, ont parlé faussement. Car la force pour agir peut être seulement dans l'un de ceux-ci, et donc c'est aussi la cause [du changement de position]* ». ²⁸⁵ Pour que le corps possède la *vis agendi* qui est la cause

*et l'action, et d'avoir recours à la cause générale, qui est la pure volonté et action de Dieu. En quoi l'on peut dire qu'ils ont très bien raisonné ex hypothesi. Mais l'hypothèse n'a pas encore été démontrée ; et comme la conclusion paraît peu convenable ne physique, il y a plus d'apparence de dire qu'il y a du défaut dans l'hypothèse (qui d'ailleurs souffre bien d'autres difficultés), et qu'on doit reconnaître dans la matière quelque chose de plus que ce qui consiste dans le seul rapport à l'étendue ; laquelle, tout comme l'espace, est incapable d'action et de résistance, qui n'appartient qu'aux substances » (Extrait d'une lettre pour soutenir ce qu'il y a de lui dans le « Journal des Savants » du 18 juin 1691 (Journal des Savants, 5 Janvier 1693) dans Paul Janet, *Oeuvres complètes de Leibniz*, Tome 1, Felix Alcan, 1900, p.630-631).*

²⁸⁴ Cf. partie I, chapitre I, section II, post-scriptum 29.

²⁸⁵ « *Itaque nos illi motum tribuimus, quod vim agendi habet. Unde patet etiam falso illos dixisse, id quod reale et positivum in motu est, aequè utriusque corporum contiguorum a se recedentium competere. Potest enim vis agendi esse in uno tantum, adeoque et causa (variati situs)* ». (*Specimina*

du mouvement, il faut être en lui un principe formel au-delà et au-dessus de l'étendue, une entité sans matière dont la force découlerait.

L'idée qu'il faut exister dans les corps une force active qui produit et maintient le mouvement, et donc, qui sert à distinguer le mouvement du repos ; et de plus une force passive qui procure la résistance du corps au mouvement, amène Leibniz à repenser sur la nature du corps. Ni la conception cartésienne du corps qui ne consiste qu'en l'étendue, ni sa propre conception antérieure du corps qui consiste en l'union d'une matière indifférente au mouvement et au repos avec une *mens* momentanée, ni l'une ni l'autre ne sauront reconnaître que le corps contienne un tel principe dont des forces de ce genre puissent découler. Pour que ces forces soient dans le corps il faut qu'il y ait quelque chose au-dessus et au-delà de l'étendue en lui, à savoir un principe dont on pourra dériver ces forces. « *Quand j'ai considéré comment, en général, nous pourrions expliquer ce que nous expérimentons partout, que la vitesse est diminuée par une augmentation de masse [moles] comme, par exemple, quand le même bateau porté en aval va plus lentement, d'autant plus qu'il est chargé, j'ai arrêté et toutes mes tentatives ont été en vain, j'ai découvert que cela, pour ainsi dire, l'inertie de corps ne peut pas être déduite de la notion supposée initialement de matière et de mouvement, où la matière est comprise comme ce qui est étendu ou remplit l'espace, et où le mouvement est compris comme le changement d'espace ou de lieu. Mais plutôt, au-delà et au-dessus de ce qui est déduit seulement de l'étendue et de ses variations ou de ses modifications, nous devons ajouter et reconnaître dans les corps certaines notions ou les formes qui sont immatérielles, pour ainsi dire, indépendantes de l'étendue, lesquelles vous pouvez appeler les puissances [potentia], par lesquelles la vitesse est ajusté à la magnitude. Ces puissances ne consistent pas dans le mouvement, en effet, ni dans le conatus ou ni dans le commencement du mouvement, mais dans la cause ou dans cette raison intrinsèque pour le mouvement, laquelle est la loi requise pour continuer. Et les investigateurs se sont trompés tant qu'ils ont considéré le mouvement, mais non pas la puissance motrice ou la raison pour le mouvement, qui, même si elle dérive de Dieu, de l'auteur et le gouverneur des choses, ne doit pas être comprise comme étant*

*dans Dieu soi-même, mais doit être compris comme produite et conservée par lui dans les choses. De là nous montrerons aussi que ce n'est pas la même quantité de mouvement (qui trompe beaucoup), mais les mêmes puissances qui sont conservées dans le monde ».*²⁸⁶ La physique exige la force, une force passive pour résister au mouvement dans le choc et une force active qui va permettre de faire une véritable distinction, entre le mouvement en tant que la cause du mouvement et le repos. Cependant cette force ne faut pas être attribuée à Dieu qui devrait continuellement intervenir dans le monde par les miracles. La force qui fonde la nature du corps est donnée par Dieu afin de le rendre un agent, une substance.²⁸⁷ Comme le corps qui consiste uniquement en étendue ne peut pas posséder la force de cette espèce Leibniz affirme que les formes substantielles en tant que principes actifs immatériels doivent se trouver dans les corps pour sous-tendre la force, pour la faire appartenir à la nature du corps. Voilà que c'est la raison qui fait Leibniz accepter les formes substantielles qu'il avait refusées auparavant : « (...) *force est quelque chose de différent de la grandeur de la figure et du mouvement, et on peut juger par là que tout ce qui est conçu dans le corps ne consiste pas uniquement dans l'étendue et dans ses modifications, comme nos modernes se persuadent. Ainsi nous sommes encore obligés de rétablir quelques êtres ou formes, qu'ils ont bannis ».*²⁸⁸

Leibniz croit que les principes métaphysiques dont les lois du mouvement dérivent sont en même temps les principes qui déterminent la structure des corps. Les corps doivent être composés de manière à satisfaire les lois du mouvement auxquelles ils sont soumis. Pour mieux dire, dans la nature des corps il faut être quelques choses concernant les principes dont ces lois dérivent, pour que les corps poursuivent ces lois. Sinon, il faut que la loi soit encore maintenue par Dieu. Et c'est là justement la faute de Descartes, selon Leibniz : « *Bien que dans l'origine ils [les mouvements] doivent être attribués à Dieu, à la cause générale des choses, pourtant, directement et dans les cas particuliers, ils doivent être attribués à la force que Dieu a placé dans les choses. Comme dire que dans la création Dieu a donné aux corps une loi pour agir veut dire rien, à moins qu'il leur a donné en même temps quelque*

²⁸⁶ *On the Nature of Body and the Laws of Motion (1678-82)*, AG, p.249-250, GP VII, p.283. (J'ai traduit ce passage de l'anglais)

²⁸⁷ « *Nous avons insisté que dans les choses corporelles il y a quelque chose au-delà et au-dessus de l'étendue, en fait, quelque chose antérieure à l'étendue, c'est-à-dire que la force de la nature implantée partout par le Créateur »* (*Specimen Dynamicum, I^e partie*, AG, p.118, J'ai traduit ce passage de l'anglais).

²⁸⁸ *Discours de Métaphysique*, R, art.18, p.55.

*chose par laquelle il pourrait arriver que la loi est suivie ; autrement, il, lui-même, devrait toujours surveiller l'exécution de la loi d'une façon extraordinaire. Mais en effet, sa loi est effective et il a rendu les corps effectifs, c'est-à-dire il leur a donné une force inhérente. ».*²⁸⁹ Descartes allégué que les corps possèdent une force d'agir et de résister dues aux lois de la nature et que la même quantité de mouvement se conserve dans l'univers, mais il ne reconnaît pas un principe dans eux qui soutiendrait et conserverait la force. Quant à Leibniz, il pense que le corps doit posséder une forme substantielle capable de avoir et de conserver la force en lui, pour que le corps puisse poursuivre la loi selon laquelle la même quantité du mouvement est maintenue dans la cause et l'effet. Par conséquent Leibniz avancera désormais que la nature du corps doit être fondée plutôt sur ces formes, bien entendu sur la force que sur l'étendue : « *Toute la nature du corps ne consiste pas seulement dans l'étendue, c'est-à-dire dans la grandeur, figure et mouvement, mais qu'il faut nécessairement y reconnaître quelque chose qui ait du rapport aux âmes, et qu'on appelle communément forme substantielle, bien qu'elle ne change rien dans les phénomènes, non plus que l'âme des bêtes, si elles en ont* ».²⁹⁰

Dans le *Discours de la Métaphysique* Leibniz explique qu'en tant qu'un philosophe qui tient pour la philosophie mécanique, qu'il avait mis beaucoup de temps avant de comprendre qu'il fallait faire un retour à la doctrine des formes substantielles, et que l'admission de l'existence des formes substantielles avait été une décision difficile pour lui.²⁹¹ Rappelons que dans sa lettre à Thomasius datée de 30 avril 1669 Leibniz, en refusant que les formes substantielles étaient les entités immatérielles dans le corps, avait avancé que les formes substantielles consistaient uniquement en des figures. A cette époque-là, il pensait que l'acceptation de l'existence des formes substantielles dans les corps empêcherait l'explication

²⁸⁹ *On body and force, against the Cartesians May 1702*, AG, p.253-254 ; GM VI, p.102, J'ai traduit ce passage de l'anglais.

²⁹⁰ *Discours de Métaphysique*, R, art.12, p.46.

²⁹¹ « *Je sais que j'avance un grand paradoxe en prétendant de réhabiliter en quelque façon l'ancienne philosophie et de rappeler postliminio les formes substantielles presque bannies ; mais peut-être qu'on ne me condamnera pas légèrement, quand on saura que j'ai assez médité sur la philosophie moderne, que j'ai donné bien du temps aux expériences de physique et aux démonstrations de géométrie, et que j'ai été longtemps persuadé de la vanité de ces êtres, que j'ai été enfin obligé de reprendre malgré moi et comme par force, après avoir fait moi-même des recherches qui m'ont fait reconnaître que nos modernes ne rendent pas assez de justice à saint Thomas et à d'autres grands hommes de ce temps-là, et qu'il y a dans les sentiments des philosophes et théologiens scolastiques bien plus de solidité qu'on ne s' imagine, pourvu qu'on s'en serve à propos et en leur lieu* ». (*Ibid.*, art.11, p.46).

mécanique du monde physique. Il croyait que l'admission que telles entités immatériels se trouvent dans les corps, serait la même chose que d'attribuer un instinct à la nature et que cela serait un retour à un polythéisme pagan. De plus, selon Leibniz en considérant la forme substantielle en tant qu'un principe d'action dans le corps lui-même comme les scolastiques l'avaient compris, nous serions dépourvus d'une bonne preuve de Dieu parce qu'il n'y aurait plus besoin d'un premier moteur.

Or maintenant Leibniz allègue que les scolastiques ne se sont pas trompés en acceptant l'existence des formes substantielles, mais leur faute était le mauvais usage ou à proprement parler l'abus des formes substantielles. Ce mauvais usage est l'utilisation des formes pour expliquer les phénomènes bien qu'ils ne changent rien chez eux : « *C'est en quoi nos scolastiques ont manqué, et les médecins du temps passé à leur exemple, croyant de rendre raison des propriétés des corps en faisant mention des formes et des qualités, sans se mettre en peine d'examiner la manière de l'opération ; comme si on se voulait contenter de dire qu'une horloge a la qualité horodictique provenant de sa forme, sans considérer en quoi tout cela consiste. Ce qui peut suffire, en effet, à celui qui l'achète, pourvu qu'il en abandonne le soin à un autre* ». ²⁹² D'après Leibniz ces formes ne servent de rien dans le détail de la physique et ils ne doivent pas être utilisés pour expliquer les phénomènes. Le mauvais usage des formes par les scolastiques ne doit pas entraîner à les refuser complètement comme il le faisait aussi dans sa jeunesse. Pour Leibniz les formes substantielles sont nécessaires pour la métaphysique, la connaissance des formes nous dit quelque chose sur la métaphysique : « *Mais ce manquement et mauvais usage des formes ne doit pas nous faire rejeter une chose dont la connaissance est si nécessaire en métaphysique que sans cela je tiens qu'on ne saurait bien connaître les premiers principes ni élever assez l'esprit à la connaissance des natures incorporelles et des merveilles de Dieu* ». ²⁹³

²⁹² *Ibid.*, art.10, p.45.

²⁹³ *Idem.* Citons concernant ce sujet une partie du texte de Leibniz dont le titre est *Système nouveau de la nature et de la communication des substances, aussi bien que de l'union qu'il y a entre l'âme et le corps* (1695) : « *Il fallut donc rappeler et comme rehabiler les formes substantielles, si décriées aujourd'hui, mais d'une manière qui les rendist intelligibles et qui séparât l'usage qu'on en doit faire, de l'abus qu'on en a fait. Je trouvay donc que leur nature consiste dans la force, et que de cela s'ensuit quelque chose d'analogique au sentiment et à l'appetit ; et qu'ainsi il falloit les concevoir à l'imitation de la notion que nous avons des âmes. Mais comme l'âme ne doit pas estre employée pour rendre raison du détail de l'oeconomie du corps de l'animal, je jugeay de même qu'il ne falloit pas employer ces formes pour expliquer les problemes particuliers de la nature, quoyqu'elles soyent nécessaires pour établir des vrays principes generaux. Aristote les appelle entelechies premieres, je les appelle peutestre plus intelligiblement forces primitives, qui ne contiennent pas seulement l'acte*

Même s'il accepte l'existence des formes substantielles, Leibniz défend encore que tous les phénomènes naturels peuvent être expliqués par la mécanique. Cependant les lois fondamentales de la mécanique sont fondées sur des principes métaphysiques et ils ne peuvent pas être expliqués seulement par une matière passive et ses modifications. Ces lois dépendent des formes substantielles : « *Il paraît de plus en plus, quoique tous les phénomènes particuliers de la nature se puissent expliquer mathématiquement ou mécaniquement par ceux qui les entendent, que néanmoins les principes généraux de la nature corporelle et de la mécanique même sont plutôt métaphysiques que géométriques, et appartiennent plutôt à quelques formes ou natures indivisibles comme causes des apparences qu'à la masse corporelle ou étendue* ». ²⁹⁴ Pour que les lois de la nature dérivées des principes métaphysiques puissent être exécutées dans le monde, il faut accepter que les corps possèdent des formes substantielles, sinon toute la force d'agir serait laissée à Dieu et tout ne pourrait être expliqué que par l'intervention perpétuelle de Dieu.

Leibniz pense que les philosophes de son époque polarisent en tant que les scolastiques et les mécanistes est que les défenseurs de tous les deux sont exagérés dans leurs assertions. Les philosophes poursuivant la tradition scolastique sont contre la philosophie mécanique parce qu'ils pensent que l'explication mécanique des phénomènes corporels nuit à la religion. En effet pour eux la philosophie mécanique n'a point besoin de Dieu ou des autres entités immatérielles. Leibniz accepte que ces accusations soient partiellement vraies en affirmant que plusieurs philosophes mécanistes de son époque refusent les causes formelles et finales et qu'ils ne recourent qu'aux causes efficientes et matérielles. Cependant il croit que la philosophie mécanique ne faut pas être réfutée complètement de même que le mauvais usage des formes substantielles par les scolastiques ne nécessite pas le refus total de cette doctrine. Ce qu'il faut faire, c'est de trouver une solution qui réconcilie tous les deux. Si l'on sait que la philosophie mécanique est fondée sur les principes de la métaphysique et que ce qui est métaphysique est soumis à la sagesse divine, on peut aisément voir que les explications mécaniques ne sont pas les menaces pour la religion. D'autre part, si l'on démontre une fois que les lois mécaniques procèdent de la sagesse de Dieu et de la nature de la forme, il ne sera plus nécessaire chaque fois

ou le complément de la possibilité, mais encor une activité originale ». (*Système nouveau*, GP VII, p.478-479).

²⁹⁴ *Discours de Métaphysique*, R, art.18, p.55.

de recourir à Dieu ou aux formes substantielles pour expliquer les particuliers phénomènes naturels.²⁹⁵

²⁹⁵ *On The Element Of Naturel Science*, L, p. 288-289. (Ce texte est cité d'un livre que Leibniz avait projeté d'écrire sur les éléments de la science naturelle. Il rédige l'ébauche de ce livre mais sa suite ne va pas et ce livre n'est jamais écrit. L'ébauche du livre se trouve en A 6.4 n.365 1986-1991 avec le titre *Conspectus libelli elementorum physicae* [Sommer 1678 bis Winter 1678/79 (?)] et sa introduction prend place en A 6.4 n.366 1992-2010 avec le titre *Praefatio Ad Libellum Elementorum Physicae*).

CONCLUSION

Le jeune Leibniz qui pensait que le véritable successeur de la philosophie d'Aristote était la philosophie moderne, en montrant que ces deux points de vue peuvent facilement se réconcilier, avait démarré avec l'intention de constater la possibilité d'une réforme dans la philosophie. La *Philosophia reformata* qui réduisait la nature du corps à l'étendue et à l'impénétrabilité, prenait Dieu pour la seule source d'activité de la nature et n'acceptait pas dans les corps l'existence des formes substantielles qui pourraient être la source de leurs activités. Mais dans les années suivantes, une deuxième réforme dans la vie philosophique de Leibniz le oblige à l'accepter des formes substantielles qu'il avait refusé au commencement. La *reformatio* annonçait que la force était différente de la quantité du mouvement et que ce qui devrait être conservé n'était pas la quantité du mouvement mais la force. Descartes qui tenait le mouvement considéré seulement en tant qu'un transfert, comme une chose d'absolue sans prendre en considération la cause qui le produisait, avait calculé la quantité conservée dans l'univers par la multiplication de la grandeur du corps avec sa vitesse scalaire. Selon Leibniz, c'était l'erreur inévitable de la doctrine qui prenait la nature du corps seulement pour l'étendue et qui ne prenait pas en considération les causes derrière le mouvement et la résistance au mouvement. Or la force, étant la cause du mouvement et de la résistance au mouvement du corps, est quelque chose différente de la grandeur et de la vitesse, c'est-à-dire de l'étendue et des modifications de l'étendue. Elle est de réelle et d'absolue au delà de ce qu'on voit et du relatif. C'est-à-dire qu'il faut la mesurer non pas par la grandeur et par la vitesse d'un corps en mouvement sur un plan horizontal mais par son effet futur qu'il va produire en s'épuisant. Comme une hauteur à laquelle un corps en mouvement peut remonter en consommant sa vitesse sur un plan horizontal. C'est-à-dire, la formule de la force doit être non pas mv mais mv^2 .

Leibniz s'exprime que cette distinction entre la force et la quantité du mouvement est très importante non seulement pour établir adéquatement les lois du mouvement mais aussi pour la métaphysique. Car cette distinction nous amène à

accepter qu'il y ait dans le corps un principe au-delà et au-dessus de l'étendue, c'est-à-dire une sorte de l'âme, d'où la force découle, pour que le principe métaphysique d'équivalence de la cause et de l'effet soit valable. Autrement, il faudrait expliquer toutes les activités dans le monde physique par l'intervention perpétuelle de Dieu. Il est donc sans base d'affirmer que le corps dont la nature ne consiste qu'en étendue, possède, en vertu de la loi d'inertie, la force pour continuer son mouvement et la force pour résister au mouvement, comme l'affirme Descartes. Car, c'est encore Dieu qui maintiendra la loi à défaut de principe, dans le corps, qui lui vaut de poursuivre cette loi. C'est pourquoi Leibniz accepte que Dieu a donné aux corps une nature d'où les corps peuvent dériver leurs actions et leurs propriétés par eux-mêmes. C'est d'ailleurs la condition de la perfection divine et de la substantialité du corps. Le corps ne peut pas consister seulement en étendue, il doit être un agent étendu et peut satisfaire par lui-même aux exigences des principes métaphysiques présentant la sagesse divine. Alors, l'essence du monde physique n'est pas matérialité comme il l'est dans la philosophie cartésienne, mais c'est vitalité. Mais comme la force dans laquelle la vitalité réside est quelque chose de mesurable selon Leibniz, il n'y a aucun problème concernant l'explication mécanique des phénomènes. Avec le concept de force, la mécanique n'est plus seulement cinématique basée sur seul des principes géométriques et mais elle comprend aussi la dynamique étant la science de la force dans sa constitution même.

Leibniz résume son aventure intellectuelle dans sa lettre à Remond datée de janvier 1714 avec ces mots : « *Outre que j'ay eu soin de tout diriger à l'edification, j'ay taché de deterrer et de reunir la verité ensevelie et dissipée sous les opinions des differentes Sectes des Philosophes, et je crois y avoir adjouté quelque chose du mien pour faire quelques pas en avant. Les occasions de mes etudes, dès ma premiere jeunesse, m'y ont donné de la facilité. Etant enfant j'appris Aristote, et même les Scholastiques ne me rebutèrent point; et je n'en suis point fâché presentement. (...) Etant emancipé des Ecoles Triviales, je tombay sur les modernes, et je me souviens que je me promenay seul dans un boschage aupres de Leipzig, appelé le Rosendal, à l'âge de 15. ans, pour délibérer si je garderois les Formes Substantielles. Enfin le Mechanisme prevalut et me porta à m'appliquer aux Mathematiques. Il est vray que je n'entray dans les plus profondes qu'apres avoir conversé avec M. Hugens à Paris. Mais quand je cherchay les dernieres raisons du Mechanisme et des loix mêmes du*

mouvement, je fus tout surpris de voir qu'il étoit impossible de les trouver dans les Mathématiques, et qu'il falloit retourner à la Métaphysique. C'est ce qui me ramena aux Entelechies, et du matériel au formel, et me fit enfin comprendre, après plusieurs corrections et avancemens de mes notions, que les Monades, ou les substances simples, sont les seules véritables substances, et que les choses matérielles ne sont que des phénomènes, mais bien fondés et bien liés ». ²⁹⁶ Dans notre travail, nous avons essayé d'étudier l'évolution intellectuelle de Leibniz entre les deux réformes qui l'ont fait d'abord refuser les formes substantielles étant des principes actifs et ensuite les comprendre de nouveau dans sa philosophie, et aussi d'étudier les causes qui l'ont amené à changer ses pensées. Comme on voit clairement dans la lettre, l'époque dont nous avons traité dans notre travail est très importante pour comprendre la doctrine leibnizienne de monade. D'ailleurs l'assertion que la découverte de la conservation de la force et de la direction amènerait inévitablement à l'idée de *l'harmonie préétablie* ²⁹⁷, met en relief explicitement l'importance du travail sur les lois du choc fait par Leibniz et atteste que c'est une affaire qui vaut d'être examinée soigneusement.

²⁹⁶ Lettre à Remond du 10 janvier 1714, GP III, p.606.

²⁹⁷ « Descartes a reconnu que les âmes ne peuvent point donner de la force aux corps parce qu'il y a toujours la même quantité de force dans la matière. Cependant il a cru que l'âme pouvait changer la direction des corps. Mais c'est parce qu'on n'a point su de son temps la loi de la nature qui porte encore la conservation de la même direction totale dans la matière. S'il l'avait remarquée, il serait tombé dans mon système de l'harmonie préétablie » (G.W. Leibniz, *Monadologie*, par Emile Boutroux, Le livre de poche, 1991, art. 80, 168-169).

ANNEXES

Figure 1

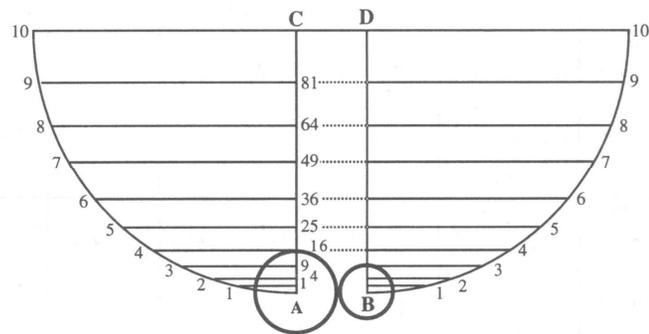


Figure 2

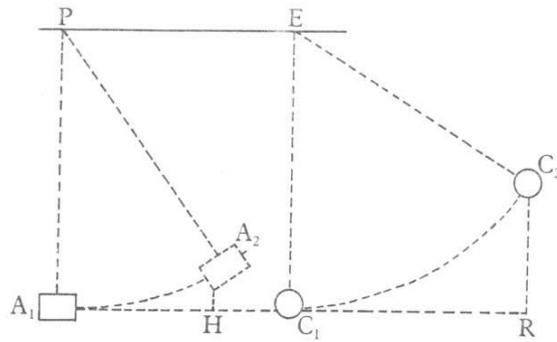


Tableau 1

16	8	4	2	1	a
<u>16</u>	<u>8</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>a</u>
256	64	16	4	1	a ²
<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>
<u>512</u>	<u>128</u>	<u>32</u>	<u>8</u>	<u>2</u>	<u>2a²</u>
16	8	4	2	1	a
<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>b</u>
16	8	4	2	1	+ab
<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>+b²</u>
<u>17</u>	<u>9</u>	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>ab+b²</u>
512	128	32	8	2	2a ²
<u>17</u>	<u>9</u>	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>-ab-b²</u>
<u>495</u>	<u>119</u>	<u>27</u>	<u>5</u>	<u>0</u>	<u>2a²-ab-b²</u>
17	9	5	3	2	a+b
<u>17</u>	<u>9</u>	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>a+b</u>
289	81	25	9	4	a ² +2ab+b ²
<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>
<u>578</u>	<u>162</u>	<u>50</u>	<u>18</u>	<u>8</u>	<u>2a²+4ab+2b²</u>

Continuatio
si descensus
ut 1, vel ejus duplum, triplum,
etc. si descensus 2, 3, etc.

495	119	27	5	0	2a ² -ab-b ²
578	162	50	18	8	2a ² +4ab+2b ²

256	64	16	4	1	a ²
<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
<u>1280</u>	<u>320</u>	<u>80</u>	<u>20</u>	<u>5</u>	<u>5a²</u>
16	8	4	2	1	ab
<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>
<u>48</u>	<u>24</u>	<u>12</u>	<u>6</u>	<u>3</u>	<u>3ab</u>
1280	320	80	20	5	+5a ²
<u>48</u>	<u>24</u>	<u>12</u>	<u>6</u>	<u>3</u>	<u>+3ab</u>
<u>1328</u>	<u>344</u>	<u>92</u>	<u>26</u>	<u>8</u>	<u>5a²+3ab</u>

Ascensus si
descensus
ut 1, vel ejus duplum, triplum,
etc., si descensus 2, 3, etc.

(172)	(20)	(42)	(8)		
1328 } ₂	344 } ₂	92 } ₁	26 } ₁	8 } ₁	5a ² +3ab
578 } ₂	162 } ₂	50 } ₁	18 } ₁	8 } ₁	2a ² +4ab+b ²
} 2+ ¹⁷² / ₅₇₈ | ⁸⁶ / ₂₈₉ } 2+ ¹⁰ / ₈₁ } 1+ ⁴² / ₅₀ | ²¹ / ₂₅ } 1+ ⁴ / ₉ } 1					

495	119	27	5	0	2a ² -ab-b ²
<u>16</u>	<u>8</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>a</u>
7920	952	108	10	0	2a ³ +4a ² b+2ab ²
<u>1328</u>	<u>344</u>	<u>92</u>	<u>26</u>	<u>8</u>	<u>5a²b+3ab²</u>
<u>9248</u>	<u>1296</u>	<u>200</u>	<u>36</u>	<u>8</u>	<u>2a³+4a²b+2ab²</u>
<u>9248</u> } ₁₆	<u>1296</u> } ₈	<u>200</u> } ₄	<u>36</u> } ₂	<u>8</u> } ₁	2a ³ +4a ² b+2ab ² } _a
578	162	50	18	8	2a ² +4ab+2b ² } _a

Tableau 2

	16 in 1 Continuatio Ascensus	8 in 1 Contin. Ascen.	4 in 1 Contin. Asc.	2 in 1 Contin. Asc.	1 in 1 Contin. Asc.
1.Descensus Calculus	$\frac{495}{578}$ $2+\frac{86}{289}$	$\frac{119}{162}$ $2+\frac{10}{81}$	$\frac{27}{50}$ $1+\frac{21}{25}$	$\frac{5}{18}$ $1+\frac{4}{9}$	$\frac{0}{8}$ 1
Experimenta	$\frac{3}{4}$ fere $1+\frac{1}{2}$	0 $1+\frac{1}{2}$	0 $1+\frac{1}{2}$		
Vis perdita ...	.....$2\frac{1}{2}$.....	.....$6\frac{1}{2}$.....	.....$2\frac{1}{2}$		
2. Descens. Calculus	$1+\frac{412}{578}$ $4+\frac{172}{289}$	$1+\frac{76}{162}$ $4+\frac{20}{81}$	$1+\frac{4}{50}$ $3+\frac{17}{25}$	$\frac{10}{18}$ $2+\frac{8}{9}$	$\frac{0}{8}$ 2
Experimenta	$1+\frac{1}{2}$ plus 3	$1+\frac{1}{2}$ plus 3 plus	1 $2+\frac{3}{5}$		0 plus $1+\frac{3}{4}$
.....	.....5.....	.....1.....	..... $1\frac{2}{5}$ .....	.....	..... $\frac{1}{4}$
3. Descens. Calculus	$2+\frac{329}{578}$ $6+\frac{258}{289}$	$2+\frac{33}{162}$ $6+\frac{30}{81}$	$1+\frac{31}{50}$ $5+\frac{13}{25}$	$\frac{15}{18}$ $4+\frac{3}{9}$	$\frac{0}{8}$ 3
Experimenta	$2+\frac{1}{2}$ $4+\frac{1}{5}$	$2+\frac{1}{4}$ 5 minus	2 minus 4		
... ..	.....$3\frac{4}{5}$.....	.....1.....	.....0.....		
4. Descens. Calculus	$3+\frac{246}{578}$ $9+\frac{55}{289}$	$2+\frac{152}{162}$ $8+\frac{40}{81}$	$2+\frac{8}{50}$ $7+\frac{9}{25}$	$1+\frac{2}{18}$ $5+\frac{7}{9}$	$\frac{0}{8}$ 4
Experimenta	$3+\frac{1}{2}$ 6	3 6	$2+\frac{1}{2}$ $5+\frac{1}{2}$		0 plus $3+\frac{1}{2}$
.....	.....2.....	.....2.....	..... $\frac{1}{2}$ .....	.....	... $\frac{1}{2}$
5.Descensus Calculus	$4+\frac{163}{578}$ $11+\frac{141}{289}$	$3+\frac{109}{162}$ $10+\frac{50}{81}$	$2+\frac{35}{50}$ $9+\frac{5}{25}$	$1+\frac{7}{18}$ $7+\frac{2}{9}$	$\frac{0}{8}$ 4
Experimenta	4 plus 7 plus	4 7	3 $6+\frac{3}{4}$	2 minus 5 plus	0 plus 4
... ..	.....9.....	.....1.....	.....$1\frac{3}{4}$.....	.....1.....	.....1.....
6. Descens. Calculus	$5+\frac{80}{578}$ $13+\frac{227}{289}$	$4+\frac{66}{162}$ $12+\frac{60}{81}$	$3+\frac{12}{50}$ $11+\frac{1}{25}$	$1+\frac{12}{18}$ $8+\frac{6}{9}$	$\frac{0}{8}$ 6
Experimenta	5 plus 8 plus	$4+\frac{4}{5}$ plus 8 plus	4 $7+\frac{3}{4}$	2 6 plus	
... ..	.....5.....	.....1.....	..... $1\frac{2}{5}$ .....	.....	..... $\frac{1}{4}$
7. Descens. Calculus	$5+\frac{575}{578}$ $16+\frac{24}{289}$	$5+\frac{23}{162}$ $14+\frac{70}{81}$	$3+\frac{39}{50}$ $12+\frac{22}{25}$	$1+\frac{17}{18}$ $10+\frac{1}{9}$	$\frac{0}{8}$ 7
Experimenta	6 plus 10 plus	$5+\frac{1}{2}$ $9+\frac{1}{2}$	$4+\frac{2}{5}$ NB 9		
... ..	.....6.....	.....$2\frac{1}{2}$.....	.....$2\frac{1}{2}$		
8. Descens. Calculus	$7+\frac{14}{578}$ $18+\frac{110}{289}$	$5+\frac{142}{162}$ $16+\frac{80}{81}$	$4+\frac{16}{50}$ $14+\frac{18}{25}$	$2+\frac{4}{18}$ $11+\frac{5}{9}$	$\frac{0}{8}$ 8
Experimenta	7 plus omissa		5 10	$3+\frac{1}{4}$ 8	1 minus 6
... ..	.....2.....	.....2.....	..... $\frac{1}{2}$ .....	.....	..... $\frac{1}{2}$

Tableau 3

	16 in 1 Continuatio Ascensus		8 in 1 Contin. Ascens.		4 in 1 Contin. Asc.		2 in 1 Contin. Asc.		1 in 1 Contin. Asc.	
1. Descensus Calculus	$\frac{495}{578}$	$2 + \frac{86}{289}$	$\frac{119}{162}$	$2 + \frac{10}{81}$	$\frac{27}{50}$	$1 + \frac{21}{25}$	$\frac{5}{18}$	$1 + \frac{4}{9}$	$\frac{0}{8}$	1
Experimenta	$\frac{9}{16}$ fere (NB)	$2 + \frac{1}{4}$	0	$2 + \frac{1}{4}$ NB	0	$2 + \frac{1}{4}$ NB				
4. Descens. Calculus	$3 + \frac{246}{578}$	$9 + \frac{55}{289}$	$2 + \frac{152}{162}$	$8 + \frac{40}{81}$	$2 + \frac{8}{50}$	$7 + \frac{9}{25}$	$1 + \frac{2}{18}$	$5 + \frac{7}{9}$	$\frac{0}{8}$	4
Experimenta	$2 + \frac{1}{4}$ plus	9 plus	$2 + \frac{1}{4}$ plus	9 plus NB	1	$6 + \frac{19}{25}$			0 plus	$3 + \frac{1}{16}$ (NB)
9. Descens. Calculus	$7 + \frac{209}{578}$	$20 + \frac{106}{289}$	$6 + \frac{99}{162}$	$19 + \frac{9}{81}$	$4 + \frac{43}{50}$	$16 + \frac{14}{25}$	$2 + \frac{9}{18}$	13 + -	$\frac{0}{8}$	9
Experimenta	$6 + \frac{1}{4}$	$17 + \frac{16}{25}$	$5 + \frac{1}{16}$	25 minus NB	4 minus	16				
16. Descens. Calculus	$13 + \frac{406}{578}$	$36 + \frac{220}{289}$	$11 + \frac{122}{162}$	$33 + \frac{79}{81}$	$8 + \frac{32}{50}$	$29 + \frac{11}{25}$	$4 + \frac{8}{18}$	$23 + \frac{1}{9}$	$\frac{0}{8}$	16
Experimenta	$12 + \frac{1}{4}$	36	9	36 minus NB	$6 + \frac{1}{4}$	$30 + \frac{1}{4}$ plus NB			0 plus	$12 + \frac{1}{4}$ (NB)
25. Descensus Calculus	$21 + \frac{237}{578}$	$57 + \frac{27}{289}$	$18 + \frac{59}{162}$	$53 + \frac{7}{81}$	$13 + \frac{25}{50}$	46 + -	$6 + \frac{17}{18}$	$36 + \frac{1}{9}$	$\frac{0}{8}$	25
Experimenta	16 plus	49 plus	16	49	9	$38 + \frac{17}{16}$	4 minus	25 plus	0 plus	16 (NB)
36. Descens. Calculus	$30 + \frac{480}{578}$	$82 + \frac{206}{289}$	$26 + \frac{72}{162}$	$76 + \frac{36}{81}$	$19 + \frac{22}{50}$	$66 + \frac{6}{25}$	10 +	-52 + -	$\frac{0}{8}$	36
Experimenta	25 plus	64 plus	$23 + \frac{1}{25}$	64 plus	16	$60 + \frac{1}{16}$	4	36 plus		
49. Descens. Calculus	$41 + \frac{557}{578}$	$162 + \frac{168}{289}$	$36 + -$	$104 + \frac{4}{81}$	$26 + \frac{23}{50}$	$90 + \frac{4}{25}$	$13 + \frac{11}{18}$	$70 + \frac{7}{9}$	$\frac{0}{8}$	49
Experimenta	36 plus	100 plus	$30 + \frac{1}{4}$	$90 + \frac{1}{4}$	$19 + \frac{9}{25}$	81				
64. Descens. Calculus	$56 + \frac{112}{578}$	$147 + \frac{13}{289}$	$47 + \frac{2}{162}$	$135 + \frac{73}{81}$	$34 + \frac{8}{50}$	$117 + \frac{19}{25}$	$17 + \frac{14}{18}$	$92 + \frac{4}{9}$	$\frac{0}{8}$	64
Experimenta	49 plus	omissa			25	100	$10 + \frac{9}{16}$	64	1 minus (NB)	36

BIBLIOGRAPHIE

- G.W. Leibniz, *Sämtliche Schriften und Briefe*, hrsg. von der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und der Akademie der Wissenschaften in Göttingen, Akademie Verlag, 1999.
- GW. Leibniz, *Philosophical Essays*, translated by Roger Ariew and Daniel Garber, Indianapolis, Hackett, 1989.
- G.W. Leibniz, *Mathematische Schriften*, hrsg. von C.I. Gerhardt, Georg Olms, Hildesheim, 1971, 7 vol.
- G.W. Leibniz, *Die philosophischen Schriften*, hrsg. von C.I. Gerhardt, Georg Olms, Hildesheim, 1996, 7 vol.
- G.W. Leibniz, *Philosophical Papers and Letters*, translated and edited by Leroy E. Loemker, 2nd ed., Dordrecht, Reidel, 1969.
- GW Leibniz, *Discours de Métaphysique et Correspondance avec Arnauld*, par Georges Le Roy, Paris, Vrin, 1993.
- GW. Leibniz, *La réforme de la Dynamique, De corporum Concursu (1678) et autres textes inédits*, éd. par Michel Fichant, Paris, Vrin, 1994.
- G.W. Leibniz, *La Monadologie*, par Emile Boutroux, Le livre de poche, 1991.
- Leibniz-Thomasius, *Correspondance 1663-1672*, édité et annoté par Richard Bodéüs, Paris, Vrin, 1993.
- *Opuscules et fragments inédits de Leibniz*, par Louis Couturat, Paris 1903, G. Olms, Hildesheim, 1988.
- *Oeuvres complètes de Leibniz*, Paul Janet, Tome 1, Felix Alcan, 1900.
- Renè Descartes, *Œuvres de Descartes*, vol. 9, éd. par Charles Adam et Paul Tannery, Paris, Vrin, 1996.
- Christiaan Huygens, *Œuvres Complètes*, publiée par la Société hollandaise des Sciences, 22 vol. en 23 tomes, La Haye, 1888-1950.
- Yvon Belaval, *Etudes Leibniziennes: de Leibniz à Hegel*, Paris, Gallimard, 1976.
- François Duchesneau, *La dynamique de Leibniz*, Paris, Vrin, 1994.

- Pierre Costabel, *Leibniz et la Dynamique en 1692*, Librairie Philosophique J.Vrin, 1981.

TEZ ONAY SAYFASI**Üniversite**

Galatasaray Üniversitesi

Enstitü

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Adı Soyadı

Eylem Hacımuratoğlu

Tez Başlığı

« La physique de Leibniz, du conatus à la force » ;

« Conatus'tan Kuvvete Leibniz Fiziği »

Savunma Tarihi

23.02.2007

Danışmanı

Prof. Dr. Medar Atıcı

JÜRİ ÜYELERİ**Ünvanı, Adı, Soyadı****İmza****Prof. Dr. Kenan Gürsoy****Prof. Dr. Medar Atıcı****Yrd. Doç. Dr. Aliye Kovanlıkaya****Yrd. Doç. Dr. Tarık Necati Ilgıcioğlu****Yrd. Doç. Dr. Ayhan Çitil****Enstitü Müdürü****Prof.Dr.İdil KAYA**