

Histoire des sciences A

Gödel déchiré

Dans les années 1940-1950, au fil de ses discussions avec Einstein, Gödel s'intéresse à la théorie de la relativité générale, au point de développer un modèle cosmologique original.

GIANBRUNO GUERRERIO | 01 août 2004 | LES GENIES DE LA SCIENCE N° 20 |



Princeton, le 16 janvier 1947

En décembre, nous avons célébré ici la partie mathématique du jubilé du bicentenaire de l'université. J'ai donné à cette occasion une conférence, puis une photographie a été prise de l'ensemble des mathématiciens (c'est-à-dire environ 100) de toutes les régions du pays ayant participé au jubilé. Je ne peux malheureusement pas te l'envoyer, car elle mesure 50 x 30 cm.

La conférence de Gödel pour le jubilé de l'Université de Princeton, qu'il évoque dans cette lettre à sa mère, reçoit un accueil réservé du public spécialisé, mais Gödel n'attribue cette retenue ni au caractère révolutionnaire de ses travaux, ni à l'incompréhension de ses collègues. Il y voit le signe d'un secret militaire de plus en plus strict auquel, pense-t-il, est soumis l'ensemble de la recherche scientifique. Pour Gödel, il ne fait aucun doute que l'assistance est filtrée et révenue contre lui.

Cette interprétation des événements est symptomatique du mélange de réalité et de délire que constitue sa vie à cette époque, même s'il est vrai que, depuis le début de la guerre et, surtout, depuis que des scientifiques se sont rassemblés pour mettre au point des armes nucléaires, la recherche est tombée de plus en plus sous l'autorité militaire.

À son arrivée à Princeton, par exemple, Gödel espérait retrouver en von Neumann l'ami et le scientifique qu'il avait connu à Vienne. Or, ce dernier était, depuis 1940 déjà, membre du comité scientifique des « Ballistic Research Laboratories » (Laboratoires de recherche balistique) à Aberdeen, dans le Maryland ; en 1941 et 1943, il avait pris d'autres fonctions, d'abord au « Navy Bureau of Ordnance » (Bureau du matériel militaire de la marine), puis au « Los Alamos Scientific Laboratory » (Laboratoire scientifique de Los Alamos) où, dans le cadre du projet Manhattan, les scientifiques mettaient au point la bombe atomique. Ainsi, von Neumann ne faisait que de courts séjours à Princeton, durant lesquels il ne pouvait bien entendu pas parler des recherches en cours.

À part Oswald Veblen, Oskar Morgenstern devint donc, les premiers mois, le seul ami de Gödel à Princeton. Il avait déjà rencontré Gödel au Cercle de Vienne chez Schlick, mais ne se lia d'amitié avec lui qu'aux États-Unis. Morgenstern avait fait, entre autres, des études de sciences chez Ludwig von Mises, un élève du père de Menger. Dans les années 1940, Morgenstern travailla, en collaboration avec von Neumann, sur les fondements de la théorie des jeux, qui devint célèbre en 1944 grâce au traité La théorie des jeux et du comportement économique. Le mathématicien américain John Casti, professeur à l'Université technique de Vienne et membre de l'Institut de Santa Fe en Californie, compte la théorie des jeux parmi les cinq grandes théories mathématiques qui ont marqué le ^{xx}e siècle.

Gödel a de l'amitié pour Morgenstern, mais il trouve certains traits de sa personnalité douteux. Ainsi, il écrit à sa mère : « L'activité politico-militaire de Morgenstern, à laquelle il s'est consacré ces dernières années presque autant qu'à sa profession principale, ne me plaît pas du tout. Je ne veux pas contester ses bonnes intentions, mais il préconise une intensification de l'armement et de l'agressivité contre la Russie, ce que je considère néfaste dans la situation actuelle. » Morgenstern, de son côté, est à la fois fasciné et surpris par la manière de vivre et de penser de son ami. Dans son journal intime, il écrit par exemple, en 1941 : « Hier soir, invité à dîner chez les Gödel. Je me rends compte de plus en plus que c'est un homme exceptionnel, mais un peu fou, qui voit des fantômes partout. »

« Gödel voit des fantômes partout »

Quel que soit l'appartement où ils emménagent, Kurt est persuadé qu'il en émane des vapeurs toxiques. Il a aussi l'impression d'être suivi par des espions étrangers. Les circonstances rendent peut-être ces sentiments plus compréhensibles : avec son accent «



Gödel et Einstein, collègues à l'Institute for Advanced Study à Princeton, entretiennent une étroite amitié de 1942 jusqu'à la mort d'Einstein en 1956.

Auteur

Gianbruno Guerrierio

Gianbruno Guerrierio est docteur en philosophie.

Histoire des sciences

Les démons de Vienne

Histoire des sciences

Une famille aisée

Histoire des sciences

Naissance d'une passion

Histoire des sciences

Les années viennoises

En kiosque



N°504 Octobre 2019

ACHETER

M'ABONNER

Newsletter

Saisissez votre email



allemand », Gödel se sent sans doute exposé quotidiennement à l'hostilité des citoyens américains en cette période de guerre contre l'Allemagne. Ses traits de caractère curieux inspirent en outre tout sauf la confiance. Ainsi, durant l'été 1942, dans un lieu de villégiature du Maine, sur la côte Est, Gödel passait ses journées enfermée dans la chambre de la pension. Il avait interdit au personnel de pénétrer dans la pièce, si bien qu'Adele elle-même devait s'occuper du ménage. Au coucher du soleil, son mari faisait seul de longues randonnées en forêt et le long de la côte, souvent jusqu'à l'aube. Il ne cherchait que l'isolement et une concentration extrême dans le calme de la nuit, mais les gens de la région le soupçonnèrent d'entrer en contact, de nuit, pendant ses longues marches, avec les sous-marins allemands. De quoi alimenter la paranoïa de Gödel. Ce dernier aurait même envisagé de se porter volontaire pour la défense civile, afin d'acquérir des mérites dans sa patrie d'élection.

Pendant ces années de quête de solitude, Gödel ne se penche pas seulement sur le problème du continu ; il s'interroge de plus en plus sur le peu d'effets de ses découvertes sur le « quotidien mathématique ». Il écrit ainsi, dans son article sur Russell de 1944 : « Le manque de compréhension des fondements explique que la logique mathématique soit restée si en deçà des grandes attentes de Peano et d'autres, qui avaient espéré que la logique donnerait un nouvel élan aux découvertes mathématiques tout comme le système décimal avait simplifié le calcul. »

Pour remonter aux racines du problème, Gödel étudie les écrits de Leibniz qui, le premier, a suivi l'idée d'une lingua characteristica universalis pour exprimer les raisonnements des sciences exactes. Avoir cet Aristote du xvii^e siècle comme garant, se savoir dans la mouvance de son programme d'une grammaire logique universelle, conforte Gödel dans les possibilités de la logique mathématique. Il est même convaincu, après une étude minutieuse des écrits de Leibniz, que son projet d'une lingua characteristica universalis n'était pas utopique : Gödel est persuadé que Leibniz avait déjà pratiquement achevé l'élaboration de son langage universel des concepts, mais qu'il avait hésité à publier ses travaux, parce que l'époque ne lui paraissait pas mûre pour les recevoir. Leibniz lui-même aurait fixé le temps nécessaire à l'élaboration complète de son langage à cinq ans. L'humanité serait alors en possession d'un instrument nouveau, qui accroîtrait les capacités de l'esprit beaucoup plus que les appareils optiques n'avaient augmenté l'acuité visuelle. Trois siècles plus tard, Gödel partage ces espérances.

Leibniz, qui était déjà la référence historique la plus importante des réflexions philosophiques de Gödel sur la logique mathématique, devient une véritable obsession. L'œuvre publiée de Leibniz ne lui suffit plus depuis longtemps ; il veut accéder aux sources manuscrites. Les recherches internationales dont Gödel est l'instigateur permettent de réunir le matériel dispersé par la guerre. En outre, l'Université de Pennsylvanie, avec le soutien financier de la fondation Rockefeller, entre en possession d'une copie de microfilm de l'héritage manuscrit de Leibniz, contenant une bibliographie très complète de ses recherches.

Au fil de son enquête, cependant, la paranoïa de Gödel frappe encore : le logicien soupçonne que Leibniz a été victime d'un complot des éditeurs de ses ouvrages, qui auraient intentionnellement soustrait une partie essentielle de son œuvre. Oskar Morgenstern suit avec une inquiétude croissante les excès de la passion de son ami. À la fin de ses recherches, Gödel est convaincu que Leibniz a anticipé beaucoup des avancées de la recherche scientifique ultérieure : non seulement le philosophe allemand aurait eu connaissance des antinomies de la théorie des ensembles près de 200 ans à l'avance, mais il aurait aussi anticipé des théories du physiologiste et physicien allemand Hermann Helmholtz (1821-1894), ainsi que la théorie mathématique des jeux de Morgenstern et von Neumann.

Morgenstern et Menger voient dans son isolement croissant une explication possible des excès de leur ami. À Princeton, les Gödel vivent retirés et fuient la vie sociale de l'université, un comportement qui se renforce encore avec les années. Gödel écrit ainsi à sa mère le 30 avril 1961 : « Tu n'as certainement pas apprécié que nous ne nous soyons pas rendus à la réception de Otto, mais comme je ne vais pratiquement jamais aux réceptions, aller juste à celle-ci aurait paru un peu bizarre. Du reste, Oppenheimer était également invité et n'est pas venu, même sans se décommander. D'ailleurs ici, spécialement à l'Institut, on ne s'intéresse guère à la haute noblesse. » Il est question d'une visite de Otto de Habsbourg à Princeton. Le refus de Gödel de rencontrer les personnes qui ne lui sont pas familières devient bientôt proverbial à Princeton.

Un ermite logicien enfermé dans sa logique

Le couple préserve jalousement son intimité. Leur union reste volontairement sans enfant. Kurt justifiera ce choix par une soi-disant forte prédisposition de sa femme au cancer, et, pour son épouse, les troubles psychiques de Gödel représentent un risque héréditaire pour la descendance. Seuls un chien et deux canaris égayaient un peu cet isolement. Pour Kurt, la solitude est une condition nécessaire au travail intellectuel, mais Adele semble ne jamais s'y être habituée. Morgenstern la décrit (certes avec quelque exagération) comme le « type même de la femme de ménage viennoise, s'adonnant au bavardage, pas très lettrée,

Quand elle est là, on peut à peine parler avec Kurt, [...] toujours est-il qu'il lui doit probablement la vie ».

Pendant la guerre, les troubles alimentaires de Gödel s'aggravent : il mange peu, en partie par crainte des intoxications (Adele doit souvent goûter ses plats pour le rassurer), et en partie à cause de graves problèmes gastro-intestinaux. Il se soigne par automédication, prenant de puissants laxatifs et s'imposant un régime strict, au point de souffrir de sous-alimentation.

Après la guerre, Adele entreprend de nombreux voyages en Europe, peut-être pour échapper au climat familial assommant ; son époux refuse toutefois obstinément de l'accompagner. À la place, il entretient à partir de 1946 une correspondance régulière avec sa mère. Plus tard, son frère Rudolf écrira ne pas comprendre pourquoi, après 1946, Kurt ne lui a jamais rendu visite à Vienne, pas plus qu'à sa mère. Dans une lettre du 29 avril 1985 à Wang, Rudolf citera la chronique familiale qu'il est en train de rédiger : « Je n'ai jamais compris pourquoi mon frère n'est jamais revenu en visite à Vienne après la Seconde guerre mondiale. Il prétendait qu'à Vienne il ne pourrait peut-être pas suivre le régime approprié. Il a toutefois invité plusieurs fois sa mère et moi-même à Princeton et nous avons passé avec lui et sa femme de bons moments. » Leur mère avait emménagé chez Rudolf après la guerre, où elle vécut jusqu'à sa mort en 1966.

Il est possible que Gödel ait nourri un ressentiment croissant à l'encontre de son ancienne patrie. Ainsi, Madame Morgenstern indiquera en 1986 dans une interview du mathématicien Werner DePauli-Schimanovich, que Gödel n'avait pas de bons souvenirs de l'Autriche. Il avait su, comme tous les émigrants, que même avant le rattachement à l'Allemagne de Hitler, nombre d'Autrichiens étaient des sympathisants du national-socialisme. L'année de la mort de sa mère, en 1966, il refusera le titre de professeur honoraire de l'Université de Vienne, ainsi que son entrée à l'Académie autrichienne des sciences, à l'occasion de son soixantième anniversaire. La raison plutôt douteuse qu'il donnera est que ce titre aurait créé des difficultés avec l'administration américaine pour sa citoyenneté. Il acceptera cependant la reconnaissance de la Royal Society britannique et de l'Académie des Sciences en France.

Gödel est promu membre permanent de l'Institute for Advanced Study en 1946, toujours sans titre de professeur, mais avec une pension de retraite assurée. Le contrat d'assurance vieillesse conclu pour lui par l'Institut contient une clause garantissant qu'en cas de maladie et d'incapacité de travail, il peut être mis en retraite anticipée et toucher sa pension au taux plein. Gödel n'est nommé professeur que sept ans plus tard, en 1953. Cette nouvelle position est naturellement liée à certaines tâches administratives. Gödel doit en particulier décider de l'attribution de subventions et de bourses d'études à de jeunes chercheurs. Il se consacre consciencieusement à la tâche, mais évite le contact direct avec ses collaborateurs et ses collègues, préférant le téléphone, qui lui permet de mieux diriger la conservation et de l'interrompre quand il se sent fatigué.

Le jeune logicien Dov Gabbay, qui séjourna au début des années 1970 à Princeton pour ses recherches, esquisse les formes loufoques de cette phobie :

Un jour, Kreisel vint me voir et me transmit une invitation de Gödel à me rendre à son bureau le dimanche. J'y retrouvai donc Kreisel ce dimanche. Gödel me parla par téléphone de chez lui, par l'intermédiaire de Kreisel. La situation était bizarre : Kreisel était assis au téléphone en face de moi et s'entretenait avec Gödel en allemand. Gödel posait des questions, que Kreisel me traduisait en anglais ; puis, je répondais à Kreisel, qui transmettait les réponses. Je parlai ainsi avec Gödel. En résumé, il dit : « Que fait donc ce jeune Gabbay ? Est-ce qu'il étudie ceci ou cela ? J'étais familiarisé avec le sujet dès seize ans. » À la fin, Kreisel m'annonça : « Très bien, jeune homme, il est enchanté. »

L'amitié légendaire entre Gödel et Einstein

Dans ces années américaines, outre le mathématicien et économiste Oskar Morgenstern, Gödel compte quelques autres relations, parmi lesquelles des logiciens ou des philosophes s'occupant de logique, tels Karl Menger, Georg Kreisel, Abraham Robinson et Hao Wang. Une amitié aussi célèbre qu'entourée de légendes est celle qu'il lie avec Albert Einstein en 1942. La relation étroite et familière entre les deux hommes, qui avaient l'habitude, pendant plusieurs années, de faire de longues promenades en rentrant chez eux de l'Institut, a stimulé l'imagination de nombreuses personnes. C'était en fait la rencontre de deux personnalités très différentes, voire opposées sur certains points.

Selon Ernst Straus, secrétaire d'Einstein de 1944 à 1947, Einstein est une nature sociable et simple qui gagne la confiance de ses congénères par sa sagesse pratique. Gödel, en revanche, est renfermé et sérieux, et doute profondément des possibilités du bon sens. Pourtant, « pour une raison quelconque, ils s'entendent bien et ont un profond respect l'un pour l'autre ». Ce qu'ils se sont dit reste un mystère partiel, mais ce n'était peut-être pas toujours si sérieux : on raconte qu'un jour qu'ils se promenaient ensemble en pleine conversation, ils se retournèrent tous les deux au passage d'une très jolie dame...

Selon Morgenstern, les deux hommes se complètent dans le domaine scientifique : tous deux ont, dans leur jeunesse, choisi entre mathématiques et physique. Gödel s'était détourné de la physique parce qu'il la trouvait incohérente du point de vue logique. Einstein avait été confronté, en mathématiques, à « beaucoup de jolies questions », qui lui paraissaient toutes importantes ; il y en avait tant « qu'il n'avait jamais pu décider lesquelles étaient centrales et lesquelles étaient secondaires ». Il s'était consacré à la physique, « où il avait un grand sens de l'importance des problèmes », écrit Morgenstern dans son journal.

Les originalités et bizarreries de Gödel ne nuisent pas à leur relation. Einstein ferme souvent les yeux et ne le critique que rarement, sauf en 1952, où il dit à l'un de ses collaborateurs : « Gödel est vraiment devenu complètement fou, il a voté pour Eisenhower ! » Quand on demandait à Gödel pourquoi Einstein aimait le fréquenter, il répondait : « Parce que je défends souvent des points de vue opposés et que je n'en fais pas mystère. »

Gödel ressent la théorie de la relativité d'Einstein comme un défi philosophique de premier ordre, quelque chose « d'important pas seulement pour des spécialistes. [La théorie de la relativité] concerne des questions philosophiques générales, qui intéressent autant la vie quotidienne que la science, des questions comme celle de la nature du temps, par exemple ». Dans la théorie d'Einstein, le logicien voit une résurgence d'une théorie idéaliste du temps extrêmement raffinée : « Il semble que l'on obtienne une preuve univoque du point de vue des philosophes qui, comme Parménide, Kant et les idéalistes modernes, nient l'objectivité du changement, le considérant comme une illusion ou une apparition due à la nature spéciale de notre perception. » Pour Gödel, l'élément central du résultat d'Einstein est sa compréhension nouvelle et surprenante de la nature du temps, « cette entité mystérieuse et apparemment autocontradictoire, qui constitue pourtant le fondement de notre existence et de celle du monde » :

Le point de départ de la théorie de la relativité restreinte est la découverte d'une propriété nouvelle et étonnante du temps, la relativité de la simultanéité [de deux événements], dont découle dans une large mesure la relativité de la succession. [...] D'aucuns objecteront que cet argument montre seulement que « pourrait être quelque chose d'objectif, alors que les idéalistes prétendent qu'il n'est que quelque chose d'imaginé. Cependant, un déroulement relatif du temps, si tant est que cette expression ait un sens, serait certainement quelque chose de totalement différent du déroulement du temps au sens habituel, qui signifie un changement dans ce qui existe. En effet, le concept d'existence ne peut être relativisé sans que sa signification en soit complètement anéantie.

Dans son ouvrage sur la cosmologie de Gödel, Palle Yourgrau explique que Gödel « appréciait l'analyse du concept de temps dans le cadre de la théorie de la relativité parce qu'elle contenait des réflexions formelles déterminantes et que le recours à l'expérience n'avait qu'une importance secondaire ; la géométrie de l'espace-temps d'Einstein-Minkowski n'y était plus une simple métaphore, mais prenait tout son sens. Une fois que la notion de géométrie du temps fut prise au sens littéral, la voie était ouverte pour qu'une personne telle que Gödel s'attaque à la question d'une géométrie non standard du temps, exactement comme Einstein avait utilisé auparavant une géométrie non standard de l'espace-temps. »

Les univers en rotation de Gödel

Alors qu'il met au point son article Qu'est-ce que le problème du continu de Cantor ?, Gödel commence ses travaux sur la théorie de la relativité d'Einstein. En 1949, Paul Schilpp lui donne l'occasion d'écrire un article dans une publication commémorative en l'honneur des 70 ans d'Albert Einstein. La rédaction de l'article se transforme, comme d'habitude chez Gödel, en une épreuve nerveuse tant pour lui-même que pour l'éditeur, qui ne reçoit le manuscrit fini que quelques semaines avant le jour de la célébration. L'article est publié sous le titre Remarque sur les relations entre la théorie de la relativité et la philosophie idéaliste.

Dans le cas présent, cependant, le retard de Gödel n'est pas imputable à la précision obsessionnelle avec laquelle il vérifie habituellement les manuscrits avant impression, mais au fait qu'il s'est passionné pour la théorie de la relativité. Avec la méticulosité qui lui est propre, il est entré dans les détails de la théorie de la relativité générale et a découvert un exemple de solutions cosmologiques d'un genre nouveau pour les équations du champ gravitationnel d'Einstein, selon le titre d'un article qu'il publie la même année dans la « Review of Modern Physics ». En 1950, la conférence qu'il donnera à Cambridge (Massachusetts) à l'occasion d'un congrès de mathématiques portera aussi sur le sujet : Des univers en rotation dans la théorie de la relativité générale.

En étudiant les équations de la relativité d'Einstein, Gödel a remarqué que parmi les solutions de ces équations, certaines étaient des modèles d'espace-temps dont les lignes d'univers étaient fermées. Les lignes d'univers sont des courbes de l'espace-temps, qui décrivent le mouvement des corps dans celui-ci. Dans notre espace à trois dimensions, une trajectoire fermée est aisément concevable. Nous en faisons tous les jours, par exemple en nous levant du lit pour le retrouver le soir. Dans l'espace-temps en revanche, la ligne

d'univers de cette action n'est pas fermée, car du temps s'est écoulé. Que signifie une ligne d'univers fermée dans l'espace-temps ? Une telle ligne est une trajectoire où l'on revient au point initial (d'espace-temps), c'est-à-dire non seulement aux coordonnées spatiales initiales, mais à la coordonnée temporelle initiale : une personne empruntant une telle trajectoire remonterait le temps simplement en la suivant... « Si nous voyageons à bord d'un vaisseau spatial suivant une courbe suffisamment grande, explique Gödel, il est possible, dans ces univers, de se rendre dans n'importe quelle région du passé, du présent ou du futur et d'en revenir, exactement comme il est possible dans d'autres univers de se rendre dans des parties éloignées de l'espace. »

Selon Gödel, « la propriété physique qui saute le plus aux yeux, qui différencie ces solutions de celles actuellement connues [à la fin des années 1940], est que la précession du gyroscope est partout dans le même sens par rapport à la matière, ce qui, dans notre univers, signifierait qu'il a un mouvement de précession par rapport à l'ensemble de tous les systèmes galactiques. Ces univers peuvent donc recevoir le nom pertinent d'"univers en rotation " » (d'où le titre de sa conférence de 1950).

Le modèle cosmologique de Gödel a-t-il un sens en physique ?

Comme toujours, Einstein réagit posément et de façon pragmatique aux travaux de son ami :

L'article de Kurt Gödel est, à mon avis, une contribution importante à la théorie de la relativité générale, notamment à l'analyse du concept de temps. Le problème dont il est question m'a déjà tracassé pendant l'élaboration de la théorie de la relativité générale, sans que je fusse en mesure de le clarifier. L'essentiel ici est que l'envoi d'un signal n'est pas un processus qui peut s'inverser au sens de la thermodynamique, un processus lié à l'augmentation de l'entropie (à l'inverse des processus élémentaires que nous connaissons pour le moment, qui sont tous réversibles). Donc, si B et A sont deux points de l'univers suffisamment rapprochés que l'on peut relier par une ligne de type temps, la déclaration « B est avant A » a un sens physiquement objectif. A-t-elle également un sens, si les points que l'on peut relier par une ligne de type temps sont à une plus grande distance ? Certainement pas, s'il existe des suites de points pouvant être reliés par une ligne de type temps tels que chaque point précède temporellement le précédent et que la suite est fermée. La distinction « avant après » pour des points de l'univers éloignés au sens cosmologique disparaît alors, laissant la place aux paradoxes sur le lien causal orienté, mentionnés par Monsieur Gödel [les paradoxes temporels tel celui du petit-fils qui remonte dans le temps et tue son grand-père]. Monsieur Gödel [...] a trouvé de telles solutions cosmologiques aux équations de la gravitation. Il sera intéressant d'évaluer s'il ne faut pas les exclure pour des raisons physiques.

En 1992, le physicien Stephen Hawking formulera, pour exclure les paradoxes physiquement indésirables des voyages dans le temps, sa conjecture de la protection de la chronologie. Selon celle-ci, des objets macroscopiques ne peuvent envoyer des signaux vers le passé. Les solutions de Gödel des équations de la gravitation montrent en tout cas l'efficacité de la modélisation mathématique en physique théorique. Un autre exemple de l'utilité de la modélisation mathématique en physique théorique est donné par le physicien néo-zélandais Roy Kerr. Celui-ci a découvert, en 1963, par voie purement mathématique, des solutions exactes aux équations d'Einstein qui décrivent des trous noirs en rotation. Les astronomes sont convaincus aujourd'hui que de tels trous noirs existent, notamment au centre de la Voie lactée.

Dans une lettre de 1955 au biographe d'Einstein, Carl Seelig, Gödel replace sa contribution à la cosmologie dans cette perspective plus générale : « Je n'entends pas la poursuite du développement [de la théorie de la relativité] comme un élargissement au sens que la théorie devrait inclure une large palette de faits ; je pense plutôt à l'analyse mathématique des équations, de sorte qu'il soit possible de trouver systématiquement des solutions et d'étudier les propriétés générales des solutions proposées. Cela au moins jusqu'à ce que nous ayons découvert l'analogie des théorèmes fondamentaux du calcul intégral de Newton, un tel analogue existant à mon avis avec certitude. »

Les notes manuscrites de Gödel révèlent qu'il compte fermement sur une confirmation empirique de son modèle cosmologique ; il ne se satisfait nullement d'une démonstration abstraite. « Dans son héritage, écrit Dawson dans sa biographie, figurent deux cahiers de notes reliés, dans lesquels il a dessiné l'orientation des galaxies, ce qui laisse présumer qu'il espérait trouver une confirmation physique de sa théorie. »

Gödel conçoit les théories physiques comme des édifices axiomatiques ; il considère par exemple la physique newtonienne comme une théorie axiomatique exacte. D'un autre côté, confiera-t-il à Wang, le fait « qu'en tant que novice dans le domaine de la théorie de la relativité, j'aie obtenu en peu de temps de nouveaux résultats » prouve que la théorie d'Einstein n'est pas encore adulte.

On a souvent souligné la similitude entre la physique de Gödel et ses positions dans le domaine de la théorie des ensembles : tout comme l'incomplétude des mathématiques rend nécessaire la découverte permanente de nouveaux axiomes, nous devons aspirer en physique à donner à nos théories un fondement de caractère axiomatique. Gödel aura, de même, toujours l'espoir de trouver un fondement axiomatique à la métaphysique.

Kant et la théorie de la relativité

Parallèlement à ces incursions en physique, Gödel poursuit son étude de la philosophie de Kant et, plus particulièrement, s'efforce de déterminer ce qui le rapproche et l'éloigne du philosophe de Königsberg en mathématiques, en logique et en physique. Plus que dans l'article de 1949 en l'honneur d'Einstein, c'est dans les ébauches préparatoires de ses Collected Works que l'on trouve des explications systématiques sur la philosophie de Kant de l'espace et du temps. Selon Gödel, la théorie de la relativité confirme la conception kantienne du temps : « Le temps n'est pas quelque chose qui existe en soi-même, ni une détermination objective ou un arrangement des choses ; il n'existe que par rapport à un sujet doté de perception ou, mieux, par rapport à nos sens. » Gödel, qui traduit ici lui-même en anglais le texte extrait de la Critique de la raison pure, accorde à la philosophie de Kant une grande importance dans la mesure où elle peut à son tour aider à approfondir la théorie de la relativité. « La concordance que présentent certains résultats de la physique moderne avec une doctrine que Kant a élaborée il y a 150 ans [l'article date de la fin des années 1940], doctrine en contradiction avec la perception du quotidien, la philosophie et la physique de son temps, est frappante, si bien que la raison pour laquelle si peu d'attention fut accordée à cela dans les interprétations philosophiques de la théorie de la relativité paraît incompréhensible. »

Même dans l'affirmation kantienne selon laquelle notre connaissance de l'espace et du temps serait a priori (« avant » toute expérience), Gödel ne voit pas de contradiction avec la théorie de la relativité. Certes, l'affirmation semble « contredire ouvertement la théorie de la relativité, parce que les propriétés de l'espace-temps récemment découvertes (la relativité de la simultanéité, les espaces non euclidiens, la contraction de Lorentz, etc.), loin de pouvoir être reconnues a priori, sont plutôt en contradiction flagrante avec une telle conception. » Pourtant, selon Gödel, en y regardant de plus près, la doctrine de Kant est parfaitement compatible avec la théorie de la relativité, car « des concepts géométriques répondant aux axiomes euclidiens peuvent être définis dans un univers non euclidien, quoiqu'en général (en accord surprenant avec le point de vue kantien) seulement en tant que modes de rapport à nos sens. » De même, pense Gödel, on peut définir, dans l'espace-temps einsteinien, des concepts d'espace et de temps absolus, a priori, répondant aux lois de la physique non relativiste.

La seule contradiction que Gödel voit entre la philosophie de Kant et la théorie de la relativité d'Einstein est que, selon Kant, les sciences naturelles n'étudient les phénomènes qu'en fonction des formes de notre conception (espace et temps), alors que « la chose en soi » reste insaisissable : « Je pense que ce point de la philosophie de Kant devrait être modifié, précise Gödel, si l'on veut conserver une concordance entre sa philosophie et la physique moderne ; il faudrait admettre que pour la connaissance en sciences naturelles il est possible, du moins en partie et progressivement, d'atteindre ce qu'il y a derrière les phénomènes et donc l'univers des choses ».



Article paru dans

les génies N°20 - Août 2004

- [Voir le sommaire](#)
- [Acheter le numéro](#)
- [S'abonner](#)

Abonnez-vous et accédez à plus de 20 ans d'archives !



12 numéros + 4 hors-série
en version papier + numérique

+ Accès illimité à plus de 20 ans d'archives

JE M'ABONNE

Newsletter

Saisissez votre email

ENVOYER

Nos dernières parutions



N°105 NOVEMBRE 2019
Qui sommes-nous ?



N°504 OCTOBRE 2019
Vers une nouvelle théorie des infinis



N°16 SEPTEMBRE 2019
Inégalités hommes-femmes



N°114 OCTOBRE 2019
En finir avec la migraine



N°503 SEPTEMBRE 2019
La fin des insectes ?

Abonnez-vous et accédez à plus de 20 ans d'archives !



Offre numérique

12 numéros + 4 hors-série en version numérique
+ Accès illimité à plus de 20 ans d'archives

[JE M'ABONNE](#)



Offre intégrale

12 numéros + 4 hors-série en version papier + numérique

+ Accès illimité à plus de 20 ans d'archives

[JE M'ABONNE](#)

POUR LA SCIENCE

RUBRIQUES

Diaporamas
Vidéos
Thèmes
Blogs

BOUTIQUE

Abonnements
Anciens numéros
Applications

PRATIQUE

Questions fréquentes
Contact
Qui sommes-nous ?
Mentions Légales
Annonceurs
Conditions générales de vente
Cookies
Charte de protection des données personnelles
Connexion
Index des articles

LES SITES DU GROUPE

Belin Editeur
Belin Education
Editions de l'Observatoire
Editions Le Pommier
Puf
Que sais-je ?
Cerveau et Psycho
Pour la Science
Gerip
Libthèque
Scientific american

Recevez notre newsletter

Votre adresse mail

[JE M'INSCRIS](#)

POUR LA SCIENCE

170 BIS BOULEVARD DU MONTPARNASSE, 75014 PARIS 06
N° CPPAP : 0922 W 91526

