

# Relativité de l'espace-temps

# Leibniz et Kant

## aux origines de la bataille

Depuis près de trois siècles, la pensée scientifique a suivi une évolution constante vers plus de formalisme et d'empirisme, faisant ainsi prévaloir l'aspect technique des sciences sur leur aspect philosophique. D'abord, la métaphysique, considérée comme suspecte par les Lumières puis les positivistes, a progressivement été évacuée, et nous sommes aujourd'hui arrivés à un point où, dans leur immense majorité, les milieux scientifiques conçoivent la philosophie des sciences et l'épistémologie comme un ornement esthétique qui n'apporte rien sur le fond. Cette déviance les amène souvent à rejouer sans talent et inconsciemment de très vieux débats lorsque, par hasard, ils s'aventurent sur le terrain philosophique.

C'est pourquoi, il apparaît plus que nécessaire d'envisager la question de la Relativité sous un angle plus épistémologique. Pour cela, il nous faut, dans un premier temps, revenir sur le débat fondateur entre Leibniz (1646-1716) et les newto-



Albert Einstein. |

niens dans lequel Leibniz défend brillamment la relativité de l'espace et du temps et montre l'absurdité de « l'espace réel absolu, idole de quelques Anglais (...) ». Puis, nous montrerons comment Emmanuel Kant (1724-1804) a brouillé les cartes et a finalement réhabilité, au prix de maintes sophistications, l'espace et le temps absolus. Nous examinerons également les failles de l'approche kantienne. Cet examen apparaît nécessaire car l'influence de Kant semble avoir été écrasante sur la science du XX<sup>e</sup> siècle, particulièrement dans le champ de la physique théorique. C'est dans cet état d'esprit que nous nous pencherons sur la Relativité restreinte et sur les cas d'Albert Einstein et de certains de ses contemporains...

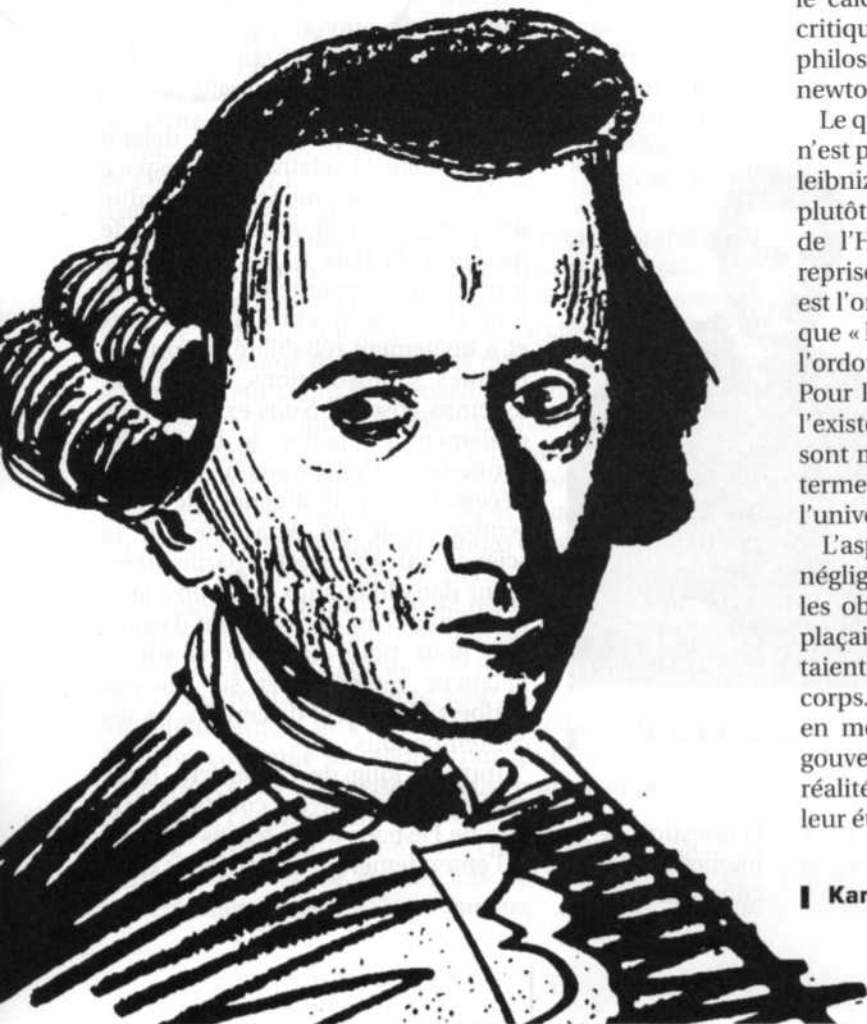
Tout au long de cet article, nous aurons l'occasion de constater que la question de la nature de l'espace et du temps est intimement liée à celle de l'entendement et des théories de la connaissance.

## PRÉLIMINAIRES

En guise de préliminaires, il nous faut donner les contours de quelques concepts qui se préciseront au fur et à mesure dans cet article.

D'abord, la notion d'*espace absolu* correspond globalement à la représentation sous-jacente que l'on a lorsqu'on construit un référentiel cartésien à trois axes pour repérer un point de l'espace. Un tel espace se prolonge dans toutes les directions et ses propriétés sont le plus souvent les mêmes en tout point et dans toute direction (*isotropie*). Il remplit le rôle d'un « contenant » dans lequel prennent place des objets matériels qui sont, eux, le « contenu ». Cohérent avec l'espace absolu, le *temps absolu* se déroule immuablement, indépendamment de tout et équivaut à un axe unidimensionnel infini. Le fait que, pour beaucoup, de telles représentations soient des intuitions évidentes ou des approximations utiles n'est que le fruit d'un conditionnement entrepris très tôt...

Face à cela, nous avons la notion d'*espace et de temps relatifs* qui est, en elle-même, assez évasive. En effet, la question qui suit la proclamation d'un *espace* et d'un *temps relatifs* est « Oui mais, relatif à quoi ? ». En première approximation, deux voix ne s'excluant pas mutuellement s'offrent à nous. On peut envisager une relativité par rapport aux perceptions individuelles, c'est alors une relativité psychologique. Mais, l'espace et le temps peuvent aussi être relatifs à d'autres entités physiques matérielles ou immatérielles (masse, force, champ...), et donc à d'autres variables mathématiques, ce qui nous mène directement vers la notion d'espace-temps physique, dont Riemann donna l'expression la plus brillante dans sa Dissertation d'habilitation de 1854.<sup>3</sup>



## L'ESPACE ET LE TEMPS CHEZ LEIBNIZ

Le magazine Fusion a développé, à de multiples reprises, des aspects de l'œuvre de Gottfried Wilhelm Leibniz<sup>4</sup>. Au long de sa vie, ce dernier s'est trouvé au centre de polémiques philosophiques et scientifiques avec plusieurs « grands noms » de son époque, qu'il est nécessaire de rappeler:<sup>5</sup>

- René Descartes (1596-1650). Pour des raisons évidentes, l'adversaire de Leibniz a été le cartésianisme dominant de la seconde moitié du XVII<sup>e</sup> siècle et non Descartes lui-même.<sup>6</sup> Le fond de la polémique portait notamment sur les lois gouvernant les chocs et la communication du mouvement.<sup>7</sup>

- John Locke (1632-1704). Leibniz a répliqué à son Essai sur l'entendement humain dans ses *Nouveaux Essais sur l'Entendement humain*. Dans cet ouvrage, Leibniz défend une certaine forme d'innéité et se livre à une attaque en règle de l'empirisme et de l'idée que l'esprit humain est initialement une *tabula rasa*.

- Isaac Newton (1642-1727). A l'origine, la polémique entre les deux hommes portait sur la découverte du calcul différentiel. Bien qu'ayant publié ses travaux sur le sujet trois ans après Leibniz en 1687 (*Principes mathématiques de philosophie naturelle*), Newton tenta de faire admettre à la communauté scientifique que la paternité de la découverte lui revenait en organisant, au sein de la Royal Society qu'il présidait, un procès qui devait statuer dans ce sens (1712). Leibniz mena alors une riposte à travers la correspondance qu'il entretenait avec l'adjoint de Newton, le théologien Samuel Clarke, et la Princesse de Galles Caroline, fidèle de Leibniz alors à la cour d'Angleterre. En réalité, ce qu'on appelle *Correspondance Leibniz-Clarke* aborde marginalement la revendication de priorité sur le calcul différentiel, mais permet surtout à Leibniz de critiquer fondamentalement l'ensemble du système philosophique de l'anglais, et en particulier la conception newtonienne de l'espace et du temps.

Le questionnement sur la nature de l'espace et du temps n'est pas, à proprement parler, à l'origine de la philosophie leibnizienne. Les pierres fondatrices de cet édifice sont plutôt le principe de Raison suffisante<sup>8</sup> et le système de l'Harmonie préétablie. Néanmoins, à de multiples reprises dans son œuvre, Leibniz répète que « le temps est l'ordonnement des existences non simultanées » et que « l'espace est l'ordonnement des coexistences, ou l'ordonnement de l'existence de ce qui est simultanément ». Pour lui, l'espace et le temps sont des êtres relatifs dont l'existence est subordonnée à celle d'autres êtres créés. Ils sont même relationnels puisqu'ils doivent être définis en termes de « relations causales entre événements réels dans l'univers réel ».

L'aspect relatif, particulièrement de l'espace, était déjà négligé par les cartésiens. En effet, en proclamant que les objets ne sont que des modes de l'étendue, ceux-ci plaçaient dans l'étendue la réalité du corps et admettaient donc un espace existant indépendamment des corps. Leibniz prouvait très tôt l'inanité de cette théorie en montrant, grâce à sa découverte des véritables lois gouvernant la communication du mouvement, que la réalité des corps tient plus à leur force vive (*vis viva*) qu'à leur étendue.



■ Leibniz (1646-1716).

Pour mieux comprendre l'argument central de Leibniz en faveur d'un espace et d'un temps relatifs et relationnels, penchons-nous maintenant sur ses échanges avec Samuel Clarke. Réagissant à une affirmation de Newton dans l'Appendice de son *Optique*, Leibniz débute sa première lettre à Clarke en disant : « M. Newton dit que l'Espace est l'organe dont Dieu se sert pour sentir les choses. Mais s'il a besoin de quelque moyen pour les sentir, elles ne dépendent donc point entièrement de lui, et ne sont point sa production. ». Même s'il est question de l'espace, l'attaque porte en fait ici sur le statut de Dieu dans la philosophie newtonienne. En effet, pour elle, c'est un être extérieur à l'univers, qui intervient de temps à autre par « miracle » pour remédier aux imperfections de sa création. C'est un Dieu qui « a besoin de remonter de temps en temps sa montre » auquel s'oppose radicalement Leibniz, plus attaché à la perfection divine.

Dans l'approche leibnizienne, la perfection de Dieu conduit ce dernier à n'agir que suivant un principe de raison suffisante. La nécessaire relativité de l'espace et du temps découle de cela. De son côté, Clarke défend l'existence d'un espace originellement vide donné de toute éternité et affirme que « tout lieu est donc, par lui-même, absolument indifférent à toute matière », ce qui l'amène à la conclusion que, lorsque Dieu crée une portion de matière et l'assigne en un lieu, il n'y a d'autre raison à son choix que sa simple volonté, donc pas, à proprement dit, de raison suffisante. Leibniz admet qu'effectivement, si l'espace est quelque chose en lui-même, il n'y a pas de raison pour que Dieu ait adopté entre les corps un ordre plutôt qu'un autre. Mais, précise-t-il, il faut qu'il y ait une raison suffisante, donc l'espace n'est pas quelque chose en

lui-même. En effet, si l'on considère un espace relatif, il n'y a plus de raison de se demander pourquoi une certaine portion de matière a été créée en un certain lieu, puisqu'il n'y a pas de lieu antérieur à la création des portions de matière (voir encadré).

Ne comprenant jamais véritablement l'argument de Leibniz, Clarke continue tout au long de la correspondance à tourner en rond dans sa tour d'ivoire, en avançant des arguments destinés à contredire le principe de raison suffisante. Par exemple, sur la question du temps, il affirme qu'il n'y avait pas de raison suffisante pour que Dieu crée le monde à un instant plutôt qu'à un autre, ce à quoi Leibniz répond, par le même type de raisonnement par l'absurde, que cette assertion présuppose justement un temps absolu, conception erronée puisqu'elle est incompatible avec le principe de raison suffisante...

Toutes les interventions de Clarke montrent qu'il est incapable de se défaire du cadre axiomatique d'un espace et d'un temps newtoniens absolus. Leibniz sort ainsi victorieux de l'échange car comme il le confie dans une lettre à Rémond le 19 octobre 1716 : « J'ai réduit l'état de notre dispute à ce grand axiome que rien n'existe ou n'arrive sans qu'il y ait une raison suffisante pourquoi il en est plutôt ainsi qu'autrement. S'il continue à me le nier, où en sera sa sincérité ? S'il me l'accorde, adieu le vide, les atomes et toute la philosophie de M. Newton. ».

Puisqu'il va en être question dans la suite, il nous faut dire ici quelques mots de la subjectivité du temps et de l'espace selon Leibniz. Ce dernier reconnaît que la durée et l'étendue (et donc le temps et l'espace), comme le mouvement, comportent une part d'imaginaire et sont relatifs à nos perceptions, mais, pour lui, cette question n'est pas centrale et il ne retient pas l'objectivité ou la subjectivité comme un critère déterminant. Leibniz est plus enclin à rechercher l'Un derrière le multiple, car il accorde aux Universaux plus de réalité. Cette quête le conduit vers la considération des monades, ces substances simples et indivisibles qui, bien qu'abstraites, correspondent à des réalités absolues. Il explique la concordance entre ces monades par une harmonie universelle régnant entre tous les êtres.

Rappelons-le, Leibniz était un génie universel platonicien cohérent. Scientifique, philosophe, il était aussi actif dans les milieux républicains européens. Son influence politique, ses talents intellectuels et ses victoires morales sur ses adversaires allaient lui attirer des difficultés ainsi qu'à sa postérité. Les cercles oligarchiques, particulièrement britanniques, étaient déterminés à diminuer son influence en Europe. Locke et Newton<sup>9</sup> étaient déjà, en un sens, dévolus à cette tâche qui se prolongea tout au long du XVIII<sup>e</sup> siècle. Maupertuis joua un rôle dans cette entreprise au sein de l'Académie des Sciences de Berlin qu'il présidait, de même que les Lumières françaises qui promurent, autour de D'Alembert et Diderot, le projet de l'*Encyclopédie*. Tous étaient très hostiles à la métaphysique leibnizienne, bien qu'influencés par elle. L'incapacité du baron Wolff à défendre le système leibnizien (ce qu'il prétendait pourtant faire) leur facilita le travail...

Cependant, cette entreprise ne réussit pas complètement, et n'empêcha pas à des savants leibniziens de surgir tout au long de l'histoire (voir à ce sujet l'encadré « Einstein, Gödel et la Relativité »). A ce titre, le fait que la pourtant très newtonienne Marquise du Châtelet reprennent, dans ses *Institutions de Physique* en 1740, le contenu de la théorie leibnizienne du temps et de l'espace est ironique mais prouve surtout la prégnance des idées de Leibniz.

## AU CŒUR DES SOPHISTICATIONS KANTIENNES

Kant allait grandement participer à subvertir l'idéalisme leibnizien. Certains de ses commentateurs disent d'ailleurs en substance qu'il a salutairement changé le centre de l'idéalisme. Le criticisme, qui tire son nom de l'œuvre phare de Kant, *Critique de la Raison Pure*, semble avoir été marquant au point que certains universitaires se sentent obligés d'inventer le terme « pré-critique » pour désigner, et généralement disqualifier, l'avant-Kant. Cependant, comme nous allons le voir, Kant mérite amplement le qualificatif de « philistin sophistiqué » dont l'avait affublé le mathématicien Georg Cantor.<sup>10</sup>

Rappelons dès maintenant que le criticisme est avant tout une théorie de la connaissance dont une des conclusions les plus fameuses est la limitation intrinsèque des facultés humaines de connaissance,<sup>11</sup> et donc l'impossibilité pour l'homme de se faire une représentation du monde. Les *choses en soi* sont hors d'atteinte de sa connaissance, ne cesse d'affirmer Kant. Sa conception de l'espace et du temps est décrite dans la partie *Esthétique transcendantale* de sa *Critique de la Raison Pure*. Ceux-ci répondent, selon lui, à trois caractéristiques fondamentales : l'apriorité, l'intuitivité et la subjectivité. Précisons-en le sens.

Pour la plupart des défenseurs de Kant, l'apriorité du temps et de l'espace est une apriorité logique et non chronologique (ce n'est pas une innéité). Cela signifie que l'espace et le temps sont les conditions nécessaires pour que la connaissance et les sensations soient possibles. Ils ont une antériorité logique. Le second point, l'intuitivité, les place comme des éléments constitutifs du « donné de la connaissance individuelle ». <sup>12</sup> Kant considère l'espace et le temps comme des *intuitions pures de la sensibilité*, et non des intuitions intellectuelles dont il nie l'existence. La preuve qu'il en donne repose sur l'unicité et l'infinité de l'espace et du temps du point de vue de chaque individu.

Enfin, la subjectivité de l'espace et du temps provient indirectement des deux premières caractéristiques c'est-à-dire du fait que ce sont des intuitions *a priori*. Mais, il faut ajouter que, pour Kant, l'espace et le temps ne sont *que* subjectifs. Ils n'ont une réalité qu'en tant que phénomène que je perçois, mais pas de réalité objective absolue.

Si l'on regarde maintenant d'un peu plus près, on observe que la seule relativité accordée par Kant à l'espace et au temps est en fait psychologique. Hormis cette subjectivité, cette relativité de l'esprit, il n'est en réalité pas question d'une relativité par rapport à leur « contenu ». Au contraire, il n'hésite pas, dans sa preuve de l'intuitivité, à envisager l'espace et le temps abstraction faite des objets qui sont donnés en eux, ce qui est symptomatique de l'approche de Clarke. Mais surtout, il proclame ouvertement que « [son] but est de rechercher si... on ne pourrait trouver [là] une preuve évidente de ce que l'espace absolu est indépendant de l'existence de toute matière, et possède lui-même, comme fondement premier de la possibilité de la composition de la matière, une réalité propre ». Donc, finalement, même s'il rejette le fait que l'espace et le temps soient des réalités absolues « externes », Kant leur redonne un caractère absolu au sein de nos perceptions subjectives, notamment car ils font partie du *donné* de la connaissance individuelle. Il réhabilite ainsi l'approche newtonienne et le tour est joué. Rajoutons à ce sujet qu'il n'hésite pas à proclamer haut et fort que, pour lui, Newton représente la vérité ultime en physique, Euclide l'achèvement de la géométrie et Aristote celui de la logique. La clef de cette tentative de sauvetage est à chercher du côté de la conception kantienne de l'entendement. En distinguant, dans sa théorie de la connaissance, trois catégories : l'intellectuel, l'empirique et le sensible, Kant cherche à valoriser le rôle du sensible, car il reproche implicitement à Leibniz de ne pas le faire suffisamment. C'est grâce à cela et à sa négation de l'existence des intuitions intellectuelles qu'il peut accorder à l'espace et au temps le statut particulier d'intuitions *sensibles*, ce qui lui permet de parvenir à ses conclusions...

Signalons, qu'en outre, une conséquence collatérale de l'approche kantienne est la compartimentation de l'entendement. En effet, son assimilation des intuitions au sensible (puisque il n'existe pas d'intuition intellectuelle) lui permet de les dissocier de l'intellectuel qui se retrouve de l'autre côté de la barrière, rejeté loin avec peu d'emprise sur la réalité. Pour Emile Van Biéma, commentateur et partisan de Kant, ce dernier évite ainsi « une prise de possession immédiate et directe de l'absolu » et justifie au passage son mantra : l'impossibilité de connaître les *choses en soi*.<sup>13</sup>

## Extrait de la Troisième lettre de Leibniz à Clarke, du 25 février 1716

« (...) »

(5) Pour réfuter l'imagination de ceux qui prennent l'Espace pour une substance, ou du moins pour quelque être absolu, j'ay plusieurs démonstrations, mais je ne veux me servir à présent que de celle dont on me fournit icy l'occasion. Je dis donc que si l'espace étoit un être absolu, il arriveroit quelque chose dont il seroit impossible qu'il y eut une raison suffisante, ce qui est contre notre Axiome. Voicy comment je le prouve. L'Espace est quelque chose d'uniforme absolument, et

sans les choses y placées un point de l'espace ne diffère absolument en rien d'un autre point de l'espace. Or il suit de cela, supposé que l'espace soit quelque chose en luy même outre l'ordre des corps entre eux, qu'il est impossible qu'il y ait une raison pourquoy Dieu, gardant les mêmes situations des corps entre eux a placé les corps dans l'espace ainsi et non pas autrement ; et pourquoy tout n'a pas été mis à rebours (par exemple) par un échange de l'orient et de l'occident. Mais si l'Espace n'est autre chose que cet ordre ou

rapport, et n'est rien du tout sans les corps, que la possibilité d'en mettre ; ces deux états, l'un tel qu'il est, l'autre supposé à rebours ne differeroient point entre eux : leur différence ne se trouve que dans notre supposition chimérique, de la réalité de l'espace en luy même ; mais dans la vérité, l'un sera justement la même chose que l'autre comme ils sont absolument indiscernables ; et par conséquent il n'y a pas lieu de demander la raison de la préférence de l'un à l'autre.

(...) »

## LES FAILLES DU SYSTÈME KANTIEN

Procédons à un examen critique du système kantien en allant de l'accessoire vers le plus fondamental. On peut débiter en soulignant que le poncif affirmant qu'il faut laisser le sensible prendre le pas sur l'intellectuel relève un peu de la vieille technique de séduction qui fonctionne à toute époque.

Plus sérieusement, le cloisonnement que Kant opère au sein de l'entendement et la place limitée qu'il accorde à ce qui relève de l'intellectuel le conduit, quoiqu'il prétende le contraire, à retomber dans une certaine forme d'empirisme. Cet empirisme est plus raffiné que celui de Locke, et il est en partie éclipsé par les conclusions fracassantes de Kant sur l'impossibilité de connaître une *chose en soi* qui réduit la connaissance à une capacité de prévoir efficacement les phénomènes. Mais, le rapport qu'entretiennent entre elles les différentes catégories de l'entendement ramène la doctrine kantienne à une forme d'empirisme.<sup>14</sup>

Penchons-nous maintenant sur l'affirmation de Kant selon laquelle l'espace et le temps sont des éléments constitutifs du *donné* de la connaissance individuelle (ce qui fonde leur intuitivité sensible). Cela signifie que si l'on se place au niveau d'un individu, et cela seul a un sens compte tenu de la subjectivité exclusive kantienne, le *donné* par l'intuition d'un espace et d'un temps joue le rôle d'un axiome qui sert de cadre définitif et de condition à l'exercice de son entendement. C'est pour cette raison que nous avons affirmé plus haut que Kant redonne, au sein de nos perceptions subjectives, un caractère absolu à ces deux entités. Du reste, s'il en est ainsi, si l'espace et le temps font partie de ce *donné*, on voit mal comment ils pourraient devenir des entités à connaître et à découvrir ! Leurs propriétés et leurs caractéristiques ne sont pas accessibles à notre entendement. Ce reproche n'effraierait certes pas Kant au regard de sa théorie de la connaissance, mais il n'est pas très éloigné des critiques que Bernhard Riemann formula contre lui.

Jusque-là, nous avons raisonné au sein du cadre des hypothèses et de la pensée kantienne. Même si certaines conclusions obtenues sont choquantes, elles sont cohérentes avec ce système et Kant les accepte d'ailleurs comme telles. Prenons donc un peu de hauteur de vue. Si l'on observe la description kantienne de l'espace et du temps comparativement à celle de Leibniz, on remarque d'abord qu'elle ne permet pas de déduire quoi que ce soit de fondamentalement nouveau quant à leur nature. Elle a plus tendance à « fermer des portes » en rétablissant, comme nous l'avons montré, une forme d'espace et de temps absolus. La plupart des aspects sur lesquels se focalise Kant étaient déjà chez Leibniz qui ne les considérait que comme des points parmi tant d'autres. Mais, il manque surtout à Kant une vision unifiée de l'entendement reposant sur la capacité spécifiquement humaine de formuler toujours des hypothèses supérieures permettant de sortir d'un système de pensée donné. Cette conscience d'une *hypothèse de l'hypothèse supérieure* était déjà présente chez Platon et

Leibniz et a été particulièrement développée par Lyndon LaRouche.<sup>15</sup> C'est en cela que la philosophie idéaliste leibnizienne est supérieure au criticisme qui repose sur une déconstruction de l'entendement. En outre, si l'on se penche sur l'œuvre scientifique de Leibniz, il semblerait que cette approche soit plus « efficace » quant aux découvertes qu'elle permet de faire.

Le logicien Kurt Gödel disait qu'« une des caractéristiques générales des affirmations de Kant est d'être fausses lorsqu'on les interprète dans leur sens littéral, mais de contenir des vérités lorsqu'on les interprète dans un sens plus large ». C'est en fait là le propre de la plupart des réductionnismes : ils ont l'air vrai quand on les regarde de l'intérieur et avec un œil théorique. Mais, la confrontation avec la réalité dévoile vite des paradoxes et contraint la personne honnête à adopter un point de vue supérieur. Ainsi, les défaites régulières du réductionnisme (dont celles de Locke, Newton) face à l'idéalisme jalonnent l'histoire des sciences. Ces échecs contraignent à chaque fois celui-ci à se renouveler et à se sophistiquer, et telle est la tâche qui incombe à Emmanuel Kant. Au passage, une caractéristique commune amusante des réductionnismes (empirisme, criticisme, positivisme) est d'aboutir fréquemment à des considérations théologiques étranges dont le Dieu de Newton devant remonter régulièrement sa montre est un exemple. Il en va de même pour Kant. Son insistance sur la subjectivité l'amène en fait à considérer chaque individu comme un dieu, mais un dieu impuissant à cause des limites de ses facultés cognitives...

Si l'on revient maintenant au problème physique de l'espace et du temps, il faut souligner que ce n'est pas la subjectivité de ceux-ci qui pose problème. D'une manière générale, la subjectivité du monde qui nous entoure mérite particulièrement d'être mise en valeur. Il en est ainsi car un idéalisme authentique n'a pas à rechercher un absolu dans ce qui lui est donné directement par ses perceptions sensorielles, mais plutôt dans des principes organisateurs non directement perceptibles mais intelligibles.<sup>16</sup>

La lacune fondamentale du système kantien est que cette subjectivité s'assortit de la non-relativité de l'espace et du temps par rapport à d'autres substances et de la réhabilitation de leur caractère absolu au sein de nos perceptions. Cela évoque la fameuse maxime de Leibniz selon laquelle la plupart des systèmes sont vrais parce qu'ils affirment, et faux parce qu'ils nient...

## UNE INFLUENCE PERSISTANTE

L'influence de la philosophie kantienne est très importante dans la science du XIX<sup>e</sup> et du XX<sup>e</sup> siècle. On peut sans trop de difficulté établir son lien de parenté avec le positivisme. En effet, celui-ci nie, comme Kant, que la science puisse fournir une image du monde et la réduit à la recherche de méthodes de calcul et de prédiction. Plus proche de nous, cette substitution de la prédiction à la connaissance n'est pas innocente dans l'affluence des « modèles » : modèles en climatologie, modèles pour simuler les fluctuations financières et tant d'autres... Bien qu'utiles



■ Kurt Gödel.

à un certain niveau, ceux-ci ont souvent tendance à être perçus comme la source ultime de la connaissance et à être l'objet de trop de confiance, en dépit des erreurs calamiteuses qu'ils amènent parfois à commettre.

Sur la « postérité » de Kant, il nous faut ajouter que sa voix s'ajoute à celles qui, du siècle des Lumières au début du XX<sup>e</sup> siècle, entonnent le vieux refrain anti-métaphysique.<sup>17</sup> Bien qu'elle ne l'avoue pas explicitement, cette ritournelle est le signe de ralliement de tous les adversaires de Leibniz depuis trois siècles. Il est également évident que ce qu'on appelle l'interprétation positiviste de la mécanique quantique due à Niels Bohr (1885-1962) et à Werner Heisenberg ainsi que le principe d'incertitude de ce dernier<sup>18</sup> prennent leurs racines dans le système kantien.

## A PROPOS DE LA RELATIVITÉ RESTREINTE

Avant d'en venir à l'aspect kantien de la théorie de la Relativité restreinte (pour un rappel de cette théorie : voir l'encadré), attardons-nous d'ores et déjà sur un aspect problématique de celle-ci liée à sa genèse. Comme le laisse entendre le titre du mémoire d'Albert Einstein fondant la Relativité restreinte (« Sur l'électrodynamique des corps en mouvement », *Annalen der Physik*, 1905), l'enfantement de cette théorie n'est pas sans lien avec les équations de Maxwell, qui depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle dont devenus le credo de l'électrodynamique. Or il se trouve que ces équations sont problématiques dans la mesure où James Clerk Maxwell (1831-1879) n'est qu'un « falsificateur » des travaux, dans ce domaine, d'Ampère, Gauss et Weber.<sup>19</sup> Résumons l'histoire. Un des aspects fondamentaux des travaux originels d'André Marie Ampère (1775-1836), au début du XIX<sup>e</sup> siècle, est l'unité de l'électricité et du magnétisme, qui se traduit par le fait qu'un aimant puisse engendrer un courant électrique et réciproquement. C'est dans cet esprit qu'Ampère établit aussi une relation, un peu oubliée de nos jours, donnant la force angulaire entre deux éléments de courant. En 1846, Carl Friedrich Gauss et Wilhelm Weber reformulent les travaux d'Ampère, clarifiant notamment la question de l'induction. Le rôle destructeur de Maxwell allait dès lors consister à produire une formulation dissociant magnétisme et électricité (à l'aide de la notion de champ introduite préalablement par Faraday) et évacuant la force angulaire d'Ampère. Outre le fait que la perte d'unité soit en elle-même gênante, la fraude devient flagrante lorsqu'on constate que certains faits expérimentaux ne sont interprétables dans la théorie de Maxwell que moyennant une hypothèse ad hoc arbitraire... Il est donc quelque peu problématique qu'Albert Einstein, dans son article de 1905 de *Annalen der Physik*, prenne explicitement pour point de départ l'électrodynamique de Maxwell, même si certaines relations déduites de la Relativité semblent demeurer valides ! Ajoutons à cela que le fameux texte d'Einstein ressemble plus à un enchaînement de manipulations mathématiques visant à résoudre un problème formellement qu'à la mise en évidence d'un principe physique universel, la constance de la vitesse de la lumière pouvant difficilement jouer ce rôle compte tenu la façon dont elle est présentée.



Kurt Gödel et Albert Einstein. |

En jetant un regard trop superficiel sur les choses, on peut avoir le sentiment qu'à travers la Relativité restreinte, Einstein a réfuté Newton et ainsi son continuateur : Emmanuel Kant. Or s'il est vrai que l'espace et le temps newtoniens sont plutôt incompatibles avec l'espace-temps relatif d'Einstein, on est en droit de se demander si le grand Albert n'est pas tombé dans le piège raffiné du système kantien. Le logicien Kurt Gödel est le premier à s'en être aperçu. En 1949, à l'occasion de la parution du livre *Albert Einstein : Philosopher-Scientist* dédié au soixante-dixième anniversaire de ce dernier,<sup>20</sup> Gödel produit un texte court et dense dans lequel il montre les convergences de la Relativité restreinte et de la philosophie kantienne sur la question du temps. En effet, dans la physique einsteinienne, le temps n'a de réalité que du point de vue d'un observateur donné, et la notion même d'état présent de l'univers – ou d'univers à un instant  $t$  – n'a pas de sens : cela nous rappelle immanquablement la « subjectivité exclusive » défendue par Kant.<sup>21</sup> Ensuite, une fois que l'on considère un observateur, le temps que contemple celui-ci bénéficie d'un certain degré d'idéalité dans la mesure où son écoulement ne dépend que des gesticulations du même observateur. Cela ne peut que nous évoquer la réintroduction du caractère absolu du temps et de l'espace au sein de nos perceptions sensorielles !

C'est ainsi que Gödel éclaire un aspect de la Relativité restreinte peu pris en considération et qui représente un problème au même titre que le criticisme... Dans sa lignée, on pourrait même se demander si la physique relativiste n'est pas devenue prisonnière de l'éternelle dialectique de l'observateur à laquelle tout est subordonné. Du reste, cet observateur commence à ressembler étrangement à notre fameux dieu impuissant... Il en découle que la Relativité est assimilable à la réduction de ce que pourrait être une théorie valide, réduction d'ailleurs à double titre puisqu'elle privilégie le formalisme aux principes physiques et n'envisage pas d'autre relativité que la subjectivité.

L'ironie du sort est que Gödel et Einstein étaient amis (voir notre dernier encadré) et que tous deux n'appréciaient pas Kant. Se moquant de la vénération de ce dernier, Gödel disait d'ailleurs : « [il] est une sorte d'auto-route jalonnée d'une multitude de bornes. Arrivent alors plein de petits chiens, et chacun dépose sa petite marque sur ces bornes ». C'est une des raisons qui nous amènent à ne pas être trop dur avec Albert Einstein. Nous allons en évoquer d'autres nous montrant notamment qu'il se démarquait des positions épistémologiques peu recommandables de la majeure partie de l'univers scientifique de son époque.

## EINSTEIN ET LES PETITS SOLDATS DU POSITIVISME

Le fait que certains le mettent en concurrence avec Einstein nous amène à évoquer le cas de Henri Poincaré (1854-1912). Evoquons d'abord une de ses fameuses déclarations, apparemment séduisante : « Chercher l'origine de

# Aperçu du contenu de la Relativité restreinte

Si l'ancrage dans l'électrodynamique de Maxwell est très présent dans l'article d'Einstein de 1905, il est moins apparent dans les présentations ultérieures qu'il donne de sa théorie. Dans l'ouvrage intitulé *La Relativité* notamment, il part plutôt de situations mettant en jeu un train se déplaçant relativement à un talus, et étudie la propagation de la lumière et le comportement d'objets dans ce contexte. Le bref récapitulatif qui suit s'appuie sur cet ouvrage.

Le point de départ est le principe de relativité (avec un petit  $r$ ), qui remonte en un sens à Galilée. Celui-ci affirme que, si l'on considère un référentiel  $K$  et un autre  $K'$  en mouvement rectiligne uniforme par rapport au premier, alors les lois de la mécanique sont les mêmes dans ces deux référentiels. S'il peut sembler arbitraire, ce principe admet néanmoins la justification suivante, d'où il tire d'ailleurs son nom. S'il n'était pas valide, alors il existerait un référentiel privilégié dans lequel les lois de la mécanique s'exprimeraient particulièrement simplement, ce référentiel pourrait alors être considéré comme au repos et servir de socle à un espace absolu.

## HYPOTHÈSE DE LA RELATIVITÉ RESTREINTE

- La vitesse de la lumière,  $c$ , est une loi de la nature ; elle est donc la même dans deux référentiels en mouvement rectiligne uniforme l'un par rapport à l'autre.

Dans ce cadre, Einstein est amené à définir la notion d'événements simultanés. Après en avoir donné une définition qu'il estime satisfaisante, il constate que, cependant, cette simultanéité est relative au référentiel du point de vue duquel on observe les événements. Par exemple, deux éclairs peuvent être simultanés par rapport à une voie ferrée, mais non simultanés vus depuis un train, se déplaçant uniformément sur celle-ci.

Plusieurs conséquences découlent de la Relativité restreinte :

- Une des plus frappantes est que la notion d'état présent de l'univers, de « maintenant » ou même d'univers à une date  $t$  n'a pas de sens, ou n'a un sens que s'il est précisé du point de vue de l'observateur.

- La notion même de distance spatiale ou de taille d'un objet est aussi relative et dépend de l'observateur. Le train précédent est plus

court s'il est mesuré du point de vue du talus, que s'il est mesuré du point de vue de lui-même.

- La relation classique d'additivité des vitesses, voulant qu'un individu se déplaçant à une vitesse  $v$  sur un tapis roulant qui se meut à une vitesse  $w$  par rapport au sol, a une vitesse  $v+w$  par rapport au sol, est fautive.

- S'ajoutent à cela des considérations sur la masse et l'énergie liées à la fameuse relation  $E=Mc^2$ .

Les relations donnant la véritable loi de composition des vitesses, ainsi que les distances en fonction de la vitesse relative sont synthétisées ou découlent de ce qu'on appelle la *Transformation de Lorentz*. Nous ne répéterons pas ces équations ici.

Reste la question de l'éther que nous n'abordons pas dans ce dossier. On considère généralement que ce concept est balayé par la théorie de la Relativité restreinte. Du moins est-il rendu caduque et inutile... Cependant, il ressurgit dans les réflexions d'Einstein, comme le montre un texte de 1920 intitulé « L'Ether et la théorie de la Relativité ». Il y explique que la Relativité générale le conduit à réhabiliter partiellement l'éther... ce qui laisse, en définitive, la question ouverte.

cet instinct, étudier les lois de cette géométrie profonde qui se sentent et ne s'énoncent pas, ce serait encore une belle tâche pour les philosophes qui ne veulent pas que la logique soit tout ». En mettant ainsi l'emphase sur un domaine du sensible et de l'intuitif échappant à une logique froide et rebutante, Poincaré se situe symptomatiquement dans un cadre kantien de compartimentation de l'entendement et se trompe autant sur la place du déductif que sur celle de l'intuition dans la démarche scientifique.<sup>22</sup> On voit également poindre dans son ton un certain romantisme.

Il nous fait aussi rappeler la critique formulée par Lénine, dans son ouvrage *Matérialisme et Empirio-criticisme*

(1909). Pour lui, Poincaré est un « grand physicien et mince philosophe » trop fortement influencé par Ernst Mach<sup>23</sup> et le courant selon lequel tout n'est qu'un produit subjectif de la conscience individuelle. Sur le fond, cette critique, endossée également par la suite par Paul Langevin (1872-1946), marque la volonté de Lénine d'insister sur l'« unité de la nature » et de contrecarrer le scepticisme sur la valeur de la science vers lequel tendait Poincaré.

Nous avons évoqué précédemment Bohr et Heisenberg, et la domination qu'exerce sur le XX<sup>e</sup> siècle leur interprétation de la mécanique quantique. L'opposition d'Einstein à celle-ci est un fait bien connu et abondamment documenté.

Cependant, il est souvent présenté d'une manière caricaturale comme un affrontement entre déterminisme et indétermination-hasard, la conclusion qui suit étant que l'histoire a donné raison au second camp. Le motif qui poussait Einstein, mais aussi Paul Langevin et Louis de Broglie à s'opposer à l'école de Copenhague était leur attachement légitime à la *causalité*. Dans un océan de positivisme, ils constituaient un havre de salubrité mentale. Mais, les conclusions du congrès de

79820K



■ Niels Bohr.

Solvay de 1927 en faveur de Bohr et Heisenberg allaient isoler ce groupe de « résistants » et éteindre pour un temps leurs velléités. Il faut ajouter que, si Einstein est aujourd'hui l'objet d'une vénération déplacée, cela n'a pas toujours été le cas. En effet, les positivistes qui avaient longtemps cru voir en lui un allié se rendirent vite compte que ce n'était pas le cas. Et en 1920, c'est grâce à Paul Langevin qu'Einstein était accueilli au Collège de France, alors que la plupart des institutions parisiennes, dont l'Académie des Sciences, ne manifestaient pas un grand élan d'enthousiasme.

De surcroît, l'opposition d'Einstein au courant dominant dépasse le cadre de la mécanique quantique. Tout au long du XX<sup>e</sup> siècle, Bertrand Russell est un des symboles de la domination du positivisme sur la logique et la philosophie de l'entendement. Il n'est donc pas innocent qu'Einstein se place sur ce terrain en intitulant sa contribution au volume dédié à Russell de la série « Library of Living Philosopher » : « Remarques sur la théorie russellienne de la connaissance ». Dans cet essai, il attaque l'empirisme défendu par Russell sur des points parfaitement pertinents. Il met d'abord le doigt sur les limites intrinsèques des expériences sensorielles dans la génération d'idées en rappelant que « les concepts qui surgissent dans notre pensée et dans nos expressions linguistiques sont tous, quand on les regarde d'un point de vue logique, des créations libres de notre pensée qui ne peuvent pas être déduites inductivement des expériences sensorielles ». Mais, il s'en prend aussi à la « fatale peur de la métaphysique » (...) qui est devenue une

maladie des philosophes empiristes contemporains ». <sup>24</sup>

Cependant, les références philosophiques qui ponctuent son texte (D. Hume, E. Kant...) montrent qu'il connaît mieux les courants de pensée auxquels il tendrait à s'opposer, que celui auquel son inclinaison première l'amènerait à adhérer, c'est-à-dire une certaine forme d'idéalisme. Il faut reconnaître que son attaque, bien qu'intéressante, n'est pas du niveau de celle de Leibniz contre Locke dans les *Nouveaux Essais sur l'entendement humain*. Comparativement, dans le même ouvrage, Kurt Gödel est moins diplomate et plus accrocheur à l'égard de Bertrand Russell.

On peut dès lors se demander ce qui a pu limiter des personnes comme Einstein, de Broglie et Langevin dans leur opposition à la domination du positivisme. Il semblerait que, outre le piège kantien dans lequel tombe partiellement la Relativité restreinte, il leur manque une idée claire de la place de l'homme dans l'univers et de son rôle transformateur spécifique. Suivant ce qu'ils qualifient de *réalisme*, ils ont tendance à investiguer les lois de l'univers indépendamment de la considération de l'homme ! Rappelons qu'après tout l'observateur dont parle toujours la Relativité n'est pas forcément un homme (à la différence de Kant), ce peut être une entité idéale comme un animal, un capteur ou n'importe quoi. Une des autres conséquences de cette lacune est que l'attachement à la causalité dont ils font preuve devient une certaine forme de déterminisme...

Malgré des intentions respectables, Albert Einstein ne disposait donc pas d'une lame assez affûtée. ©

## BIBLIOGRAPHIE

LEIBNIZ, Gottfried Wilhelm, *Discours de Métaphysique*, Folio Essais.

*Correspondance Leibniz-Clarke*, présentation de André Robinet, PUF, 1991.

KANT, Emmanuel, *Critique de la Raison pure*, 2<sup>e</sup> édition, Flammarion, 1787.

VAN BIEMA, Emile, *L'espace et le temps chez Leibniz et chez Kant*, Paris, Alcan, 1908.

*The Philosophy of Bertrand Russell*, « Library of Living Philosopher », Edited by Paul Arthur Schilpp, 1944.

*Albert Einstein : Philosopher-Scientist*, « Library of Living Philosopher », Edited by Paul Arthur Schilpp, 1949.

EINSTEIN, Albert, *La relativité*, 1956, Gauthier-Villars, Paris.

EINSTEIN, Albert, *Théorie de la relativité*, Collection Les Grands Classiques Gauthier-Villars, Editions Jacques Gabay, 2005 (Recueil de 7 textes originaux d'Einstein).

POINCARÉ, Henri, *La Science de l'hypothèse*, Flammarion, 1902.

PATY, Michel, *La Physique du XX<sup>e</sup> siècle*, EDP Sciences, 2003.

YOURGRAU, Palle, *Einstein/Gödel Quand deux génies refont le monde*, Dunod, Paris, 2005.

Remerciements à Dino de Paoli.

## NOTES

1. *L'anisotropie de l'espace*, Maurice Allais, Editions Clément Juglar, 1997.

2. Voir à ce sujet : « Les expériences de Dayton C. Miller et

la théorie de la relativité », Maurice Allais, *Fusion* n° 69 et « Les fondements de la Relativité ébranlés », Laurence Hecht, *Fusion* n° 72.

3. « Sur les hypothèses qui servent de fondement à la géométrie », Bernhard Riemann, *Œuvres Mathématiques*.

4. On peut citer ici l'article récent de Pierre Bonnefoy, « Le calcul différentiel de Leibniz, le langage de la découverte » de Pierre Bonnefoy, *Fusion* n° 104, avril-mai 2005.

5. Même s'il est convenu de ne pas le dire trop fort, il est assez généralement reconnu que Leibniz est sorti victorieux de toutes ces polémiques.

6. Dans sa correspondance avec Malebranche, Leibniz disait de Descartes : « Je suis persuadé que sa mécanique est pleine d'erreurs, que sa physique va trop vite, que sa géométrie est trop bornée, et enfin que sa métaphysique est tout cela ensemble ».

7. « Leibniz contre Descartes », Yves Messer, *Fusion* n° 39.

8. Une mise en garde s'impose. Un lecteur moderne sera peut-être surpris par les occurrences fréquentes de Dieu dans le discours leibnizien et il pourra voir de la bigoterie. Ce n'est pas le cas, car Leibniz, contrairement à Newton qui parle tout autant de Dieu, est rationnel comme le montre la prévalence qu'il accorde au principe de raison suffisante.

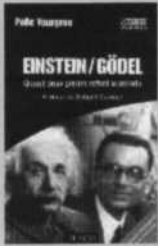
9. Voir à ce propos « Le projet Newton contre Leibniz », Pierre Bonnefoy, *Fusion* n° 104, avril-mai 2005, p. 22-23.

10. Considéré comme le fondateur de la théorie des ensembles, Cantor (1845-1918) est un explorateur audacieux de l'infini mathématique et l'auteur, entre autres, de la notion de nombre transfini...

11. Cela n'a rien à voir avec les conséquences du théorème d'incomplétude de Gödel qui mettent plutôt en évidence la limitation intrinsèque des méthodes formelles et axiomati-



# Einstein, Gödel et la Relativité



**Palle Yourgrau**  
*Einstein/Gödel,*  
*Quand deux génies*  
*refont le monde*  
traduit de l'anglais  
par Christian  
Jeanmougin  
Dunod, 2005.

Nous ne pouvons que conseiller aux lecteurs de *Fusion* le récent livre de Palle Yourgrau :<sup>25</sup> *Einstein/Gödel, quand deux génies refont le monde*. Au milieu de la pléthore d'ouvrages médiocres parus cette année, le livre de Yourgrau a le double mérite d'être accessible et d'aborder certaines questions philosophiques de fond, situant ainsi les véritables enjeux du débat scientifique.

Le premier aspect abordé par P. Yourgrau, sans lien direct avec la Relativité, est l'œuvre de Kurt Gödel (1906-1978) en tant que logicien. Gödel passa la première moitié de sa vie en Autriche. Il fit ses études supérieures à Vienne où il eut notamment comme professeur marquant Philipp Furtwängler, le cousin du légendaire chef d'orchestre. A l'époque, Vienne connaissait une vie intellectuelle intense d'un point de vue artistique, philosophique et scientifique. Les cercles intellectuels viennois que fréquentait Gödel étaient dominés par le positivisme logique, courant dont

les principaux représentants étaient Rudolf Carnap et Moritz Schlick, et dont le gourou était Ludwig Wittgenstein.

Le positivisme est décrit par Yourgrau comme une « forme particulièrement austère de minimalisme intellectuel ». Cette doctrine perçoit la métaphysique comme une déviance dont la philosophie doit se débarrasser, car pour les positivistes, « la physique, dont le fondement ultime est l'expérience sensorielle, épuise tout ce que l'on peut connaître et laisse à la philosophie la tâche consistant essentiellement à surveiller la tendance constante de la pensée à prétendre à plus de connaissance que ne peut en livrer la science ». Outre le cantonnement de la philosophie à une analyse de langage, les positivistes défendaient, dans la lignée de Kant, l'impossibilité de la science à fournir une représentation de la réalité ultime du monde.

Pour obtenir le cocktail que constitue le positivisme logique, il faut adjoindre ►

ques dans l'acquisition de la connaissance (Voir l'encadré « Einstein, Gödel et la Relativité »).

12. L'intuitivité est considérée du point de vue de l'individu, de l'observateur, alors que ce n'est pas le cas de l'apriorité logique.

13. Ce terme peu clair de *chose en soi* peut être mis, avec précaution, en parallèle avec la notion leibnizienne de monades.

14. Précisons que Kant évacue également l'harmonie et l'analogie qui existait chez Leibniz entre le « monde intérieur » et le « monde extérieur ». La hiérarchisation qui en découle conduit à une situation, typique de l'empirisme, où le « monde intérieur » est une sorte de réceptacle pour des informations provenant de l'extérieur. A la différence d'empiristes plus classiques, il accorde un faible degré de réalité absolue à cet extérieur.

15. *Alors vous voulez tout savoir sur l'économie ?*, Lyndon LaRouche, Editions Alcuin, 1984.

16. Il est important que la subjectivité soit considérée dans ce cadre et pour ces raisons précises, sinon elle devient un aboutissement, une marotte, qui s'effondre aussitôt que l'on pose la question : l'existence d'autrui est-elle exclusivement subjective ?

17. Comme nous l'avons déjà signalé, le rejet de la métaphysique par Kant se fait à travers son rejet des intuitions intellectuelles et sa déconstruction de l'entendement visant à rendre impossible la connaissance des choses en soi.

18. Heisenberg (1901-1976) est l'auteur de relations établissant l'impossibilité de mesurer simultanément la vitesse et la position d'une particule quantique. Avec les considérations sur la dualité de la lumière, ce principe imprègne l'interprétation dite de Copenhague de la mécanique quantique.

19. Pour plus de détails sur cette question, nous renvoyons le lecteur aux excellents articles de Laurence Hecht parus

dans le magazine *Fusion* n° 66 et la revue américaine *21st Century Science & Technology* (numéro de l'hiver 1999-2000 et du printemps 2001) qui sont aussi disponibles sur le site : <http://21stcenturysciencetech.com>.

20. Ce livre est un volume de la collection « Library of Living Philosophers », menée par Paul A. Schilpp. Nous évoquons plus loin le volume de cette série dédié à Bertrand Russell.

21. Il ne s'agit pas de dire, pour Einstein comme pour Kant, que l'observateur est victime d'illusions car cela supposerait un monde extérieur objectif transformé par les perceptions. Ce qu'il observe est la réalité de son point de vue et il n'existe que ce type de réalité.

22. Le fait que Poincaré soit l'auteur d'un livre intitulé *La Science et l'hypothèse* n'est pas pour autant rassurant. En témoigne la présentation qu'il donne dans cet ouvrage de la génération des nombres et du continuum qui se situe dans la stricte lignée de celle de Leopold Kronecker.

23. Le physicien autrichien Ernst Mach (1838-1916) est à l'origine d'une forme de positivisme particulièrement orienté vers l'empirisme. Susplicieux à l'égard de certaines spéculations des théoriciens, il souhaitait débarrasser la science de tous les éléments invérifiables par l'expérience sensorielle. Il est connu pour avoir nié aussi longtemps que possible l'existence des atomes. Dans sa réfutation de Mach, Lénine met le doigt sur certaines contradictions de l'attelage empirisme forcené/tout subjectif.

24. Ici, le terme « empiriste » est interchangeable avec positiviste.

25. Professeur de philosophie à l'université de Brandeis, Palle Yourgrau est l'auteur de nombreux ouvrages consacrés à Kurt Gödel.

» à cela l'influence de l'empirisme forcené et du matérialisme d'Ernst Mach, mais surtout celle des travaux en matière de formalisation de Frege, Russell (*Principia Mathematica*) et Hilbert, qui lui donne sa connotation logique.

C'est à ce dernier aspect que Gödel, qui n'adhérait pas du tout à cette « philosophie antiphilosophique », s'attaqua particulièrement. D'une part, il affirma : « Je ne vois pas pourquoi nous devrions avoir moins confiance (...) dans l'intuition mathématique que dans la perception sensorielle », ce qui contredisait à la fois l'empirisme et la conception positiviste des mathématiques. Mais surtout, il détruisit de l'intérieur leur édifice idéologique grâce à ses deux théorèmes d'incomplétude (1931) qui firent complètement voler en éclat le programme d'axiomatisation de Hilbert et ébranlèrent ainsi définitivement le dogme positiviste.

Palle Yourgrau résume en ces termes ces résultats remarquables : « L'ensemble complet des vérités mathématiques ne pourra jamais être appréhendé par une liste finie ou récursive d'axiomes purement formels. Autrement dit, aucun dispositif mécanique, aucun ordinateur ne pourra jamais épuiser l'ensemble des vérités mathématiques ». En démontrant ceci, grâce à des méthodes tout aussi révolu-

tionnaires que le résultat lui-même, Gödel pointait du doigt la limitation intrinsèque de toute méthode formelle pour ce qui est de l'acquisition des connaissances. Bien que le milieu scientifique se gardât bien de tirer toutes les conséquences de ces théorèmes (c'est le cas encore aujourd'hui), leurs implications ultimes ruinaient définitivement les travaux d'axiomatisation de Bertrand Russell ainsi que les projets fous d'intelligence artificielle.

Il nous faut préciser ici que Gödel est sans doute le savant ouvertement leibnizien et platonicien le plus profond du XX<sup>e</sup> siècle. Il pensait, à juste titre, que la physique s'était égarée plusieurs siècles auparavant en suivant l'empirisme de Newton, plutôt que l'idéalisme de Leibniz, et il déclara un jour à Karl Menger, en défense du même Leibniz, que personne n'était jamais « devenu plus intelligent en lisant Voltaire ». Ce trait de caractère avait en outre pour qualité de décupler l'ire d'un Bertrand Russell toujours aussi nauséabond qui proclama un jour à propos d'Einstein, Gödel et Pauli : «[ils] étaient des juifs et des exilés, et délibérément cosmopolites, [qui partageaient] un penchant allemand pour la métaphysique ».

Fuyant le nazisme, Gödel s'envola en 1940 pour les

Etats-Unis. Un poste l'attendait à la célèbre université de Princeton, où il rencontra Albert Einstein avec qui il se lia d'amitié ; amitié qui devait durer jusqu'à la mort de celui-ci en 1955.

Les discussions de Gödel et Einstein, lors de leurs promenades, prenaient souvent une tournure très philosophique. Certes, ils étaient parfois en désaccord, mais partageaient un scepticisme vis-à-vis de l'interprétation de la mécanique quantique avancée par Bohr et Heisenberg. Gödel expliquait d'ailleurs que, d'un point de vue épistémologique, « Cantor pourrait lui aussi être classé avec Einstein et moi. Heisenberg et Bohr sont de l'autre côté ». Cette rupture de Gödel et Einstein avec la tendance dominante doit être vue dans le cadre de leur opposition commune au positivisme.

Son amitié avec Einstein contribua à éveiller l'intérêt de Kurt Gödel pour la Relativité et le conduisit vers la question du Temps. La représentation intuitive que l'on pouvait se faire de ce concept avait déjà été malmenée par la Relativité restreinte, Gödel allait y porter le coup de grâce. En effet, ayant trouvé des solutions des équations de la Relativité générale – les univers de Gödel – autorisant des voyages dans le temps, il parvint à la conclusion que, en définitive,

le temps n'existait pas. Nous aurons l'occasion dans un numéro ultérieur du magazine Fusion de tenter d'évaluer la pertinence de la contribution de Gödel à la Relativité. Palle Yourgrau rappelle à ce propos : « cette « incursion » de Gödel en relativité a été considérée comme un petit jeu intellectuel dans un domaine qui le dépassait totalement. Personne n'a perçu son travail pour ce qu'il était : un développement continu de son programme d'exploration de l'impuissance des méthodes formelles à appréhender les concepts intuitifs ... ». Longtemps ignorés, les univers de Gödel ont subi plus récemment un assaut de la part de Stephen Hawking qui a éprouvé le besoin d'introduire une hypothèse ad hoc de préservation de la chronologie uniquement pour débarrasser la physique de ces objets encombrants.

Comme sa contribution à la Logique et à la Physique, l'œuvre philosophique de Gödel a déplu aux tenants de l'establishment qui l'ont rejetée en la qualifiant de « pré-critique », reproche qui était en fait une qualité puisqu'il revenait à dire que Gödel n'avait pas tenu assez compte de la « révolution » opérée par Kant.

Nul doute qu'aujourd'hui plus que jamais, l'œuvre de Kurt Gödel mérite d'être étudiée.