

PHILOSOPHIA SCIENTIÆ

ADRIAN DUFOUR

La logique de mondes possibles et le conventionnalisme géométrique

Philosophia Scientiæ, tome 1, n° 4 (1996), p. 45-58

http://www.numdam.org/item?id=PHSC_1996__1_4_45_0

© Éditions Kimé, 1996, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « *Philosophia Scientiæ* » (<http://poincare.univ-nancy2.fr/PhilosophiaScientiæ/>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

**La logique de mondes possibles
et le conventionnalisme géométrique**

Adrian Dufour

*Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Fribourg*

Résumés. La découverte faite par N. I. Lobachevski et F. Bolyai autour de 1830 des géométries non-euclidiennes consistantes et les expériences de K. F. Gauss ont posé des problèmes absolument nouveaux aux scientifiques et épistémologues : la géométrie physique perd son caractère de science *a priori*. Cette conséquence se trouve à l'origine de la position épistémologique appelée *conventionnalisme*, introduite par Henri Poincaré. De la critique faite par Hans Reichenbach dans *The Nature of Geometry au conventionnalisme* de Henri Poincaré, nous croyons pouvoir tirer la conclusion suivante : bien que le nouveau statut épistémologique de la géométrie physique annule la caractérisation leibnizienne des propositions de la géométrie comme *vérités de raison*, dont la négation entraînerait des contradictions et serait en conséquence impossible, il semble cependant confirmer l'idée leibnizienne selon laquelle, d'un point de vue logique, le monde existant n'est qu'un parmi plusieurs mondes possibles.

Abstract. The discovery of non-Euclidean geometry by N. I. Lobachevski and F. Bolyai around 1830 and the experiences of K.F. Gauss presented completely new problems to scientists and epistemologists: physical geometry lost its character of an *a priori* science. This consequence is at the origin of the epistemological position known as *conventionalism*, introduced by Henri Poincaré. Based on Hans Reichenbach's critique of Henri Poincaré's conventionalism, a critique found in Reichenbach's *The Nature of Geometry*, it is possible to draw the following conclusion: despite the fact that the new epistemological status of physical geometry has led to a rejection of the Leibnizian view of the propositions of geometry as *truths of reason*, whose denial would involve contradiction and be in consequence impossible, it seems however to confirm the Leibnizian belief that the existing world is, from a logical point of view, but one of several possible worlds.

Nous pensons qu'il existe un certain parallélisme entre la critique faite par Hans Reichenbach au conventionnalisme géométrique de Henri Poincaré, et la critique de Leibniz au principe de plénitude. Le but de ce travail est de le montrer.

On connaît la thèse de Pierre Duhem, d'après laquelle la science moderne a pu voir le jour en grande partie grâce à l'idée de création, c'est-à-dire l'idée que le monde réel n'est qu'un monde parmi plusieurs mondes possibles (Cf. [Duhem 1954-1959, Vol. 6, 1954], dont le titre est «*Le Reflux de l'Aristotélisme : Les Condamnations de 1277*». Cf. [Duhem 1909, 412 ; Wallace 1981c, 303 et 315-317 ; Wallace 1978, 17]). Selon Hans Burkhardt, dans l'antiquité classique apparaît l'idée d'une pluralité de mondes actuels, mais c'est seulement avec Origène qu'est formulée pour la première fois l'idée que le monde réel n'est qu'un parmi une pluralité de mondes simplement possibles. En effet, Origène se demande si Dieu aurait pu créer un monde où Moïse ne serait pas le libérateur du peuple juif¹.

1 "Roughly we can distinguish two main streams in the history of philosophy. One begins with Greek philosophy and is cosmological. Members of this stream discussed even the actuality of other worlds. The second main stream is of Christian origin and has a theological source. In this case possible worlds are seen as being present in God's mind,

Pierre Duhem pense que cette idée stimula l'imagination scientifique du Moyen-Âge tardif par rapport à l'élaboration de différentes cosmologies alternatives (en particulier à celle d'Aristote) également possibles, l'expérience devenant le seul juge permettant de déterminer laquelle est vraie. En plus, cette idée a permis de se débarrasser de l'exigence épistémologique d'après laquelle toute science doit partir de principes qui soient nécessaires du point de vue logique². Un exemple extrême de cette orientation est représenté par le nominalisme et le volontarisme théologique de Guillaume d'Ockham, qui, réagissant contre l'aristotélisme averroïste, rejetait toute vérité nécessaire et considérait l'expérience comme la seule source de connaissance³. En effet, selon l'aristotélisme averroïste la structure générale du monde est nécessaire et, en conséquence, Dieu n'aurait pas pu créer un monde différent⁴.

and already Origen in the 2nd century discusses the question of whether God could have created other possible worlds with another Moses, i.e. a Moses who did not lead de jews from Egypt to Palestina." H. Burkhardt, *From Origen to Kripke: The History of Possible Worlds*, dans les actes du III Simposio de Historia de la Lógica, Université de Navarre, 3-5 mai 1993, encore sous presse chez Walter de Gruyter & Co., Berlin.

- 2 «Nous estimons posséder la science d'une chose d'une manière absolue et non pas, à la façon des Sophistes, d'une manière purement accidentelle, quand nous croyons que nous connaissons la cause par laquelle la chose est, que nous savons que cette cause est celle de la chose, et qu'en outre *il n'est pas possible que la chose soit autre qu'elle n'est*. [...] Il en résulte que l'objet de la science au sens propre est quelque chose *qui ne peut pas être autre qu'il n'est*. [...] Si donc la connaissance scientifique consiste bien en ce que nous avons posé, il est nécessaire aussi que la science démonstrative parte de prémisses qui sont vraies, premières, immédiates, plus connues que la conclusion, antérieures à elle, et dont elles sont les causes. C'est à ces conditions, en effet, que les principes de ce qui est démontré seront aussi appropriés à la conclusion. Un syllogisme peut assurément exister sans ces conditions, mais il ne sera pas une démonstration, car il ne sera pas productif de science.» [Aristote 1947, 7-8, souligné par nous].
- 3 Selon W.A. Wallace, Jean Buridan s'opposait à certains nominalistes qui pour nier la possibilité de la science utilisaient la condamnation faite à Paris en 1277 de la thèse averroïste d'après laquelle Dieu n'aurait pas pu créer un monde différente. Sa réponse était que la science de la nature continue à être possible à condition qu'on démontre *ex suppositione*, c'est-à-dire dans la supposition que Dieu ne va pas suspendre les lois de la nature. Selon Wallace, cette réponse de Jean Buridan à été inspirée par saint Thomas. [cf. Wallace 1981a, 63-64].
- 4 «Il y a d'ailleurs une raison positive dans son système qui l'[Aristote] empêche de considérer la possibilité à part de l'existence. Dans sa conception, les objets de science doivent être éternels et nécessaires. Ce sont soit des substances incorruptibles, soit au moins des natures dont l'espèce se perpétue, bien que ses représentants individuels soient périssables. Dans cette perspective, cela n'a guère de sens de se demander si la science d'êtres qui n'existent plus, demeure après leur disparition ou si une chose que l'on sait

Que l'idée que l'espace logique est plus vaste que les possibilités réalisées (idée qui s'oppose au principe de plénitude) ait joué un rôle important dans l'origine de la science moderne, c'est ce qui nous semble attesté par un texte galiléen qui, dans les *Dialogues sur Deux Nouvelles Sciences*, sert d'introduction à la formulation de la loi du mouvement uniformément accéléré :

Bien qu'il ne soit pas incorrect d'inventer capricieusement une certaine classe de mouvement et d'étudier ses propriétés consécutives [*passiones consequentes*] (tel est le cas de ceux qui ont imaginé les lignes hélicoïdales et conchoïdales, engendrées par certains mouvements, même si la nature ne s'en sert jamais, et ont démontré admirablement leurs propriétés à partir de l'hypothèse [*ex suppositione*]) ; cependant, étant donné que la nature utilise une certaine espèce d'accélération dans les corps pesants, nous avons décidé de rechercher ses propriétés [*passiones*], pour voir si la définition que nous allons donner de notre mouvement accéléré est en accord avec l'essence du mouvement naturellement accéléré. C'est ce que nous croyons finalement avoir réussi à faire, après de constantes méditations. Notre affirmation est fondée principalement sur le fait que ce que les expériences naturelles [*naturalia experimenta*] offrent à nos sens semble correspondre complètement à, et s'accorder avec les propriétés que nous démontrerons dans la suite.

En dernière analyse, nous avons été conduits comme de la main à la recherche du mouvement naturellement accéléré, par l'observation de l'habitude et de la façon de procéder de la nature elle-même dans toutes ses autres oeuvres, dans la réalisation desquelles elle se sert des moyens les plus adaptés, simples, et extrêmement faciles. [Galileo Galilei 1898, 197, traduit par nous]

Dans ce texte très riche, et malgré le fait qu'il parle de l'essence du mouvement naturellement accéléré, Galilée nous dit que le mouvement *uniformément* accéléré n'est qu'une espèce de mouvement accéléré, c'est-à-dire que le mouvement accéléré ne l'est pas *nécessairement* d'une manière uniforme. C'est pour cela que

possible, peut constituer un objet de savoir, même si elle n'existe pas actuellement (31). De telles considérations sont évidemment en dehors de l'horizon du Stagirite.»

«(31) Il est intéressant à ce propos de lire la *Quaestio* de Siger de Brabant : *Utrum haec sit vera: homo est animal nullo homine existente* (éditée par Mandonet dans : Siger de Brabant, Volume II (textes inédits). *Les Philosophes Belges*, Tome VII, 2e édit., Louvain, 1908, p. 65-70). L'auteur répond que «toutes les solutions proposées aboutissent à des impasses [...] parce qu'elles reposent sur un présupposé absurde [...] [à savoir] que tous les individus humains pourraient en même temps ne pas être» (F. Van Steenberghen, Siger de Brabant d'après ses oeuvres inédites, Volume II, Siger dans l'histoire de l'aristotélisme. *Les Philosophes Belges*, Tome XIII, Louvain, 1942, p. 579). [...] La race humaine, comme toutes les espèces vivantes, est éternelle et doit l'être. Dès lors est contradictoire l'hypothèse qui pose qu'aucun représentant de l'essence humaine n'existe. Cette solution curieuse se réclame du Stagirite et est bien dans la ligne de l'aristotélisme, d'un certain aristotélisme du moins: de celui dans lequel l'influence de Platon se fait fortement sentir.» [Mansion 1946, p. 267, et n. 31].

selon Galilée il n'est pas «incorrect d'inventer [...] une certaine classe de mouvement et d'étudier ses propriétés consécutives [...] même si la nature *ne s'en sert jamais*» (souligné par nous). Et c'est aussi pour cela que Galilée ressent le besoin d'une confirmation empirique de *son* mouvement accéléré ; en effet, *son* mouvement accéléré n'est pas le seul possible.

Ce n'est pas par hasard que cet exemple est mentionné par Jaakko Hintikka dans un article sur Leibniz et le principe de plénitude. Il y signale qu'il n'y a pas de raison *a priori* de considérer que les corps en chute libre doivent obéir à la loi $v = gt$ (vitesse proportionnelle au temps) plutôt que, par exemple, à la loi $v = gs$ (vitesse proportionnelle à la distance). Selon Hintikka, cela est manifesté de manière particulièrement vive par le fait que Galilée supposa initialement la dernière constance plutôt que la première [cf. Hintikka 1972, 180]. En effet, pour Leibniz il n'y a rien de plus opposé à l'idée que toutes les possibilités sont réalisées, qu'une loi de la nature. Dans notre exemple, si le principe de plénitude est vrai on devrait trouver dans la nature des cas où la formule $v = gs$ serait réalisée, et en conséquence la formule $v = gt$ cesserait d'être une loi.

En plus, postuler que pour les corps en chute libre, la formule $v = gs$ est réalisée quelque part dans la nature, c'est aller contre le principe d'économie, c'est-à-dire multiplier les êtres sans nécessité : «car la raison veut qu'on évite la multiplicité dans les hypothèses ou principes, à peu près comme le système le plus simple est toujours préféré en astronomie» [Leibniz 1972b, §5, pp. 165-166 ; cf. Hintikka 1972, 179].

Il y a un texte d'Émile Boutroux dans ses éclaircissements sur la philosophie de Leibniz qui pourrait parfaitement passer pour un commentaire au texte de Galilée que nous avons cité :

Ainsi, que, dans un mouvement uniformément accéléré, les espaces parcourus, à partir de l'origine des mouvements, soient entre eux comme les carrés des temps employés à les parcourir, cela est nécessaire d'une nécessité géométrique ou mathématique, *parce que c'est là un simple possible*. Mais que la chute des graves soit un mouvement uniformément accéléré, *c'est là une chose existante*, et qui, par suite, n'est nécessaire que moralement. [Boutroux 1881, 89, souligné par nous]

Comme le signale J. Hintikka, si une loi est représentable par une fonction mathématique dans laquelle une grandeur physique dépend d'une autre d'une certaine façon, n'importe quelle autre fonction représente un autre mode possible de dépendance [cf. Hintikka 1972, 180]⁵. Nous trouvons un exemple de cela dans la conclusion du cours d'Émile Boutroux sur «l'idée de loi naturelle dans la science et la philosophie contemporaines», professé à la Sorbonne en 1892-1893 :

5 Au XVII^e siècle la considération de la finitude (dans le sens d'avoir telle détermination

Connus par la seule expérience, les rapports les plus généraux des choses demeurent pour nous, comme le disait Newton, radicalement contingents. Pourquoi les corps s'attirent-ils en raison de leur masse et non du carré de leur masse ? C'est là un fait et rien de plus. La mécanique céleste implique, en définitive, l'idée même de loi naturelle, en tant que distincte de la relation simplement mathématique, à savoir en tant que rapprochant l'un de l'autre deux termes, dont l'un ne peut en aucune façon se tirer de l'autre. [Boutroux 1895, 138]

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que Leibniz est d'accord avec Galilée sur les deux points suivants : a) les lois du mouvement sont contingentes, et b) les lois qui sont réalisées sont les meilleures ou les plus simples. La deuxième affirmation suppose la première. En effet, dire que les lois réelles sont les plus simples, implique que des lois moins simples sont pensables. Dans le §11 de ses *Principes de la nature et de la grâce fondés en raison* Leibniz nous dit :

Et il est surprenant que, par la seule considération des *Causes Efficientes* ou de la matière, on ne sauroit rendre raison de ces loix du mouvement découvertes de notre temps, et dont une partie a été découverte par moi-même. Car j'ai trouvé qu'il faut recourir aux *Causes Finales*, et que ces loix ne dépendent point du *Principe de la Nécessité* comme les vérités Logiques, Arithmétiques, et Géométriques ; mais du *Principe de la Convenance*, c'est à dire du choix de la Sagesse. Et c'est une des plus efficaces et des plus sensibles preuves de l'existence de Dieu, pour ceux qui peuvent approfondir ces choses. [Leibniz 1954, 51, souligné par nous]

Dans le but d'«approfondir ces choses» nous croyons pouvoir interpréter ce que Leibniz dit dans ce texte de la manière suivante : Aucune loi du mouvement, ou plutôt aucune loi du changement, n'est soumise au *Principe de la Nécessité* parce que leur négation ne peut pas entraîner de contradiction. Cela est dû au fait que tout changement implique au moins deux instants différents. En effet, si toutes les propriétés d'un objet restent les mêmes, cet objet n'a pas subi de changement. Pour qu'il y ait du changement il faut qu'un objet acquière une propriété qu'il n'avait pas ou qu'il perde une propriété qu'il avait. Et cela n'est pas possible dans un seul et même instant, étant donné que, selon le principe de non-contradiction, un objet ne peut pas avoir et ne pas avoir une même propriété en même temps⁶. En conséquence, si toute loi du changement (même la loi de

plutôt que telle autre) du monde et de nous-mêmes, est très vive : «Pourquoi ma connaissance est-elle bornée ? ma taille ? ma durée à cent ans plutôt qu'à mille ? Quelle raison a eue la nature de me la donner telle, et de choisir ce nombre plutôt qu'un autre dans l'infinité desquels il n'y a pas plus de raison de choisir l'un que l'autre, rien ne tentant plus que l'autre ?» [Pascal 1961, 154]. Ce texte rappelle la deuxième preuve de l'existence de Dieu chez Descartes.

⁶ Nous transcrivons ci-dessous une description du changement (*change*) donné par Bertrand Russell et qui semble concorder avec ce que nous venons de dire : "The

la conservation de l'énergie) relie des faits appartenant à des *instants différents*, la négation d'une telle loi ne peut jamais entraîner une contradiction parce que celle-ci, selon le même principe de non-contradiction, est seulement possible entre des faits appartenant à un *même instant*⁷.

Du fait que les lois du mouvement ne sont pas soumises au Principe de la Nécessité, c'est-à-dire, du fait que leur négation n'entraîne pas de contradiction, Leibniz tire la même conclusion que Galilée : c'est seulement par l'expérience *a posteriori* que l'homme peut les connaître [Leibniz1903b, 17]. C'est aussi pour cela que Leibniz dit :

Que cette pierre tend vers le bas si on lui enlève son appui, ce n'est pas une proposition nécessaire, mais contingente, et on ne peut pas démontrer cet événement à partir de la notion de cette pierre, en faisant appel à des notions universelles qui sont incluses en elle, et c'est pour cela que seulement Dieu le comprend parfaitement.⁸

difference, in respect of truth or falsity, between a proposition concerning an entity and the time T, and a proposition concerning the same entity and the time T', provided that these propositions differ only in the fact that T occurs in the one where T' occurs in the other." Cité par [Prior 1967, 3].

7 Cela n'implique pas que le principe de causalité ne puisse pas être réduit au principe de non contradiction. En effet, ce principe affecte l'être changeant non en tant que changeant, mais en tant que contingent. Le changement n'est qu'un indice de la contingence, c'est-à-dire de la possibilité de ne pas être. On ne peut pas affirmer sans se contredire qu'il est possible que toutes les conditions de possibilité (nécessaires et suffisantes) pour qu'une certaine chose soit, soient données, et que malgré cela cette chose ne soit pas. C'est pour cela, croyons-nous, que la possibilité de la non-existence (la contingence) est un indice certain qu'une chose ne réunit pas en elle-même tout ce qu'il lui faut pour être, c'est-à-dire qu'il s'agit d'une chose dépendante d'une autre, ou causée.

8 «*Omnis substantiae singularis accidentia si de ipsa praedicentur faciunt propositionem contingentem, < quae Metaphysicam necessitatem non habet.> Et quod lapis hic deorsum tendit sublato fulcimento, non necessaria sed contingens propositio est, nec potest < talis eventus > ex hujus lapidis notione ope universalium notionum, quae ipsam ingrediuntur demonstrari, itaque solus DEUS hoc perfecte perspicit. Solus enim novit, an non ipse per miraculum suspensus sit legem illam naturae subalternam, qua gravia deorsum aguntur, neque enim alii intelligunt universalissimas leges, nec infinitam analysin pertransire possunt, qua opus est ad notionem hujus lapidis cum notione totius universi seu legibus universalissimis connectendam. Attamen illud saltem praesciri potest ex Legibus naturae subalternis, nisi miraculo suspendatur Lex gravium, consequi descensum.*» [Leibniz 1903b, 20]. Et dans le même sens: «[...] *nam Metaphysica necessitas in mutabilibus numquam est, cum ne illud metaphysicae necessitatis sit, ut corpus nullo alio corpore impediendo in motu perseveret.*» [Leibniz 1903b, 22].

J. Hintikka pense que l'argument principal de Leibniz contre le principe de plénitude est celui que nous venons de développer, c'est-à-dire le conflit qu'il y a entre ce principe et une conception réaliste de la science qui voit dans les lois de la nature des vraies régularités non-analytiques [cf. Hintikka 1972, 177]. Mais il y a un autre argument de Leibniz qui a un caractère plus métaphysique.

Selon Descartes, la matière acquiert successivement toutes les formes possibles, de telle sorte qu'on serait arrivé à l'état actuel du monde à partir de n'importe quel état initial ; et selon Hobbes tout ce qui est possible est soit passé, soit présent, soit futur. Leibniz critique cette doctrine en disant qu'elle ne laisse pas de place à la confiance en la Providence Divine, parce qu'elle implique que Dieu ne choisirait pas parmi plusieurs possibles selon des critères de simplicité, de beauté, de perfection, etc [cf. Leibniz 1880, 283-284]. Mais indépendamment de cela, même Dieu ne pourrait pas créer tous les possibles. En effet tous les possibles ne sont pas compossibles ; il y a une impossibilité logique ou métaphysique que Dieu même ne peut pas annuler (à la différence de Descartes pour qui, paradoxalement, même le principe de non-contradiction dépend de la volonté de Dieu). Selon Leibniz, de ce que deux substances (ou deux faits, ou deux séries de faits) soient chacune possibles (libres de contradiction), il ne s'ensuit pas qu'elles soient compatibles entre elles.

J. Hintikka, utilisant "M" comme opérateur modal de possibilité, formule la distinction entre possibilité et compossibilité de la manière suivante [cf. Hintikka 1972, 189] :

- (1) $M (\exists x) Ax \ \& \ M (\exists x) Bx$
- (2) $M [(\exists x) Ax \ \& \ (\exists x) Bx]$

Immédiatement après, Hintikka ajoute que la première formule est une double assertion de simple possibilité : elle dit que des individus du type A sont possibles et que des individus du type B sont aussi possibles. Par contre, la deuxième formule est une assertion de *compossibilité* : elle dit que des individus des deux types peuvent coexister.

Dans l'interprétation de Hintikka (1) n'implique pas (2) parce qu'un monde possible n'est pas constitué seulement d'individus, mais aussi des relations entre les individus qui composent ce monde. De ce point de vue certaines relations d'un individu possible peuvent être en conflit avec les relations d'un autre individu possible, comme dans l'exemple suivant : «le maître de tous existe» et «l'esclave de personne existe». Chacune de ces deux substances est logiquement possible, mais elles sont incompatibles entre elles [cf. Hintikka 1972, 160].

Dans l'exemple choisi par Hintikka l'incompatibilité entre deux mondes possibles résulte du conflit entre des relations attribuées à

deux individus possibles différents. On peut se demander pourquoi Hintikka n'a pas choisi un exemple où le conflit soit entre des relations possibles, mais incompatibles entre elles, attribuables à un même individu dans différents mondes possibles. Lui-même donne la réponse. C'est que dans le système de Leibniz un individu inclut dans sa description complète toutes ses relations avec les autres individus du monde, de telle sorte qu'un individu possible «reflète», dans les relations qui le spécifient, la totalité du monde possible auquel il appartient et, en conséquence, il ne peut pas appartenir à deux mondes possibles différents⁹.

Indépendamment de ce dernier trait de la philosophie de Leibniz, la critique faite par Hans Reichenbach au conventionnalisme géométrique de Henri Poincaré est la même que Leibniz fait du principe de plénitude : les différents mondes possibles ne sont pas compossibles.

Les expériences réalisées le siècle dernier par K. F. Gauss pour établir si l'espace physique est euclidien ou non sont connues : il mesura les angles d'un triangle déterminé par les sommets de trois montagnes. Cette expérience était nécessaire à ses yeux parce que Lobatchevski et Bolyai venaient de découvrir la possibilité de construire des géométries non-euclidiennes consistantes. En effet, ils avaient remplacé l'axiome euclidien selon lequel «par un point on ne peut faire passer qu'une parallèle à une droite donnée» par un axiome selon lequel «l'on peut par un point mener plusieurs parallèles à une droite donnée», tout en conservant les autres axiomes d'Euclide. «De ces hypothèses — affirme Henri Poincaré, se référant à Lobatchevski — il déduit une suite de théorèmes entre lesquels il est impossible de relever aucune contradiction et il construit une géométrie dont l'impeccable logique ne le cède en rien à celle de la géométrie euclidienne.» [Poincaré 1902, 64] Les théorèmes qu'on peut déduire dans cette géométrie non-euclidienne sont assez différents de ceux qu'on peut déduire dans la géométrie euclidienne, et l'un des plus étonnants est que la somme des angles d'un triangle est toujours plus petite que celle de deux angles droits.

9 "In any case, we can, by means of the results of quantification theory, appreciate one of Leibniz's most characteristic and most puzzling doctrines. This is his idea that each individual substance 'reflects' the whole world it belongs to. As a corollary, it follows that according to Leibniz no possible (kind of) individual (i.e. fully characterized individual or individual specified by a complete individual concept) can occur in more than one possible world, for in virtue of this reflection a full specification of this individual will entail a specification of the rest of the world, too. It follows further that two possible individuals (complete individual concepts) are compossible only if they occur in one and the same fully specified possible world." [Hintikka 1972, 168].

Plus tard B. Riemann développa un autre type de géométrie non-euclidienne où le nombre des parallèles à une droite donnée qu'on peut mener par un point donné est égal à zéro. Dans ce type de géométrie non-euclidienne la somme des angles d'un triangle est plus grande que deux angles droits.

Hans Reichenbach, dans *The Nature of Geometry*, résume cette situation de la manière suivante : «Avec la découverte d'une pluralité de géométries la situation changea complètement. Si un choix entre géométries était offert au mathématicien, c'est là que surgissait la question de savoir laquelle d'entre elles était la géométrie du monde physique. Il était évident que la raison ne pouvait pas répondre à cette question, que la réponse était laissée à [*left to*] l'observation empirique.» [Reichenbach 1951, 129, traduit par nous]. C'est pour répondre à cette question que K. F. Gauss voulait déterminer avec exactitude la mesure réelle de la somme des angles d'un triangle appartenant à l'espace physique.

Imaginons pour un instant que le résultat de la mesure faite par Gauss ait été différent de 180 degrés. Est-ce que cette observation nous aurait contraints d'affirmer que l'espace physique n'est pas euclidien ? La réponse du conventionnalisme de Henri Poincaré est négative. En effet, tout acte de mesurer implique une série de suppositions sur les instruments de mesure et en conséquence nous aurions le choix entre affirmer que l'espace physique n'est pas euclidien et affirmer que nos suppositions sur les instruments de mesure doivent être corrigés. Par exemple, si la mesure des angles a donné un résultat supérieur à 180 degrés nous pourrions formuler l'hypothèse que cela est dû au fait que les rayons de lumière ne se déplacent pas en ligne droite et nous pourrions même "calculer" leur degré de déformation par rapport à la ligne droite. Ce procédé nous permettrait de conserver la géométrie euclidienne. Inversement, si le résultat de la mesure est conforme à la géométrie euclidienne, un procédé similaire nous permettrait d'adopter une autre géométrie. De ce fait, le conventionnalisme conclut que le choix entre les différentes géométries possibles n'est pas une question d'observation empirique mais de convention linguistique ; toutes peuvent être employées pour décrire l'espace physique.

Hans Reichenbach est d'accord avec Henri Poincaré sur le fait que si les mesures effectuées par Gauss avaient donné un résultat différent de 180 degrés, on aurait eu une série de descriptions équivalentes de la même situation : a) la géométrie de l'espace physique est euclidienne mais il y a des forces universelles qui déforment nos instruments de mesure, b) la géométrie de l'espace physique n'est pas euclidienne et il n'y a pas de déformation dans nos instruments de mesure.

De même, il y a une série de descriptions équivalentes compatibles avec le fait que Gauss observa que la somme des angles de son triangle était égale à 180 degrés : a) la géométrie de l'espace physique est euclidienne et il n'y a pas de déformation dans nos instruments de mesure, b) la géométrie de l'espace physique n'est pas euclidienne mais il y a des forces universelles qui déforment nos instruments de mesure.

Mais, et ceci constitue le noyau de la critique de Reichenbach à Poincaré, le monde décrit par la première série de descriptions équivalentes est incompatible avec le monde décrit par la deuxième série de descriptions équivalentes. En effet, si la première série est vraie la deuxième est nécessairement fautive, et inversement; l'observation empirique devenant le seul moyen permettant de déterminer laquelle est vraie¹⁰.

10 "But Poincaré would be mistaken if he were to argue that the two worlds I and II were the same. They are objectively different. Although for each world there is a class of equivalent descriptions, the different classes are not of equal truth value. Only one class can be true for a given kind of world; which class it is, only empirical observation can tell. Conventionalism sees only the equivalence of the descriptions within one class, but stops short of recognizing the differences between the classes." [Reichenbach 1951, 136]. Cette argumentation a été développée pour convaincre Albert Einstein qui avait écrit en 1949 un dialogue imaginaire entre Hans Reichenbach et Henri Poincaré. [cf. Reichenbach 1951, 135].

La critique de Hans Reichenbach nous semble beaucoup plus profonde que celle de B. Russell qui ne semble pas faire la distinction entre des séries incompatibles de descriptions équivalentes : «Dans mon précédent article, j'ai proposé une expérience pour déterminer empiriquement la constante spatiale (au moyen d'une pièce de monnaie). M. Poincaré y a fait (dans une communication privée) l'objection suivante : «Cette expérience, reposant sur des mesures de distances où l'on emploie pour instrument un corps solide, est en réalité une expérience sur les propriétés des corps solides. Elle est donc passible des mêmes objections que toutes les expériences analogues». Le paragraphe précédent répond à cette objection. L'expérience en question manifeste, soit la nature de l'espace, soit celle des corps, suivant que l'une ou l'autre est considérée comme inconnue. Mais un grand nombre d'expériences semblables ou analogues ne laisserait subsister, suivant toute probabilité, qu'une seule hypothèse sur la nature de l'espace et une seule sur la nature des corps. En effet, bien que ces deux hypothèses puissent être modifiées à la fois de manière à cadrer encore avec une expérience unique, on trouverait que, si l'espace et la constitution des corps doivent obéir à des lois permanentes, les hypothèses corrélatives qui cadrent avec une expérience sont incompatibles avec celles qui cadrent avec une autre. On est ainsi amené à adopter le seul couple d'hypothèses qui aura pu cadrer avec toutes les expériences semblables; et l'on peut dire que cette série d'expériences aura prouvé empiriquement l'hypothèse géométrique aussi bien que l'hypothèse dynamique.» [Russell 1899, 692]. Cet article de B. Russell — «Sur les axiomes de la géométrie», paru dans la *Revue de Métaphysique et*

Nous pouvons maintenant conclure ce travail en disant que si la critique de Reichenbach au conventionnalisme géométrique est correcte, la découverte des géométries non-euclidiennes constitue non seulement une réfutation de l'idée leibnicienne selon laquelle la négation d'une vérité géométrique entraîne des contradictions, mais aussi une confirmation de son idée philosophique selon laquelle le monde réel n'est qu'un monde parmi une pluralité de mondes logiquement possibles¹¹.

Bibliographie

Aristote

- 1947 *Les Seconds Analytiques*, nouvelle traduction et notes par J. Tricot, Paris : Librairie Philosophique J. Vrin.

Boutroux, Emile

- 1881 Notice sur la vie et la philosophie de Leibnitz, in : [Leibniz 1881, 1-133].

- 1895 *De l'Idée de Loi Naturelle dans la Science et la Philosophie Contemporaines. Cours professé à la Sorbonne en 1892-1893*, Paris : Société française d'imprimerie ; cité selon la nouvelle édition de 1925, Paris : Librairie Philosophique J. Vrin.

- 1898 *De la Contingence des Lois de la Nature* (1874), Paris : Félix Alcan.

Broad, C.D

- 1949 Leibniz's Predicate-in-Notion Principle and Some of its Alleged Consequences, *Theoria*, Vol. XV, 54-70, réimpression in : H.G. Frankfurt (Ed.), *Leibniz, A Collection of Critical Essays*, 1972, New York : Doubleday Anchor, 1-18.

Duhem, Pierre

- 1909 *Etudes sur Léonard de Vinci*, Vol. 2, Paris : Hermann et Fils.

- 1913-1959 *Le Système du Monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, 10 vols., Paris : Hermann et Fils.

Galilée

- 1890-1909 A. Favaro (Ed.), *Le Opere di Galileo Galilei*, 20 vols., Florence : Barbera.

de Morale de mai 1899 — a été écrit en réponse aux critiques formulées par Henri Poincaré dans son article «Des Fondements de la géométrie, à propos d'un livre de M. Russell», paru dans la *Revue de Métaphysique et de Morale* de mai 1899.

¹¹ Il n'est pas sans intérêt de constater que dans l'édition de la *Monadologie* de Leibniz pour laquelle Henri Poincaré a rédigé une *Note sur les principes de la mécanique dans Descartes et dans Leibniz*, se trouve un exposé de la distinction leibnicienne entre possible et compossible, fait par Émile Boutroux. [cf. Boutroux 1881, 93-97].

La logique de mondes possibles et le conventionnalisme géométrique

- 1898 *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno à due nuove scienze* (1638), in: [Galileo Galilei 1890-1909, Vol. VIII, 1898, 43-313].

Hintikka, Jaakko

- 1972 Leibniz on Plenitude, Relations, and the "Reign of Law", in : H.G. Frankfurt (Ed.), *Leibniz. A Collection of Critical Essays*, 1972, New York : Doubleday Anchor, 155-190.

Leibniz, Gottfried Wilhelm

- 1875-1890 C.I. Gerhardt (Ed.), *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, 7 vols., Berlin : Weidmann ; cité selon la réimpression de 1978, Hildesheim/New-York : Georg Olms.

- 1880 Lettre à Philipp de janvier 1680, in : [Leibniz 1875-1890, Vol. IV, 1880, 283-287].

- 1881 *La Monadologie* (1684), publiée d'après les manuscrits et accompagnée d'éclaircissements par Émile Boutroux, suivie d'une note sur les principes de la mécanique dans Descartes et dans Leibnitz par Henri Poincaré, cité selon la réédition de 1991, Paris : Delagrave.

- 1903a L. Couturat (Ed.), *Opuscules et fragments inédits de Leibniz. Extrait des manuscrits de la Bibliothèque royale de Hanovre*, Paris : Presses Universitaires de France ; cité selon la réimpression de 1966, Hildesheim : Georg Olms.

- 1903b Vérités nécessaires et contingentes, in: [Leibniz 1903a, 16-24].

- 1954 *Principes de la nature et de la grâce fondés en raison et Principes de la philosophie ou Monadologie*, publiés intégralement d'après les manuscrits de Hanovre, Vienne et Paris et présentés d'après des lettres inédites par André Robinet, Paris : Presses Universitaires de France.

- 1972a L. Prenant (Ed.), *Oeuvres de G. W. Leibniz*, t. 1, Paris : Aubier Montaigne.

- 1972b *Discours de Métaphysique*, in : [Leibniz 1972a, 159-197].

Mansion, S

- 1946 *Le Jugement d'existence chez Aristote*, cité selon la deuxième édition revue et augmentée de 1976, Louvain : Éditions de l'Institut Supérieur de Philosophie.

Mooij, J.J.A

- 1966 *La Philosophie des Mathématiques de Henri Poincaré*, Paris/Louvain : Gauthier-Villars/E. Nauwelaerts.

Pascal, Blaise

- 1961 *Pensées sur la Religion et sur quelques autres sujets*, texte intégral des «Pensées» établies, classées et annotées par Jean Steinmann, Monaco : Éditions du Rocher.

Adrian Dufour

Poincaré, Henri

- 1899 Des Fondements de la Géométrie, à propos d'un livre de M. Russell, *Revue de Métaphysique et de Morale* 7, 251-279.
- 1992 *La Science et l'hypothèse* (1902¹), Paris: Flammarion.
- 1905 *La Valeur de la science*, Paris : Flammarion.

Prior, A

- 1967 *Past, Present and Future*, Oxford : Clarendon Press.

Reichenbach, Hans

- 1951 *The Rise of Scientific Philosophy*, Berkeley-Los Angeles : University of California Press.

Russell, Bertrand

- 1899 Sur les Axiomes de la Géométrie, *Revue de Métaphysique et de Morale* 7, 684-707.

Wallace, W.A.

- 1978 The Philosophical Setting of Medieval Science, in : D. Lindberg (Ed.), *Science in the Middle Ages*, Chicago/Londres : University of Chicago Press, 91-119, repris in : [Wallace 1981b, 3-28].
- 1981a Aristotle and Galileo: The Uses of *ΥΠΟΘΕΣΙΣ* (*Suppositio*) in Scientific Reasoning, in : D.J. O'meara (Ed.), *Studies on Aristotle*, Washington D.C. : The Catholic University of America Press, 47-77.
- 1981b *Prelude to Galileo. Essays on Medieval and Sixteenth-Century Sources of Galileo's Thought*, Dordrecht : D. Reidel Publishing Company.
- 1981c Pierre Duhem: Galileo and the Science of Motion, in : [Wallace 1981b, 303-319].