

LES LIMITES DU TRANSCENDANTAL

sous la direction de
Jean-Baptiste Fournier
& Laura Tavernier



PHILOSOPHIES

Si la philosophie transcendantale se définit de prime abord comme une pensée des limites de la pensée, alors penser les limites du transcendantal semble nous enfermer dans une mise en abyme pour le moins douteuse. Mais les limites du transcendantal ne sont pas du même ordre que les limites que fixe la critique, qui en est inséparable, et ce qu'il s'agira de penser ici n'est au fond rien d'autre que les difficultés inhérentes aux thèses et aux questionnements transcendantsaux ainsi que l'extension de ce qu'il convient d'appeler « philosophie transcendantale » après Kant.

L'intuition directrice de cet ouvrage est que la fidélité même au transcendantalisme exige d'en redéfinir les frontières et d'imposer certains reformatages aux thèses canoniques de l'idéalisme transcendantal. Aussi faut-il porter le transcendantal à ses limites, tant en un sens conceptuel qu'historique, et délimiter corrélativement la sphère transcendantale. Quatre limites du transcendantal sont mises au jour dans cet ouvrage : sa limite métaphysique ou spéculative (en lien avec le problème de la genèse de la sphère d'expériences et des questions transcendantsales), sa limite empirique (autour de la question de l'acquisition et de l'historicité du transcendantal), ses limites épistémologiques (les reformatages exigés par les sciences modernes) et, enfin, les bornes qu'il est nécessaire d'assigner, historiquement, au transcendantalisme.

Ancien élève de l'École Normale Supérieure, Jean-Baptiste Fournier est maître de conférences en histoire de la philosophie allemande contemporaine à Sorbonne Université. Il a publié *Carnap et la question transcendantale* (Paris, Vrin, 2021) et, à Sorbonne Université Presses, il a codirigé un ouvrage collectif intitulé *Edifier un monde : la notion d'Aufbau chez Carnap et en phénoménologie* (2022), avec Dominique Pradelle et Julien Farges.

Ancienne élève de l'École Normale Supérieure et agrégée de philosophie, Laura Tavernier prépare actuellement une thèse intitulée « Kant et le problème du donné », sous la direction d'Antoine Grandjean.

REFORMATAGES ET LIMITES EMPIRISTES DU TRANSCENDANTAL
DANS LA PHILOSOPHIE DE LA CONNAISSANCE
DE HERMANN VON HELMHOLTZ

Jean-Baptiste Fournier

Collection « Philosophies »
dirigée par Marwan Rashed

série « Histoire des philosophies »

Édifier un monde.

Autour de la notion d'Aufbau chez Carnap et en phénoménologie
Julien Farges, Jean-Baptiste Fournier & Dominique Pradelle (dir.)

L'Or dans la boue.

Leibniz et les philosophies antiques et médiévales
Vincent Carraud (dir.)

Montrer l'Âme.

Lecture du Phèdre de Platon
Anca Vasiliu

Malebranche.

Mathématiques et philosophie
Claire Schwartz

La Jeune Fille et la Sphère.

Études sur Empédocle
Marwan Rashed

série « Philosophie contemporaine »

Les Arts et les Images.

Dialogues avec Dominic McIver Lopes
Laure Blanc-Benon (dir.)

Le Monde en projets.

Une lecture de la théorie des symboles de Nelson Goodman
Alexis Anne-Braun

LES LIMITES DU TRANSCENDANTAL

Jean-Baptiste Fournier
& Laura Tavernier (dir.)

Ouvrage publié avec le concours
de l'UR 3552 « Métaphysique : histoires, transformations, actualité »
et de Sorbonne Université.

Sorbonne Université Presses est un service
de la faculté des Lettres de Sorbonne Université.

ISBN de ce PDF : 979-10-231-5338-5
© Sorbonne Université Presses, 2026

ISBN de l'édition papier : 979-10-231-0765-4
© Sorbonne Université Presses, 2024

Mise en page Emmanuel Marc Dubois (Issigeac)/3 d2s (Paris)

SORBONNE UNIVERSITÉ PRESSES

Maison de la Recherche
Sorbonne Université
28, rue Serpente
75006 Paris

tél. : (33) 01 53 10 57 60

sup@sorbonne-universite.fr

<https://sup.sorbonne-universite.fr>

TROISIÈME PARTIE

Les limites
épistémologiques
du transcendantal

REFORMATAGES ET LIMITES EMPIRISTES
DU TRANSCENDANTAL DANS LA PHILOSOPHIE
DE LA CONNAISSANCE DE HERMANN VON HELMHOLTZ

Jean-Baptiste Fournier

191

LES LIMITES DE L'INTUITION
ET LES LIMITES DU TRANSCENDANTAL

La réflexion de Hermann von Helmholtz sur les limites du transcendantal trouve son ancrage dans une limite bien connue de l'« Esthétique transcendantale » kantienne, laquelle tient à la difficulté, pour le modèle kantien de l'espace, à prendre en compte les géométries non euclidiennes dont le développement occupe les décennies qui suivent la publication de la *Critique*. Ainsi, dans l'« Exposition métaphysique du concept d'espace », Kant affirme que « l'espace n'est pas un concept discursif », mais une intuition, à savoir la forme pure de l'intuition externe¹. Si, donc, la géométrie trouve son fondement dans l'espace, c'est en tant que ce dernier est *donné* avant toute expérience, et non pas en tant qu'il peut être construit ou édifié de manière discursive ou démonstrative. Cette thèse est essentielle pour le projet transcendantal : il faut, pour donner à la géométrie un fondement solide, qu'il n'y ait aucun écart entre l'espace tel qu'il nous est donné avant toute expérience – l'espace en tant que pure forme de la phénoménalité externe – et l'espace dans lequel se

LES LIMITES DU TRANSCENDANTAL • SUP • 2023

1 Immanuel Kant, *Kritik der reinen Vernunft*, éd. Jens Timmermann, Hamburg, Meiner, 1998, A 23/B 38 ; trad. fr. Alexandre J.-L. Delamarre & François Marty, *Critique de la raison pure*, dans *Œuvres philosophiques*, Paris, Gallimard, coll. « Bibliothèque de la Pléiade », t. I, 1980, p. 785.

meut et opère la géométrie. Les opérations du géomètre ne reçoivent leur validité qu'en s'appuyant sur ce fond de donation et, pour Kant, dans les limites définies par la donation pré-empirique de l'espace. En d'autres termes, la philosophie transcendantale, dans son acception kantienne, n'accordera de validité *a priori* qu'aux propositions géométriques qui pourront être directement fondées dans la structure de l'espace tel qu'il se donne avant toute expérience, mais aussi avant toute élaboration conceptuelle. Il faudra, en particulier, que les axiomes trouvent dans cet espace pré-empirique un fondement direct.

192

Or, c'est très précisément à ces quelques thèses cardinales de la philosophie transcendantale que les géométries non euclidiennes, et en particulier les travaux de Riemann², semblent infliger une contradiction décisive. C'est tout d'abord la nature même de l'espace qui se trouve remise en question : les propositions *a priori* de la géométrie ne reposent pas en effet sur quelque intuition originaire de l'espace, mais, au contraire, précisément sur un *concept* d'espace, lui-même dérivé d'un autre concept, celui de multiplicité *n*-dimensionnelle. Or quel peut être, en régime transcendantal kantien, le statut d'un tel concept ? Il faudrait que son droit à s'appliquer à l'expérience puisse être « déduit », donc qu'une intuition de l'espace puisse lui correspondre *a priori*. Or, entre le concept analytique d'espace et l'intuition, un abîme s'est ouvert, qui met en danger la philosophie transcendantale même, dont le projet n'était autre que de fonder la géométrie telle qu'elle s'était constituée comme science *a priori*. Or, seules deux possibilités semblent à première vue demeurer. La première consiste à maintenir le caractère déterminé (quant au nombre de ses dimensions et quant aux axiomes qui s'y appliquent) de l'espace intuitif afin de garantir l'apriorité de la géométrie euclidienne, et considérer *ipso facto* que les concepts issus des géométries non euclidiennes et, les couronnant toutes, le concept analytique d'espace ne seraient que des « concepts

2 Bernhard Riemann, « Über die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen », Habilitationsschrift du 10 juin 1854, publiée à titre posthume dans le t. XIII des *Abhandlungen der königliche Gesellschaft zu Göttingen*, 1867 ; trad. fr. Léonce Laugel, « Sur les hypothèses qui servent de fondement à la géométrie », dans *Œuvres mathématiques*, Paris, Gauthier-Villars, 1898, rééd. Paris, J. Gabay, 1992, p. 280-299.

vides sans objet » ou de purs *entes rationes*³, pour reprendre la formule de Kant dans l'« Amphibologie des concepts de la réflexion ». Mais ce serait alors reconnaître l'échec de la philosophie transcendantale à fournir un fondement à la géométrie dans son ensemble ou, au contraire, accorder à la philosophie transcendantale une capacité à déterminer directement les objets de la science, à s'immiscer dans le travail scientifique et à entrer en conflit avec ses résultats – un pas, contraire à l'esprit même de la *Critique*, que n'hésiteront pas à franchir certains kantien orthodoxes, tel Albrecht Krause qui, s'opposant à Helmholtz, refusera d'accorder aux géométries non euclidiennes le même statut et le même degré de scientificité qu'à la géométrie euclidienne⁴.

La deuxième voie consiste, non pas à interroger la légitimité du concept analytique d'espace ou des géométries non euclidiennes, dont il pose la possibilité et qu'il place sur le même plan que la géométrie euclidienne, mais à élever jusqu'à lui l'espace que Kant reconnaissait comme la forme pure de l'intuition externe. En d'autres termes, pour sauver le transcendantal des contradictions dans lesquelles le placent les géométries non euclidiennes, il s'agira de déterminer l'étendue et les limites de l'intuition pure de l'espace. Or, la description de cette dernière se heurte à une difficulté intimement liée à la double fonction transcendantale qu'elle est censée remplir. L'exposition kantienne de l'intuition de l'espace au début de l'« Esthétique transcendantale » est en effet traversée par une profonde ambiguïté entre, d'un côté, ce que l'on pourrait appeler la recherche quasi phénoménologique d'une intuition véritablement originaire et débarrassée de toute détermination par l'entendement, et, de l'autre, la recherche proprement transcendantale d'une fondation directe des axiomes géométriques.

Cette ambiguïté se cristallisera dans l'opposition entre l'interprétation heideggerienne de la *Critique de la raison pure* et la lecture de Hermann Cohen et des néokantien de Marbourg, Heidegger insistant sur le caractère de pure auto-affection de la « *syndosis* » par laquelle l'espace

3 Immanuel Kant, *Kritik der reinen Vernunft*, op. cit., A 348291/B; trad. fr., p. 1011.

4 Albrecht Krause, *Kant und Helmholtz*, Lahr, Schauenburg, 1878.

est appréhendé avant toute « *synthesis*⁵ », les seconds mettant au premier plan l'influence de l'exposition transcendantale du concept d'espace sur son exposition métaphysique⁶. Le sens de l'esthétique transcendantale semble se jouer dans cette alternative à partir de laquelle bifurquent plusieurs voies de la philosophie transcendantale : soit l'intuition *a priori* de l'espace est investie d'une structure suffisamment déterminée pour donner aux axiomes de la géométrie (c'est-à-dire, en l'occurrence, les axiomes euclidiens) un fondement dans une évidence immédiate, auquel cas se pose la question de la légitimité et du caractère seulement relatif de cette limitation, soit on reconnaît à l'intuition *a priori* de l'espace une véritable pureté en la débarrassant de toute limitation axiomatique, ce qui permet d'atteindre un sol véritablement absolu de donation de l'espace, mais au prix de la perte de la fondation directe des axiomes – lesquels perdraient alors leur dimension transcendantale.

On peut reconnaître à Helmholtz le mérite d'avoir été le premier à poser ces deux problèmes (celui du rapport entre le concept d'espace et l'intuition ainsi que celui de la nature et des limites de l'intuition pure de l'espace) en les articulant l'un à l'autre. Conscient des difficultés posées par le concept riemannien d'espace à la pensée transcendantale kantienne, Helmholtz en revient à l'intuition de l'espace afin de montrer que celle-ci peut tout à fait servir de fondement à la géométrie et conserver ainsi sa fonction transcendantale sans devoir être investie d'une structure axiomatique, dont il faudra chercher la source dans des données empiriques. Encore faut-il bien distinguer les deux problèmes dont le lien devra être construit ultérieurement :

Eu égard aux controverses menées ces dernières années sur la question : *les axiomes de la géométrie sont-ils des propositions transcendantales ou empiriques ?*, je voudrais souligner tout d'abord que cette question doit être

5 Martin Heidegger, *Phänomenologische Interpretation von Kants Kritik der reinen Vernunft*, dans *Gesamtausgabe*, II. Abteilung : *Vorlesungen 1919-1944*, t. 25, Frankfurt, Klostermann, 1995, p. 135 ; trad. fr. Emmanuel Martineau, *Interprétation phénoménologique de la « Critique de la raison pure » de Kant*, Paris, Gallimard, 1982, p. 137.

6 Hermann Cohen, *Kants Theorie der Erfahrung*, Berlin, Dümmler, 1885, voir p. 240-244.

totalemment séparée de celle discutée en premier lieu : l'espace en général est-il ou n'est-il pas une forme transcendante de l'intuition⁷ ?

La thèse de Helmholtz tient alors en une formule, qu'il nous incombe cependant d'expliquer : « L'espace peut être transcendantal sans que les axiomes le soient⁸ ». Pour sauver le modèle transcendantal et lui permettre de fonder, non seulement la géométrie euclidienne, mais la géométrie telle que la première moitié du XIX^e siècle l'aura développée, il faut explorer ses limites et en particulier repousser la frontière qui sépare l'empirique et le transcendantal, en conférant un statut transcendantal à la physique ou à la physiologie, et en repensant l'articulation des phénomènes et des choses en soi. C'est au fil directeur de la question de l'intuition de l'espace que nous suivrons le raisonnement de Helmholtz en commençant par sa critique de l'exposition kantienne de l'intuition de l'espace comme condition transcendante des phénomènes externes.

DÉPASSEMENT D'EUCLIDE ET DE KANT SUR LE TERRAIN DE L'INTUITION

Dans son article de 1868 intitulé « Über den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome », Helmholtz s'attaque aux limites du système kantien de manière indirecte, à travers une critique de l'axiomatique euclidienne⁹. La critique helmholtzienne semble reposer ici sur un diagnostic portant aussi bien sur les limites du transcendantal

- 7 Hermann von Helmholtz, « Über die Tatsachen, die der Geometrie zugrunde liegen », dans *Schriften zur Erkenntnistheorie*, Berlin, Springer, 1921, p. 38-55; trad. fr. Jean-Baptiste Fournier, « Des faits qui sont au fondement de la géométrie », dans Hermann von Helmholtz, *Théorie de la connaissance*, Paris, Vrin, 2022, p. 69-99.
- 8 *Id.*, « Die Tatsachen in der Wahrnehmung », dans *Schriften zur Erkenntnistheorie*, *op. cit.*, p. 140; trad. fr. Christophe Bouriau, « Les faits dans la perception », dans *Théorie de la connaissance*, *op. cit.*, p. 197.
- 9 *Id.*, « Über den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome », dans *Schriften zur Erkenntnistheorie*, *op. cit.*, p. 1-23; trad. fr. Jean-Baptiste Fournier, « De l'origine et de la signification des axiomes géométriques », dans *Théorie de la connaissance*, *op. cit.*, p. 31-68.

kantien que sur la méthode euclidienne. Concernant la méthode d'Euclide, la critique est bien connue :

La difficulté majeure dans ces recherches est, et a toujours été, que [...] des données de l'expérience de tous les jours viennent bien trop facilement s'immiscer, avec l'apparence de nécessités de pensée, dans le développement logique des concepts. Il est tout particulièrement difficile, en suivant cette méthode, d'avoir partout l'évidence que dans aucune des étapes nécessaires à la démonstration on n'a utilisé, involontairement ou inconsciemment, des données très générales de l'expérience que la possibilité d'effectuer certaines étapes de l'opération nous a déjà enseignées en pratique¹⁰.

196

Le problème de la méthode d'Euclide tient en d'autres termes à la notion même d'évidence qu'elle mobilise ainsi qu'à l'ambiguïté qui y est attachée. En théorie, la nécessité des axiomes se manifeste par l'impossibilité de penser autrement que ce qu'ils stipulent, par exemple l'impossibilité de penser qu'un tout soit plus petit que sa partie, ou l'impossibilité de concevoir deux points par lesquels aucune ligne droite ne passerait, ou encore un point par lequel aucune parallèle à une droite donnée ne pourrait passer.

L'existence, chez Euclide, d'une distinction entre axiomes et postulats et la porosité de la frontière entre ces deux types de principes mettent cependant en cause leur nécessité. En effet, les axiomes sont censés être des notions communes qui ne peuvent être pensées autrement (dans n'importe quel contexte et quel que soit l'objet considéré) et qui sont la condition de possibilité de toute connaissance en général (au moins de toute connaissance portant sur la quantité), tandis que les postulats sont des demandes propres à une science particulière, comme ici la géométrie, et qui ne sont pas nécessaires en eux-mêmes, puisque leur contradictoire peut éventuellement être pensée, mais qu'il est nécessaire d'admettre pour le bien de la construction¹¹. Reste que la frontière entre la nécessité de pensée et l'exigence pour la construction demeure très floue, comme

¹⁰ *Ibid.*, p. 4; trad. fr., p. 36.

¹¹ Francis Wolff, « Les principes de la science chez Aristote et Euclide », *Revue de métaphysique et de morale*, vol. 105, n° 3, 2000, p. 329-362.

le montre la difficulté à classer certains principes parmi les axiomes ou les postulats : la méthode d'Euclide s'appuyant systématiquement sur la construction, il est inévitable que les nécessités en vue de la construction y puissent être prises pour des nécessités de pensée, et qu'ainsi, comme le remarque Helmholtz, des données de l'expérience s'immiscent dans le raisonnement.

Or, le même constat semble cependant valoir aussi pour Kant. Si Kant « n'a pas été assez critique dans sa critique¹² », c'est précisément parce qu'il admet à la fois – et comme si ces deux nécessités étaient de même type ou de même niveau – que l'espace est la condition de possibilité de tous les phénomènes externes *et* qu'il possède une structure déterminée dont les axiomes d'Euclide décrivent les contours. Toute critique de l'évidence des axiomes d'Euclide vaudra donc également comme une critique de l'« Esthétique transcendantale » kantienne, puisque celle-ci s'appuie aussi sur le critère de la *nécessité de pensée* (*Denknotwendigkeit*).

Encore faudrait-il distinguer deux usages de cette méthode, et conséquemment deux niveaux de la thèse transcendantale. (1) La première méthode est celle qui permet de poser en général l'espace comme condition de possibilité de tout phénomène externe *et* de la géométrie comme science *a priori*. On notera que Kant ne la qualifie pas de « déduction transcendantale », cette dernière méthode ne pouvant valoir que pour les concepts, mais d'« exposition transcendantale » : la nécessité d'une intuition pure de l'espace ne peut pas être déduite mais simplement constatée, mais elle n'en demeure pas moins atteinte par la reconnaissance de l'*impossibilité de penser* l'existence d'une science *a priori* de l'espace autrement qu'en la supposant. (2) La seconde, plus diffuse et moins clairement définie, est celle par laquelle est reconnue la tridimensionnalité de cet espace ainsi que l'axiomatique qui en détermine la structure. Au niveau de l'« Esthétique transcendantale », certes, on ne pourra pas parler d'une axiomatique à proprement parler, puisqu'il ne peut s'y agir déjà de géométrie, mais seulement d'une intuition pure de l'espace ; mais il est nécessaire, pour fonder la nécessité de la géométrie et des axiomes

12 Hermann von Helmholtz, « Die Tatsachen in der Wahrnehmung », art. cit., p. 152 ; trad. fr., p. 214.

d'Euclide, que l'espace de l'exposition transcendantale soit déjà investi de certaines déterminations sur la base desquelles l'axiomatique euclidienne pourra être déployée. En d'autres termes, le même argument qui valait pour la reconnaissance de la nécessité de l'intuition de l'espace en général comme condition de possibilité des phénomènes externes semble valoir pour la reconnaissance de la nécessité de lui conférer une certaine structure qui vaudrait comme condition de possibilité du caractère *a priori* des axiomes d'Euclide. C'est donc, en dernière instance, parce qu'il semble impossible de se *représenter* un espace qui n'obéirait pas à ces axiomes que l'espace de l'intuition est reconnu comme étant tridimensionnel et euclidien.

198

C'est à ce second niveau de l'analyse kantienne qu'intervient la critique de Helmholtz : s'il s'avérait possible de montrer que certains espaces non euclidiens étaient également intuitionnables, alors cela éliminerait toute prétention à conférer un statut transcendantal aux seuls axiomes d'Euclide. Or, telle est précisément la thèse de Helmholtz : notre intuition n'est euclidienne qu'en vertu de facteurs empiriques, lesquels sont, comme nous le verrons plus tard, la constitution particulière de nos organes, l'habitude de se représenter le monde d'une certaine manière et, enfin, certaines connaissances particulières concernant le comportement de certains objets physiques. En dehors de ces critères, qui n'ont plus rien de transcendantal au sens kantien, les axiomes d'Euclide ne sont donc doués d'aucune nécessité, en tout cas au niveau de la pure intuition de l'espace, et il semble au contraire parfaitement possible de se représenter l'espace sous de tout autres formes. La séparation des deux niveaux de fondation transcendantale de la géométrie dans l'intuition de l'espace (intuition de l'espace en général et intuition d'un espace structuré ou axiomatisé) repose donc sur la possibilité d'élaborer une véritable intuition des espaces non euclidiens.

Bien sûr, une telle intuition doit être pensée en un sens nouveau, que Helmholtz précise dans un passage crucial de la conférence sur « Les faits dans la perception ». Les « espaces mathématiques¹³ » ne peuvent évidemment pas faire l'objet d'une intuition au sens de ce que Helmholtz

13 Il s'agit des espaces non euclidiens.

nomme « le vieux concept d'intuition¹⁴ », dont Kant, tout comme Euclide, serait encore tributaire. Dans cette entente traditionnelle, on reconnaîtrait « quelque chose comme donné par intuition seulement si sa représentation vient à la conscience en même temps que l'impression sensible, sans réflexion et sans effort », de sorte que « ce qui manque à [l'intuition des espaces non euclidiens], c'est cette facilité, cette rapidité, cette évidence éclair avec laquelle nous percevons par exemple la forme d'une pièce dans laquelle nous entrons pour la première fois, la disposition et la forme des objets qui s'y trouvent, etc.¹⁵ ». La recherche de cette pseudo-évidence, dont on a vu les potentiels dangers ou la dimension égarante puisque la force de l'habitude peut y faire passer des données de l'expérience pour des données nécessaires, doit être abandonnée au profit d'une intuition *construite*, médiatisée par une élaboration scientifique :

Comme preuve de l'intuitionsabilité je demande seulement que l'on soit capable d'indiquer précisément et sans ambiguïté, pour chaque sorte d'observation, les impressions sensorielles naissantes, en utilisant si nécessaire la connaissance scientifique de leurs lois, d'où résulterait que la chose en question ou la relation à l'intuitionner serait effectivement disponible. La tâche consistant à se représenter les relations spatiales dans les espaces métamathématiques exige, de fait, quelque exercice dans la compréhension des méthodes analytiques, des constructions perspectives et des phénomènes optiques¹⁶.

Aussi, au moins dans l'article de 1868, la méthode de Helmholtz pour montrer l'intuitivité des espaces non euclidiens est-elle une méthode *analogique*, fondée sur la fameuse fiction des « animaux plats » et assez semblable à celle qu'utilisent les mathématiciens pour rendre représentables, quoiqu'indirectement, les objets à 4 dimensions comme l'hypersphère ou le Tesseract. En effet, la seule véritable limite de notre pouvoir d'intuition ne tient pas à autre chose, selon Helmholtz, qu'au

14 Hermann von Helmholtz, « Die Tatsachen in der Wahrnehmung », art. cit., p. 123 ; trad. fr., p. 171.

15 *Ibid.*

16 *Ibid.*

nombre limité de dimensions selon lesquelles nous pouvons nous représenter l'espace (il pourrait bien y avoir là, d'ailleurs, une limite forte de la délimitation helmholtzienne du transcendantal). Notre esprit, limité à trois dimensions, est donc incapable de se représenter un point de vue d'où la courbure de l'espace tridimensionnel pourrait nous être intuitive : car « voir » la courbure de l'espace impliquerait de se situer à l'extérieur de lui, donc dans une quatrième dimension que nous ne pouvons pas même imaginer¹⁷. Nous pouvons, par contre, très bien nous représenter ce que signifie la courbure d'un espace bidimensionnel, puisqu'il nous suffit d'imaginer la distorsion d'un plan « enroulé » autour d'une sphère ou adhérent à une coquille d'œuf, ou encore à l'intérieur d'un anneau d'amarrage, pour nous rendre intuitives les courbures respectivement positives et négatives des espaces sphériques et pseudo-sphériques¹⁸.

Or la fiction des animaux plats, ces êtres de surface, doués de seulement deux dimensions, vivant à la surface d'un plan et incapables de saisir quoique ce soit en dehors de ce plan, permet très précisément de nous représenter ce que pourrait signifier pour nous qu'avoir ce point de vue extérieur sur notre espace tridimensionnel. En effet, si les êtres de surface ne peuvent sortir de cette immanence absolue ou de cette adhérence à leur plan, et si donc ils sont incapables de mesurer intuitivement la courbure de leur plan, *nous*, êtres vivant dans un espace tridimensionnel, sommes parfaitement capables de le faire. Nous pouvons rendre *intuitive* la notion pourtant formelle et précisément *inintuitive* de courbure d'un espace, en nous représentant le geste qui consisterait à courber cet espace autour d'un objet solide.

Apparaissent alors deux types de distorsions, celles précisément qui n'affectent pas la structure euclidienne des objets, comme celle qui consisterait à enrouler le plan autour d'un cône ou d'un cylindre, et celles

17 Rappelons cependant que la notion de mesure de courbure évite précisément d'avoir à « intégrer » les espaces courbes de dimension n dans des espaces de dimension $n + 1$. C'est donc seulement lorsqu'il est question de leur intuitionnabilité que la question du passage à la dimension $n + 1$ peut éventuellement se poser.

18 Voir la note 25 de Moritz Schlick dans Hermann von Helmholtz, *Théorie de la connaissance*, op. cit., p. 48.

qui modifient la structure même de l'espace, comme lorsque le plan se trouve appliqué à une sphère. Au contraire, la distorsion de la surface plane en une surface sphérique affecterait le comportement géométrique des objets. Ainsi, dans un espace plat, « Si les êtres de ce type vivaient sur un plan infini, alors leur géométrie serait exactement notre planimétrie¹⁹ », au sens où ils attribueraient aux entités spatiales à deux dimensions les mêmes propriétés que nous leur attribuons et qui reposent ultimement sur les axiomes d'Euclide. À l'inverse, des êtres de surface habitant sur la surface d'une sphère formeraient une géométrie très différente : ils ne pourraient pas identifier la ligne « la plus droite » et la ligne « la plus courte », posséderaient des droites qui se recoupent aux extrémités, et ne connaîtraient pas la notion de parallèle. En outre :

Ils affirmeraient que deux lignes droites quelconques, si on les prolonge suffisamment, finissent par se couper non en un point, mais en deux. La somme des angles d'un triangle serait plus grande que celle de deux droits, et grandirait à mesure qu'augmenterait la surface du triangle. Ils ne posséderaient donc pas le concept géométrique de similarité de forme entre une grosse et une petite figure du même type, puisque les angles d'un grand triangle seraient nécessairement différents de ceux d'un plus petit triangle. Leur espace serait certes illimité, mais s'avérerait fini, ou devrait au moins être représenté comme tel²⁰.

Aussi des êtres qui auraient les mêmes capacités de pensée que nous, donc les mêmes catégories et surtout la même faculté d'appréhender les phénomènes dans l'espace et dans le temps, ne posséderaient aucunement les mêmes axiomes que nous. En d'autres termes, l'intuition « pure » de l'espace, sur laquelle étaient censés reposer les axiomes d'Euclide, diffère non seulement selon les « facultés » du sujet considéré, mais également selon les structures objectives de la réalité dans laquelle ce dernier vit. D'où un constat profondément empiriste, et pourtant seulement provisoire, selon lequel « des êtres dont les capacités intellectuelles

19 Hermann von Helmholtz, « Über den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome », art. cit., p. 6 ; trad. fr., p. 39.

20 *Ibid.*

seraient comparables aux nôtres admettront des axiomes géométriques très différents selon l'espace dans lequel ils vivent. »

Un déplacement important est donc accompli par rapport au schéma kantien : les axiomes de la géométrie ne semblent plus fondés sur la « forme pure de l'intuition sensible », laquelle serait en réalité parfaitement compatible avec toute forme de géométrie, mais *sur l'expérience elle-même*. Ce déplacement prend même la forme d'un « renversement » – renversement anti-copernicien d'un autre type que celui revendiqué par Husserl²¹, car résolument empiriste, mais qui, comme lui, pourrait être lu comme une tentative de rendre à la réalité le pouvoir de structuration des choses et de possibilisation de l'expérience. Car, qu'est-ce qui détermine alors la structure et les propriétés spatiales de cette expérience, sinon ce qu'il faudrait bien appeler un espace « en soi », lequel serait par définition inaccessible au sujet percevant ?

202

C'est très précisément ce vers quoi semble tendre l'image des animaux plats : eux vivent sur un plan dans lequel des configurations géométriques déterminées apparaissent, sur la base desquelles ils constituent une géométrie qui leur apparaît comme « nécessaire » eu égard aux propriétés qui semblent être pour eux celles de leur intuition sensible. Mais où ces propriétés sont-elles véritablement *fondées*, sinon dans la mesure de courbure de leur espace, laquelle n'est pas perceptible de manière immanente ou inhérente à leur espace bidimensionnel, mais bien *de l'extérieur*, d'un point de vue qui leur est par définition inaccessible, c'est-à-dire du point de vue du spectateur qui serait capable de se représenter un espace tridimensionnel, et donc de voir leur « monde » de l'extérieur ? Or quel peut être pour les êtres de surface le statut d'un tel point de vue extérieur sur leur monde, sinon celui, transcendantal, qui prétendrait expliquer les phénomènes depuis leur origine extra-phénoménale ? Afin de rendre intuitives les géométries non euclidiennes, n'avons-nous pas été conduits à perdre la fonction transcendantale de la forme pure de l'intuition sensible, et n'avons-nous pas été reconduits vers une fondation précritique naïve de la

21 Voir à ce sujet Dominique Pradelle, *Par-delà la révolution copernicienne*, Paris, PUF, 2012, p. 169.

géométrie dans un espace absolu qui serait le véritable « *Ursprung* » des axiomes géométriques ?

En d'autres termes, la mise au jour par Helmholtz d'une limite de la philosophie transcendantale kantienne conduit-elle à la construction de ce qu'on pourrait appeler un empirisme transcendantal ou au retour à un empirisme précritique, dans lequel précisément la fondation de la géométrie comme science *a priori* posait problème ? La réponse à cette question dépend de notre capacité, à partir du constat qu'il ne peut y avoir d'axiomatique transcendantale – c'est-à-dire que l'intuition pure de l'espace est suffisamment indéterminée pour qu'aucun système d'axiome ne puisse y être directement fondé –, à rendre compte de la manière dont les axiomes d'Euclide peuvent être fondés, de manière indirecte donc, sur l'intuition pure qui seule posséderait alors un statut transcendantal. Si nous n'y parvenons pas, alors l'explosion des limites axiomatiques de l'esthétique transcendantale kantienne aura eu pour effet la perte de la dimension transcendantale de l'espace en général.

LE NIVEAU DE TRANSCENDANTALITÉ DES AXIOMES

La conséquence du dédoublement de la fonction transcendantale de l'espace, à savoir de la déconnexion de l'intuition pure de l'espace de toute détermination axiomatique, est qu'il devient nécessaire de trouver ailleurs que dans la forme pure de l'intuition la source ultime de la validité des axiomes. Deux méthodes semblent à ce stade possibles pour construire l'espace euclidien à partir de la pure intuition de l'espace : une méthode purement géométrique et une méthode dans laquelle géométrie et physique devront se compléter. D'un côté, donc, une méthode où le transcendantal se trouverait dépassé du côté de sa frontière avec l'analytique ; d'un autre côté, une méthode où se trouvera brouillée sa frontière avec l'empirique.

La première méthode correspond aux yeux de Helmholtz à l'entreprise riemanienne, qu'il interprète comme une tentative de construire l'espace à proprement parler, et en particulier notre espace tridimensionnel euclidien, à partir du concept général de multiplicité à plusieurs dimensions :

Mon premier objectif était alors, comme pour Riemann, de rechercher quelles propriétés de l'espace appartiennent à toute multiplicité dépendant de plusieurs variables, se superposant de manière continue les unes sur les autres, et dont les différences sont toutes quantitativement comparables les unes avec les autres ; et au contraire, quelles propriétés ne sont pas déterminées par ce caractère général, mais relèvent d'une particularité de l'espace²².

204

Dans un article intitulé « Über die Tatsachen, die der Geometrie zugrunde liegen », Helmholtz reconnaît à Riemann le mérite d'avoir formulé les propriétés générales de l'espace, à savoir : (1) qu'une multiplicité doit être considérée comme n -dimensionnelle si, en elle, un élément donné (le lieu) peut être déterminé par la détermination de n grandeurs (coordonnées) différentes ; (2) que toute ligne, indépendamment de son lieu et de sa direction, doit pouvoir être comparée à toute autre ligne ; et (3) que l'élément de longueur d'une ligne serait égal à la racine carrée d'une fonction homogène du second degré des différentiels des coordonnées.

L'objectif de Helmholtz est alors de montrer que cette dernière hypothèse peut en réalité être dérivée d'une propriété plus générale, à savoir que des systèmes de points fixes, c'est-à-dire des entités bornées à n dimensions de grandeur finie, doivent pouvoir se déplacer n'importe où sans dilatation pour qu'une multiplicité donnée puisse être définie comme proprement spatiale :

Mes propres travaux se distinguent de ceux de Riemann par la recherche plus précise que j'ai menée sur l'influence de cette dernière restriction (permettant de distinguer l'espace effectif des autres multiplicités étendues plusieurs fois) sur la fondation de la proposition qui constitue la clé de voûte de toute la recherche, à savoir que le carré de l'élément linéaire est une fonction homogène de second degré des différentiels des coordonnées. On peut montrer que, si l'on accepte dès le départ la condition selon laquelle on peut mouvoir, de manière inconditionnellement libre et sans modification

22 Hermann von Helmholtz, « Über die Tatsachen, die der Geometrie zugrunde liegen », dans *Schriften zur Erkenntnistheorie*, Berlin, Springer, 1921, p. 39 ; trad. fr. Jean-Baptiste Fournier, « Des faits qui sont au fondement de la géométrie », dans *Théorie de la connaissance, op. cit.*, p. 72.

de forme, des figures fixes en elles-mêmes dans n'importe quelle partie de l'espace, alors on peut dériver l'hypothèse initiale de Riemann comme conséquence d'assumptions bien moins restreintes²³.

Plus précisément, cette condition très générale se décline en quatre postulats qui sont ceux qu'il est nécessaire d'admettre si l'on reconnaît que la géométrie repose sur la notion de congruence :

Mon point de départ était que toute mesure originaire de l'espace repose sur l'observation de la congruence [...]. Mais on ne pourrait pas parler de congruence si des corps fixes ou des systèmes de points ne pouvaient se déplacer les uns sur les autres sans changer de forme, et si la congruence de deux grandeurs spatiales n'était pas un fait indépendant de tous les mouvements. J'ai donc présupposé dès le départ la possibilité d'une mesure de l'espace par constatation d'une congruence et je me suis engagé dans la tâche de rechercher la forme analytique la plus générale d'une multiplicité étendue plusieurs fois dans laquelle ce type de mouvement serait possible²⁴.

De là les quatre postulats suivants :

1. L'espace à n dimensions est une multiplicité étendue n fois, c'est-à-dire que l'unité la plus déterminée en lui, le point, peut être déterminée par la mesure d'un nombre n de grandeurs quelconques (ou coordonnées) variant de manière continue et indépendamment les unes des autres. Tout mouvement d'un point est donc lié à la variation continue d'au moins une des coordonnées²⁵.
2. Il faut supposer l'existence de corps « fixes en eux-mêmes », c'est-à-dire tels qu'ils puissent entrer en mouvement sans que les points qui les composent se déplacent les uns par rapport aux autres. Si la géométrie repose sur le constat de congruence, de tels corps en sont la condition nécessaire puisque l'égalité des grandeurs spatiales ne peut être établie que par le déplacement de tels corps sur les différentes figures (ou distances) comparées. La définition de ces corps doit être

23 *Ibid.*, p. 40; trad. fr., p. 73.

24 *Ibid.*

25 *Ibid.*, p. 41; trad. fr., p. 74-75.

indépendante de tout système de mesure particulier, et prend donc la forme suivante : « entre les $2n$ coordonnées de chaque paire de points qui appartiennent à un corps fixe en lui-même, il existe une équation indépendante du mouvement de ce dernier qui est la même pour toutes les paires de points congruentes²⁶ ».

3. Pour que ces mesures – et avec elles, la géométrie – soient possibles, on doit présupposer la liberté totale du mouvement des corps fixes, c'est-à-dire que ces derniers puissent se déplacer « de manière continue » vers n'importe quel lieu, et plus précisément que chacun de leurs points puisse se déplacer vers « le lieu occupé par n'importe quel autre point dans la mesure où il n'est pas limité par les équations qui existent entre lui et les autres points du système auquel il appartient²⁷ ».
4. Enfin, outre les mouvements de translation, il faut admettre la possibilité d'une rotation permettant le retour exact à la position d'origine, mais sans qu'un demi-tour soit nécessaire. On peut ainsi distinguer l'espace à proprement parler des espaces analogiques ou métaphoriques : par exemple, si le son peut être représenté spatialement, et si on considère deux des axes de cet espace, comme l'intensité et la hauteur, cet espace permet différents types de mouvements d'un point à un autre, mais aucun mouvement comparable à une rotation. Ainsi, pour revenir à une position déterminée par un mouvement continu, un point devrait nécessairement emprunter à nouveau, et à l'envers, le chemin emprunté pour s'en éloigner. En d'autres termes :

Nous devons encore exposer une propriété de l'espace qui est analogue à la monodromie des fonctions d'une grandeur complexe et qui s'exprime ainsi : deux corps congruents sont toujours congruents après que l'un d'eux a accompli une rotation complète autour d'un axe de rotation. La rotation se caractérise analytiquement par le fait qu'un certain nombre de points du corps mu conservent leurs coordonnées pendant le mouvement, et *l'inverse* du mouvement par le fait que tous les complexes de valeurs des coordonnées qui ont précédemment été parcourues de manière continue sont également

26 *Ibid.*, p. 41 ; trad. fr., p. 76.

27 *Ibid.*, p. 42 ; trad. fr., p. 77-78.

toutes parcourues dans l'autre sens. Nous pouvons exprimer l'état de choses en question de la manière suivante : *si un corps fixe entre en rotation sur $n-1$ de ses points, et si on choisit ces points de telle sorte que leur position ne dépende que d'une seule variable indépendante, alors la rotation sans retour en arrière finit par revenir à la position initiale, à partir de laquelle elle avait commencé*²⁸.

Sans rentrer dans le détail de l'analyse de Helmholtz et des longs développements qu'il consacre à la définition mathématique de la rotation, nous pouvons remarquer qu'elle semble recevoir une fonction transcendante, si bien qu'il paraîtrait possible de la substituer à l'esthétique transcendante kantienne. En effet, les postulats mis au jour par Helmholtz doivent permettre de fonder la géométrie comme science *a priori* en déterminant le niveau de détermination qu'il est nécessaire de conférer à notre intuition (laquelle peut atteindre non seulement des espaces non euclidiens, mais également des structures d'ordre d'un tout autre type que l'espace à proprement parler) pour qu'elle puisse nous fournir un espace qui soit à la fois suffisamment déterminé pour être un véritable espace et suffisamment général pour admettre différents systèmes d'axiomes.

Les recherches de Riemann ainsi que les miennes prises ensemble montrent donc que les postulats formulés ci-dessus, en lien avec les deux propositions suivantes : V. que l'espace a trois dimensions, VI. que l'espace s'étend à l'infini, donnent donc les fondements suffisants pour le développement de la doctrine de l'espace²⁹.

Pour être la condition transcendante de la possibilité de la géométrie, notre intuition « pure » doit donc être complétée, non plus par des axiomes qui en dériveraient directement ou qui seraient directement fondés en elle, mais par des postulats qui viendraient la limiter par décision – et qui recevraient eux-mêmes ainsi une valeur transcendante, en tant qu'ils seraient nécessaires pour isoler, à partir de l'intuition, quelque chose comme un espace pour la géométrie.

28 *Ibid.*, p. 42-43; trad. fr., p. 80.

29 *Ibid.*, p. 54-55; trad. fr., p. 99.

Or, il apparaît assez rapidement, dans l'analyse de Helmholtz, que pour déterminer les axiomes valant pour l'espace réel, ces postulats ne suffisent pas, et qu'il sera nécessaire d'introduire aussi, au sein donc de la fondation transcendantale de la géométrie, des considérations d'ordre physique. Le critère de détermination de l'espace n'étant autre pour Helmholtz que la possibilité pour des corps fixes d'accomplir certains mouvements (dont la rotation sans retour en arrière et avec retour à la position d'origine sans dilatation ni contraction des dimensions), il devient nécessaire de disposer d'un critère pour déterminer si des objets « fixes en eux-mêmes » peuvent être isolés dans l'espace réel. Ainsi, pour être transcendantale, en tant que fondatrice de la géométrie comme science *a priori*, cette détermination n'en est pas moins fondée sur des données empiriques :

Aussi dois-je souligner le fait que la possibilité même du système de nos mesures de l'espace dépend, comme cela ressort clairement de ces découvertes, de l'existence de corps naturels correspondant assez précisément au concept de corps fixe tel que nous l'avons construit³⁰.

En d'autres termes, la condition de possibilité de la géométrie comme science *a priori* de l'espace réel n'est pas la seule intuition pure de l'espace, fût-elle suffisamment générale et détachée de toute surdétermination axiomatique, mais cette dernière doit pouvoir être complétée par des déterminations physiques.

C'est là la conclusion à laquelle aboutit Helmholtz dans « De l'origine et de la signification des axiomes géométriques » : la fondation de la géométrie doit être transcendantale précisément parce qu'elle ne peut pas être formelle, au sens où elle ne peut reposer sur la seule analyse de l'espace en général, puisque la détermination purement formelle du concept d'espace n'est pas suffisante pour garantir l'applicabilité des axiomes à l'espace réel. L'analyse de Helmholtz fait apparaître la nécessité de se référer à des systèmes de points fixes, lesquels ne peuvent être déterminés que depuis un point de vue extérieur à la géométrie – point de vue qui reçoit alors *de facto* une dimension transcendantale et qui exige que soient

30 *Ibid.*, p. 55 ; trad. fr., p. 99.

prises en compte les propriétés mécaniques de la matière. La géométrie trouve donc son fondement dans une science particulière, la physique, qui, dans cette mesure et dans cette mesure seulement, acquiert un statut transcendantal.

La raison en est que les propriétés de l'espace ne peuvent être déterminées à l'intérieur de lui de manière strictement géométrique, puisque les instruments de mesure utilisés pour déterminer ces propriétés subissent eux-mêmes les déformations qu'ils sont censés mesurer, tant que leur définition reste purement géométrique et ne prend pas encore en compte leurs propriétés mécaniques. La fiction des animaux plats peut ici encore servir d'illustration : si ces êtres de surface vivaient à la surface d'un œuf et s'y déplaçaient, ils ne pourraient pas mesurer la variation des propriétés géométriques de cette surface, puisqu'eux-mêmes et les instruments de mesure qu'ils utiliseraient subiraient exactement la même déformation que les entités spatiales dont ils souhaiteraient déterminer la déformation. L'instrument de mesure modifié continuerait à prendre les mêmes mesures, s'il pouvait subir autant de déformations que l'espace qu'il mesure – ce qui est nécessairement le cas si sa définition comme « objet fixe en lui-même » demeure purement géométrique et exclut par principe les propriétés physiques de ces objets :

Afin d'illustrer cette idée, je rappellerai au lecteur que si toutes les dimensions linéaires d'un corps donné étaient diminuées par exemple de moitié ou au contraire dédoublées en même temps et dans les mêmes proportions que celles de mon propre corps, nous ne pourrions pour ainsi dire pas nous apercevoir du changement, étant donné notre mode d'intuition spatiale. Ce serait également le cas si la contraction ou la dilatation était différente dans différentes directions, en supposant que notre propre corps se modifierait dans la même proportion, voire en supposant qu'un corps en rotation subirait à chaque tour dans toutes ses dimensions un certain niveau de dilatation (celui-ci étant déterminé par sa position), mais sans ressentir la moindre résistance physique³¹.

31 *Id.*, « Über den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome », art. cit., p. 18-19; trad. fr., p. 58.

Il en irait exactement du même si l'on s'intéressait aux déformations du monde dans un miroir convexe : les instruments de mesure se déformant exactement comme les objets mesurés continueraient à prendre les mêmes mesures, rendant impossible la détermination objective des déformations subies par les objets, et rendant donc indécidable la question de savoir lequel, du monde du miroir ou du monde extérieur à lui, est effectivement déformé :

L'image d'un homme mesurant avec une règle une ligne droite sur le miroir, rétrécira d'autant plus que l'original s'éloigne, mais avec sa règle de plus en plus petite, l'homme du reflet mesurera exactement le même nombre de centimètres que l'homme de la réalité ; d'une manière générale, toutes les mesures géométriques de lignes ou d'angles obtenues au moyen d'instruments aux dimensions modifiées dans l'image du miroir, seront exactement les mêmes que celles obtenues dans le monde extérieur avec les instruments réels. [...] Bref, je ne vois pas comment les hommes du miroir pourraient découvrir que ce qu'ils prennent pour des corps ne sont pas des corps solides et que leurs expériences ne sont pas de bonnes illustrations de la vérité des axiomes d'Euclide³².

Tout comme l'instrument de mesure, le corps (*Leib*) mesurant et constituant faisant partie du monde qu'il mesure et constitue, n'a donc en apparence aucune prise sur les propriétés réelles de l'espace, lesquelles ne sont donc plus aucunement fondées sur l'intuition, mais sur une construction qui pourrait bien être strictement arbitraire. Il est donc vital, pour sauver l'objectivité de notre géométrie de ce relativisme, et donc accomplir la dimension proprement transcendantale de la *Critique*, de découvrir un *point archimédien* à partir duquel pourra être regagnée la détermination objective de la structure de l'espace.

Ainsi, pour Helmholtz, ce sont les propriétés *mécaniques* des corps « fixes » qui garantissent leur fixité et constituent donc, pour ainsi dire, le point archimédien transcendantal. Car si la distorsion d'un corps ne pose aucun problème du point de vue géométrique, et ne génère aucune

32 *Ibid.*, p. 19 ; trad. fr., p. 59.

incohérence dans l'intuition de l'espace, elle se heurte au contraire à la résistance mécanique des corps solides, seule garantie de la fixité de l'instrument de mesure, lequel reçoit ici une fonction constitutive de l'espace réel. Helmholtz semble donc ici retrouver, au point culminant de son raisonnement, la référence classique de l'empirisme à la *solidité* des corps comme garantie de l'objectivité.

Mais, en réalité, l'enjeu de l'argument de Helmholtz est plus profond, puisqu'il s'agit d'élaborer une géométrie physique, laquelle reposerait non seulement sur l'intuition pure de l'espace et sur les postulats qui permettent de la circonscrire, mais également sur des constats empiriques sur le comportement physique des objets. « Les axiomes géométriques, affirme-t-il, ne concernent donc pas seulement les rapports dans l'espace, mais en même temps aussi le comportement mécanique de nos corps solides dans leurs mouvements³³ ». La spécificité de Helmholtz, dans le champ de l'*Erkenntnistheorie* du XIX^e siècle, est cependant de ne pas faire de ce constat un cheval de Troie destiné à faire tomber l'édifice transcendantal, mais au contraire de chercher à étendre la fonction de condition transcendantale à certaines propriétés physiques. Plus encore : il s'agit de sauver la pensée transcendantale d'une incohérence dans laquelle la géométrie analytique ne peut que la faire sombrer :

On peut d'ailleurs présenter le concept d'un objet géométrique solide comme un concept transcendantal, qui serait formé indépendamment de toute expérience effective et auquel celle-ci n'aurait pas nécessairement besoin de correspondre, pas plus que « nos » corps dans la nature ne correspondent *de facto* purement et sans déformation aux concepts abstraits que nous formons par induction à partir d'eux. En prenant le concept de solidité ainsi formé comme un pur idéal, un kantien strict pourrait certainement considérer les axiomes géométriques comme des propositions, données *a priori* grâce à une intuition transcendantale – propositions qui ne pourraient être ni confirmées ni infirmées par l'expérience, car il faudrait d'abord trancher la question de savoir s'il faut considérer les corps de la nature comme des corps solides. Il faudrait

33 *Ibid.*, p. 23; trad. fr., p. 66.

alors affirmer que selon cette conception, les axiomes de la géométrie ne seraient pas des propositions synthétiques au sens kantien. En effet, celles-ci n'énonceraient rien d'autre que ce qui découlerait analytiquement du concept d'un objet géométrique nécessairement fixe pour la mesure, étant donné qu'on ne peut reconnaître comme objets fixes que ceux qui satisfont les axiomes³⁴.

Telle est en effet la conséquence de la définition analytique de l'espace et de l'intuition qui peut y être attachée : le rapport à l'espace réel semble perdu et avec lui, toute la fonction transcendante de l'intuition de l'espace. Pour l'éviter, il faut reconnaître, non sans paradoxe, une fonction transcendante à des données physiques ou, si l'on préfère, à des connaissances empiriques :

212

Cependant, si nous ajoutons aux axiomes géométriques également les propositions relatives aux propriétés mécaniques des corps naturels – ne fût-ce que la loi d'inertie, ou encore la loi selon laquelle les propriétés mécaniques et physiques d'un corps ne dépendent pas, toutes choses égales par ailleurs, du lieu où il se trouve –, alors le système de propositions comporte un contenu effectif qui peut être confirmé ou infirmé par l'expérience, et qui donc peut aussi être obtenu par expérience³⁵.

En lieu et place de l'intuition pure de l'espace kantienne, nous trouvons donc deux niveaux de fondation transcendante de la géométrie et, avec elle, du sens externe : une intuition véritablement pure (quoique construite) détachée de toute détermination axiomatique (selon laquelle donc l'espace peut être transcendantal sans que les axiomes le soient) et un nouveau concept transcendantal : celui de solidité comme corrélat objectif du concept géométrique de fixité.

34 *Ibid.*, p. 24 ; trad. fr., p. 67.

35 *Ibid.*

POINTS ARCHIMÉDIENS TRANSCENDANTAUX

On peut cependant remarquer que la critique du caractère « pur » de l'intuition de l'espace comme condition transcendante des axiomes géométriques ne se limite pas à la réflexion de Helmholtz sur les corps fixes, mais imprègne de nombreux aspects de sa philosophie et semble caractériser de manière très générale sa position dans le champ de la philosophie transcendante. Si l'intuition pure de l'espace a été désaxiomatisée, il faut *en général* découvrir un point archimédien grâce auquel des axiomes pourront être attribués à cet espace, regagnant ainsi la fonction transcendante qu'ils avaient perdue au niveau de la pure intuition. Cependant, si du côté objectif les objets considérés comme fixes en vertu de leurs propriétés physiques reçoivent une fonction transcendante et rendent possible la détermination des axiomes géométriques valant pour l'espace physique, de même, du côté subjectif, les sensations kinesthésiques semblent jouer un rôle similaire. C'est dans son article sur « Les faits dans la perception » que Helmholtz développe l'exploration de ces *limites subjectives* du transcendantal.

Quel est, du côté subjectif, la caractéristique commune à toutes les sensations que nous recevons de nos sens externes ? Quelle est, en d'autres termes, la forme la plus générale de l'intuition de l'espace, non plus de l'espace objectif, mais de l'espace tel que nous le vivons au sein même de nos sensations ?

Supposons que nous demandions s'il existe un caractère commun, perceptible dans la sensation immédiate, par lequel se caractérise pour nous toute perception relative aux objets dans l'espace : nous trouvons un tel caractère dans cette circonstance que le mouvement de notre corps nous place dans d'autres relations spatiales aux objets perçus, et change ainsi également l'impression qu'ils font sur nous³⁶.

36 *Id.*, « Die Tatsachen in der Wahrnehmung », art. cit., p. 116 ; trad. fr., p. 156.

Sans revenir sur le parallèle assez saisissant entre ces analyses et celles développées par Husserl dans le cours sur l'espace de 1907³⁷, je rappellerai simplement que ce dernier texte peut apparaître comme complémentaire des analyses de Helmholtz, puisque Husserl précise un point que Helmholtz ne développe pas, mais qui est impliqué dans ce constat : que chacun des mouvements différents que nous pouvons accomplir nous présente une structure spatiale différente, laquelle pourrait servir de fondement à des axiomatiques fort différentes.

Ce que nous obtenons en donnant des impulsions à nos nerfs moteurs, ce n'est donc pas une structure spatiale déterminée mais l'espace dans toute sa pureté, à savoir comme *ce qui est affecté* lorsque j'accomplis certains mouvements.

214

Lorsque nous donnons des impulsions de ce genre (tourner le regard, bouger les mains, aller et venir), nous découvrons que les sensations appartenant à certains cercles de qualités peuvent être modifiées. D'autres états psychiques dont nous sommes conscients (souvenirs, intentions, souhaits, humeurs) peuvent tout à fait ne pas l'être. Ainsi, une différence radicale entre les premiers et les seconds est-elle posée dans la perception immédiate. *Nous appelons spatiale la relation que nous modifions de cette façon immédiate par les impulsions de notre volonté*³⁸.

Les sensations kinesthésiques sont donc la source subjective de l'intuition la plus générale de l'espace, à savoir de la distinction entre l'interne et l'externe, sans qu'il soit nécessaire que cette intuition soit investie d'une quelconque détermination axiomatique. Or Helmholtz, que l'on sera libre de suivre ou non sur ce point, affirme la dimension *transcendantale* d'une telle intuition.

37 Voir à ce sujet Jean-Baptiste Fournier, « Quel espace pour l'expérience ? Helmholtz, Husserl et la possibilité d'une fondation empirique de la géométrie », dans Dominique Pradelle & Julien Farges (dir.), *Husserl. La phénoménologie et les fondements des sciences*, Paris, Hermann, 2019, p. 173-192.

38 Hermann von Helmholtz, « Die Tatsachen in der Wahrnehmung », art. cit., p. 117 ; trad. fr., p. 157.

Son argument est le suivant : (1) tout d'abord, cette intuition pure de l'espace est *a priori*, dans la mesure où, comme le dirait Husserl dans *les Méditations cartésiennes*, elle est directement fondée dans un « *Ich kann* », à savoir dans la possibilité d'effectuer certains actes et non dans l'expérience qui résulterait de l'effectuation de ces actes. L'espace serait ainsi une « forme donnée de l'intuition, *fournie avant toute expérience*³⁹ », dans la mesure où il ne s'agit pas d'affirmer qu'il serait fondé sur certaines impulsions motrices volontaires particulières que nous apprendrions à effectuer au cours de notre expérience, mais sur la pure et simple *possibilité* de telles impulsions volontaires *en général*, « dont la capacité mentale et physique doit nous être donnée par notre organisation avant que nous puissions avoir l'intuition spatiale⁴⁰ ». (2) Enfin, cette intuition *a priori* est en outre *transcendantale*, car elle est la condition nécessaire de la perception des objets externes comme externes. Moritz Schlick, dans ses notes critiques aux textes de philosophie de la connaissance de Helmholtz publiés à l'occasion du centenaire de sa naissance, reproche souvent à Helmholtz de rabattre la notion de transcendantal sur celle d'*a priori*⁴¹. Il nous semble au contraire essentiel d'insister sur la précision de la lecture helmholtzienne du transcendantal : l'espace ainsi entendu, à savoir la pure intuition de la possibilité de modifier certaines qualités des objets par l'innervation de certains de nos nerfs, « apparaît comme la forme *nécessaire* de l'intuition externe, précisément parce que nous comprenons comme monde extérieur ce que nous percevons comme déterminé spatialement » – l'adverbe « spatialement » ne renvoyant pas ici à l'espace au sens commun du terme, ni à un espace investi de propriétés déterminées exprimées dans un système d'axiomes particulier, mais à ce qui se trouve modifié, quoique d'une manière inanticipable, par l'innervation de certains de nos nerfs. Le sens externe se trouve donc délimité *a priori*, et « ce qui n'a pas de relation spatiale perceptible »

39 *Ibid.*; trad. fr., p. 159.

40 *Ibid.*

41 Voir par exemple la note 6 de Moritz Schlick dans Hermann von Helmholtz, *Théorie de la connaissance, op. cit.*, p. 150.

(non pas donc au sens d'une relation spatiale déterminée par un système d'axiomes, mais au sens de la forme générale de la modifiabilité à travers le mouvement impulsé à mon corps) est *ipso facto* considéré comme « le monde de l'intuition interne, comme le monde de la conscience de soi⁴² ».

C'est donc dans le mouvement du corps qu'il faut chercher, du côté subjectif, la condition transcendantale ultime de l'espace, et donc de la géométrie. Reste donc, pour donner toute sa cohérence à la conception helmholtzienne de l'espace comme condition transcendantale du sens externe et fondement de la géométrie, à s'interroger sur le lien qui unit les deux points archimédiens transcendantsaux que sont, objectivement, les objets solides correspondant aux objets définis géométriquement comme fixes en eux-mêmes, et, subjectivement, mon corps comme source des impulsions nerveuses et de la mise en mouvement des sensations. Or, sur ce point, le texte de Helmholtz demeure allusif et ne laisse guère de place qu'à l'extrapolation. Plutôt que de s'y aventurer, nous pouvons citer un texte de Carnap de 1924 intitulé « *Drei dimensionalität des Raumes und Kausalität*⁴³ », dans lequel celui qui n'appartenait pas encore au Cercle de Vienne élabore ce qui pourrait être une solution. Selon Carnap, nous pouvons distinguer deux sens de l'expérience : l'expérience de premier ordre correspondant à la manière dont nos sens sont effectivement affectés par les choses extérieures, et l'expérience de second ordre, dans laquelle intervient un processus de construction ou de reconstruction et à travers laquelle les choses nous sont données de manière structurée⁴⁴. Ainsi, pour nous en tenir à l'espace visuel, nous pouvons distinguer l'espace de premier ordre correspondant à l'espace bidimensionnel formé par l'image rétinienne du monde, et

42 Hermann von Helmholtz, « Die Tatsachen in der Wahrnehmung », art. cit., p. 117; trad. fr., p. 158.

43 Rudolf Carnap, « Dreidimensionalität des Raumes und Kausalität. Eine Untersuchung über den logischen Zusammenhang zweier Fiktionen », *Annalen der Philosophie*, n° IV, 1924, p. 105-130; repr. avec une trad. angl. dans *The Collected Works of Rudolf Carnap*, t. 1 : *Early Writings*, éd. André W. Carus et al., Oxford, OUP, 2019.

44 *Ibid.*, p. 105.

l'espace de second ordre correspondant à l'espace tridimensionnel euclidien dans lequel nous élaborons notre connaissance du monde et dans lequel semble se dérouler notre expérience quotidienne. Ce dernier espace demeure cependant une « fiction » au sens technique, c'est-à-dire une *construction* à partir des données brutes de l'expérience primaire. Cette fiction repose, d'un côté, sur des critères *physiques* relatifs au comportement des objets et à leurs déplacements dans l'espace et, d'un autre côté, sur des critères *subjectifs* tels que le fonctionnement de nos organes sensoriels ou notre capacité à nous mouvoir dans l'espace (mouvement difficilement compatible avec certaines formes d'espace).

Aussi faut-il distinguer, comme chez Helmholtz, deux niveaux de la spatialité. Mais le point important est qu'au niveau de l'expérience primaire, les sensations sont certes ordonnées dans l'espace, mais dans un espace qui, précisément, ne possède encore aucune structure axiomatique déterminée, les axiomes n'étant valables qu'au niveau de l'expérience de second ordre. La différence entre Carnap et Helmholtz tient alors au fait que Carnap dispose d'un outil mathématique permettant de résoudre ce problème : la topologie. L'espace de l'expérience primaire est un espace topologique à deux dimensions, sur lequel est fondée toute construction d'espaces à trois dimensions, que ceux-ci soient euclidiens ou non euclidiens.

Il est délicat d'appliquer telle quelle cette solution au problème de Helmholtz pour des raisons chronologiques évidentes, mais elle semble au moins prolonger la voie ouverte par l'exploration helmholtzienne des limites du transcendantal en distinguant une intuition pure de l'espace qui serait seulement topologique (mais néanmoins spatiale) d'une intuition d'un espace métrique assorti d'un système d'axiomes, pour assurer à la fois la pureté et le caractère absolument premier de la donation de l'espace *et* son caractère fondateur pour la géométrie. En d'autres termes, pour paraphraser Helmholtz, l'intuition purement topologique de l'espace pourrait être transcendantale sans que les axiomes le soient.

LE PROBLÈME DE L'ACCÈS ET L'IDÉE D'UN RÉALISME TRANSCENDANTAL

Cette distinction, fondatrice d'une nouvelle voie pour la philosophie transcendantale, entre deux niveaux de l'intuition de l'espace, ouvre cependant sur un problème plus large : celui de l'articulation du réel et du transcendantal, ainsi que sur la délimitation du domaine de pertinence de la philosophie transcendantale.

218 Pour reprendre la formule de Jocelyn Benoist, la conséquence de la philosophie transcendantale n'est autre que la formulation du « problème de l'accès », à savoir de l'idée que l'accès à la réalité nous est interdit ou doit au moins être gagné⁴⁵. Le problème de l'accès repose sur l'incapacité où nous sommes d'exercer une prise sur les conditions subjectives de notre perception et de notre connaissance, et de saisir ainsi le type de modification qu'elles impriment sur les choses en soi. Il faudrait, ici encore, un point archimédien grâce auquel nous pourrions regagner l'accès perdu aux choses en soi, ou nous rendre compte que cet accès n'avait en réalité jamais été perdu. Or, de ce point de vue, les points archimédiens transcendantsaux qu'étaient pour nous les corps fixes et les sensations kinesthésiques semblent insuffisants puisqu'ils permettaient d'établir le lien entre l'intuition pure de l'espace et les phénomènes mais pas – ou en tout cas pas directement – le lien entre les phénomènes et la réalité. Le transcendantal peut-il, en d'autres termes, outrepasser ses propres limites ?

La conférence sur « Les faits dans la perception », en rupture franche avec de nombreux interdits kantien, semble fournir deux prises de ce type sur les choses en soi, l'une subjective, l'autre objective. Le premier accès que nous pouvons avoir sur les choses en soi, même s'il s'avèrera finalement insuffisant, repose sur la prise que la physiologie peut nous donner sur la manière dont nos sens reçoivent des informations du monde extérieur. Je ne développerai pas ce point car, loin de dépasser les limites de la philosophie transcendantale, la doctrine helmholtzienne semble ici plutôt

45 Voir Jocelyn Benoist, « Mythe du donné, mythe de la pensée », *Études Philosophiques*, 2012/4, p. 515-531.

en revenir à un empirisme précritique : la découverte du mécanisme de la sensation relèverait de la pure science *a posteriori* et ne pourrait prétendre constituer une sortie véritable du problème transcendantal de l'accès. C'est sur le plan objectif que l'exposé de Helmholtz s'avère le plus riche. Helmholtz commence par remarquer la difficulté qu'il y a, pour rendre compte de notre perception des choses extérieures, à distinguer ce qui, dans la sensation, relève de la subjectivité et ce qui peut être considéré comme objectif et constitue l'objet de la science. En effet, même la perception de l'espace n'est jamais pour nous *pure*, mais se trouve toujours mêlée à des « qualités de sensation⁴⁶ » : il n'y a pas d'espace pour nous qui ne serait ni visuel, ni sonore, ni tactile, mais il y a toujours un espace visuel coloré, un espace sonore se donnant dans la variation des timbres, des durées, des hauteurs, etc.

Il faut donc distinguer, dans la sensation, ce qui relève de la *modalité* de la sensation (laquelle se ramènera en définitif aux différents sens) de ce qui relève des *différences de qualité* :

On rencontre deux niveaux distincts de différence entre les différentes sortes de sensations. La différence la plus profondément décisive est celle entre les sensations qui relèvent de sens différents, comme celle entre le bleu, le sucré, le chaud, l'aigu. Je me suis permis de nommer cela une différence dans la *modalité* de la sensation. Elle est décisive au point d'exclure toute transition de l'une à l'autre, tout rapport de plus grande ou de moindre ressemblance. Par exemple, on ne peut absolument pas demander si le sucré ressemble davantage au bleu ou au rouge. En revanche, la seconde sorte de différence (la moins décisive) est celle entre différentes sensations du même sens : je restreins le terme *différence de qualité* à cette seule différence. Fichte rassemble ces qualités d'un même sens sous le terme « cercle de qualités », et sous le terme « différence des cercles de qualités » ce que je viens de nommer une différence de modalité. À l'intérieur de chacun de ces cercles la transition et la comparaison sont possibles. Du bleu nous pouvons passer au rouge écarlate par le violet et le rouge carmin, etc.⁴⁷.

46 Hermann von Helmholtz, « Die Tatsachen in der Wahrnehmung », art. cit., p. 120 ; trad. fr., p. 165.

47 *Ibid.*, p. 113 ; trad. fr., p. 151.

Les différentes modalités de sensation demeurent donc strictement incommensurables les unes avec les autres : on ne peut pas comparer un son et une couleur, sinon de manière purement métaphorique ; on ne peut donc pas non plus inclure par exemple l'espace sonore dans l'espace visuel, puisque nous avons là deux univers perceptifs différents, dans ce qui, à ce stade, semble être une version radicalisée de l'idéalisme, où chaque sens véhiculerait un monde, un espace (et un espace disposant d'une structure propre), des objets propres et sans lien avec les objets des autres sens. Le but de Helmholtz n'est cependant aucunement d'en rester à cet idéalisme radical, mais au contraire d'utiliser cette incommensurabilité pour renouer le lien entre le phénomène et la chose en soi, braver ainsi l'interdit kantien et ouvrir la voie vers un au-delà de la révolution copernicienne. En effet, la distinction entre modalité et qualité de sensation indique la possibilité de mettre pour ainsi dire entre parenthèses la question de la modalité des sensations pour ne plus s'intéresser qu'aux *différences de qualité* : ainsi, une vibration (perceptible par le toucher) et un son (perceptible par l'ouïe) n'ont strictement rien en commun ; mais une augmentation de la vibration (donc une différence de qualité au sein de la sensation tactile) correspond exactement à une augmentation de la hauteur du son ou de son intensité (donc à une différence de qualité sonore). Ainsi, que les sens soient incommensurables les uns aux autres n'empêche pas que nous ayons toujours la possibilité de percevoir, à même nos sensations, des constantes, des lois – ce que Helmholtz appelle « *Gesetzmässigkeit* », à savoir la régularité en tant qu'elle signale quelque chose comme une légalité, ce qu'il y a, en d'autres termes, de « nomologique » dans les phénomènes. On ne peut donc pas percevoir les choses en soi au sens où nous ne percevons jamais rien en dehors des modalités de nos perceptions, mais on peut tout de même découvrir les *lois* des choses en soi dans le constat de régularités au sein des cercles de qualité :

De même que, d'une part, chaque nerf sensoriel excité par les influences les plus diverses ne donne toujours que des sensations relevant du cercle de qualité qui lui est propre, de même, d'autre part, les mêmes influences externes produisent, quand elles affectent les nerfs sensoriels différents, les types les plus variés de sensations, celles-ci relevant toujours du cercle de

qualités du nerf concerné. Les mêmes vibrations de l'éther que l'œil ressent comme lumière, la peau les ressent comme chaleur. Les mêmes vibrations de l'air que la peau ressent comme un tremblement, l'oreille les ressent comme son⁴⁸.

Ainsi, la régularité nous donne pour ainsi dire une prise sur le réel, par-delà le caractère relatif et déterminé des formes subjectives de notre perception et de la configuration spécifique de nos organes sensoriels. Nous sommes clairement sortis des limites du transcendantal. Reste à savoir si, dans ce profond reformatage, nous l'avons perdu.

En un sens, cette conclusion est inévitable, si l'on admet que la fonction originelle de la philosophie transcendantale était d'établir le droit de la connaissance des phénomènes au prix de l'inaccessibilité des choses en soi. On sait cependant que tel n'est pas le sens que lui confère Husserl, ni d'ailleurs Wittgenstein dans les propositions du *Tractatus* dans lesquels le transcendantal est défini par analogie avec l'œil en tant qu'il constitue à la fois les limites et la condition de possibilité du champ visuel⁴⁹. Plutôt que de dire comme Helmholtz que « Kant n'a pas été assez critique dans sa critique », nous pourrions plutôt dire qu'obnubilé par le problème de l'accès, il n'a pas été assez critique là où il fallait l'être. En réalité, le problème de l'accès n'est pas le vrai problème (ce n'est d'ailleurs même pas un problème), car le fait que notre représentation du monde soit médiatisée par la forme subjective de notre sensibilité n'enlève rien à ce qui constitue le seul intérêt de la science : l'accès aux lois et aux structures formelles de l'objectivité, lesquelles sont en réalité toujours accessibles à travers les variations au sein des cercles de qualités que nous fournissent nos sens, et ce quelles que soient par ailleurs les modifications qu'ils imposent aux choses en soi en les phénoménalisant.

À ce niveau, le point de vue transcendantal ne nous enlève pas tout accès aux choses en soi. Avoir reconnu que l'espace était la forme pure de notre subjectivité, que nous n'avions accès au réel que par l'intermédiaire de nos

48 *Ibid.*; trad. fr., p. 151-152.

49 Voir à ce sujet l'article d'Élise Marrou dans le présent volume, p. 261-303.

sens, nous ôte certes la possibilité de considérer que les choses en soi sont semblables à ce qu'elles nous paraissent être, de sorte que les phénomènes ne peuvent être compris comme des images de la réalité ; mais c'est bien le réel qui, par l'intermédiaire de signes, se présente à nous dans la régularité des phénomènes. L'accès transcendantal au réel, en d'autres termes, doit être et ne peut être que nomologique.

Mais un point est essentiel : si un tel accès à la réalité est possible, c'est que l'intuition pure de l'espace que nous avons placée comme condition de possibilité de tous les phénomènes externes n'impose pas en elle-même aux phénomènes qui nous apparaissent dans l'espace une structure déterminée. Si nous pouvons remonter à une intuition de l'espace qui serait débarrassée du système d'axiomes dans lequel Kant l'avait enfermée, alors nous pouvons en un sens déjà sortir de la relativité de notre mode de perception, des limites de notre esprit. Nous pouvons atteindre une structure spatiale (et entendons par là : *proprement* spatiale) désubjectivée et à travers laquelle, comme vers une asymptote, nous pouvons tendre vers ce qui pourrait bien être l'espace des choses en soi. Pour hérétique qu'elle soit, cette hypothèse n'en constitue pas moins une voie possible pour la philosophie transcendantale. Aussi le reformatage helmholtzien du transcendantal prendrait-il la forme d'un déplacement : derrière notre intuition spatiale dont on admettra qu'elle est euclidienne, nous disposons d'une intuition plus fondamentale, la plus indéterminée possible, et c'est cette dernière intuition qui constitue la forme pure de l'intuition externe. Il ne s'agirait cependant pas de confondre ce niveau de transcendantalité avec celui que Heidegger saisit, à l'arrière-plan de l'« Esthétique transcendantale kantienne », comme ce qui se donne dans une « *syndosis* » pure⁵⁰ : l'intuition pure de l'espace au sens de Helmholtz ne nous est précisément pas immédiatement accessible, car nous ne pouvons l'obtenir que médiatement, en dénudant l'espace de toutes ses déterminations, ce qui ne peut se faire qu'en s'appuyant sur les développements discursifs de la géométrie. Cette intuition n'en est pas moins le fondement transcendantal ultime des axiomes géométriques,

50 Martin Heidegger, *Phänomenologische Interpretation von Kants Kritik der reine Vernunft*, op. cit., p. 135 ; trad. fr., p. 137.

puisque ceux-ci sont déterminés à partir de deux sources : cette intuition et des points archimédiens transcendants que sont les propriétés physiques de certains objets et les possibilités kinesthésiques de mon corps.

A-t-on donc accès à l'espace des choses en soi ? Pas directement, puisque l'espace constitue la forme des cercles de qualités relevant de notre intuition externe et ne peut donc pas se donner de manière différenciée, donc dans les différences de qualités qui seules constituent notre accès aux choses en soi. Encore est-il possible, en revenant à l'intuition pure de l'espace qui est transcendantale sans que les axiomes le soient, de limiter au maximum l'influence de la forme particulière de notre subjectivité sur la forme spatiale des phénomènes. Si les choses en soi ont un espace, ce dernier constitue donc la limite vers laquelle notre effort pour atteindre une intuition pure de l'espace tend asymptotiquement.

INDEX

A _____

- Agamben, Giorgio 70, 84, 85.
Angelelli, Ignacio 82.
Aristote 51, 53-56, 58, 60, 61, 73,
133, 146, 197, 359.
Audi, Paul 275-277.

B _____

- Bachelard, Gaston 243, 305-307,
311-313, 317, 321, 322, 328-330,
334.
Barsotti, Bernard 307.
Baumgarten, Alexander Gottlieb
80, 81, 91.
Benoist, Jocelyn 46, 51, 218, 219,
228, 229, 294, 296.
Bergson, Henri 234.
Bernet, Rudolf 228, 229.
Biard, Joël 57.
Biemel, Walter 33, 34.
Bitbol, Michel 17, 18, 232, 338-340,
345-458, 362.
Boltzmann, Ludwig 278-281.
Bolzano, Bernard 236, 345.
Borel, Émile 239-242.
Bouwsma, Oets Kolk 286, 288.
Brampton, Charles Kenneth 58.
Brentano, Franz 226.

C _____

- Campbell, Norman Robert 177.

- Carnap, Rudolf 216, 217, 235, 262,
264, 269-271, 273, 292-299, 305-
334.
Cavaillès, Jean 236, 239, 240.
Cavell, Stanley 303.
Conant, James 270-272.
Cohen, Hermann 193, 195, 341.
Courtine, Jean-François 79, 120.
Couturat, Louis 175.

D _____

- Dedekind, Richard 236, 237.
Desanti, Jean-Toussaint 237, 238,
257.
Descartes, René 26, 46-48, 51, 52,
55-57, 85, 111, 142, 268.
Descombes, Vincent 229.
Diamond, Cora 270, 272, 273.
Diderot, Denis 85, 87.
Duchesneau, François 146, 147.
Duhem, Pierre 164.

F _____

- Farges, Julien 214, 228-230, 235.
Ficara, Elena 84.
Fichte, Johann Gottlieb 8, 10, 12,
24, 25, 31, 32, 34, 41-43, 83, 219,
299, 339, 341-346, 352, 353, 358,
360, 361.
Fink, Eugen 29, 33, 36, 37.
Fournier, Jean-Baptiste 158, 214,
235, 262.
Friedlander, Eli 264, 265.

Friedman, Michael 159, 293, 295,
297, 305.

G

Galilei, Galileo 56, 57, 85, 105, 106,
155, 266, 230, 330, 332, 360, 361.

Genova, Anthony 146.

Gentzen, Gerhard 253.

Gilson, Étienne 54.

Gödel, Kurt 252, 254.

Grandjean, Antoine 98, 132, 150,
166, 167.

Granger, Gilles-Gaston 272, 273,
295, 296.

Grapotte, Sophie 82, 83.

H

Habermas, Jürgen 14, 108, 109,
113, 124, 125, 341, 344-346.

Hacker, Peter 265-268, 271, 272.

Hartogs, Friedrich M. 256.

Heidegger, Martin 14, 36, 47, 48,
51, 52, 65, 97, 114, 118, 119, 121,
123-125, 193, 194, 222, 223, 230,
233, 305, 354.

Heinzmann, Gerhard 240, 241,
256.

Helmholtz, Hermann von 10, 11,
15, 16, 158, 177, 191, 193-195, 197-
204, 207, 208, 210, 211, 213-222,
341.

Hilbert, David 249-254, 326.

Hinske, Norbert 72, 76, 80.

Hintikka, Jaakko 278, 281.

Hölder, Otto 177.

Honnfelder, Ludger 78, 79.

Husserl, Edmund 8, 10-17, 25-37,
45-47, 49, 51, 58-65, 97, 98, 114-
118, 120-125, 202, 214, 215, 221,
225-238, 242-248, 252, 253, 255-

257, 264, 277-279, 293, 294, 305-
334, 338, 339, 341, 346, 353, 355.

I

Ingensiep, Hans Werner 142.

K

Kafka, Franz 277.

Kant, Immanuel 7-18, 23-25, 30,
31, 34, 45-52, 57, 58, 61-65, 67-93,
97-107, 111-116, 119, 120, 123,
125, 127-143, 145-151, 157-177,
184, 185, 187-199, 202, 203, 207,
211, 212, 218, 220-223, 227, 237-
239, 242, 256, 261-268, 272, 273,
275, 277, 281, 292, 293, 301, 305-
307, 311, 315-320, 325-329, 335-
364.

Kepler, Johannes 56, 59, 60.

Kienzler, Wolfgang 288, 291.

Knoepffler, Nikolaus 70.

Krantz, David 177.

Krause, Albrecht 193.

Kuratowski, Casimir 256.

L

Leclercq, Bruno 241.

Leibniz, Gottfried Wilhelm 62, 64,
65, 133, 138-142, 144, 174, 176,
177, 187, 188.

Lequan, Mai 102, 175.

Locke, John 57, 133, 138, 146.

Luce, Duncan 177.

Lukács, Georg 67.

M

Mach, Ernst 277, 278, 280-284, 313.

Malabou, Catherine 142, 145, 146,
149, 150, 341, 349.

Meillassoux, Quentin 338-340,
345-347, 351, 353, 355-363.

Mensch, Jennifer 149.
 Moore, George Edward 266.
 Mundy, Brent 182.

N _____
 Narboux, Jean-Philippe 273.
 Natorp, Paul 227, 234, 237, 256.
 Nietzsche, Friedrich 68, 121.

O _____
 Oberhausen, Michael 139, 151.
 Ockham, Guillaume d' 53, 57, 58.

P _____
 Paccioni, Jean-Paul 81.
 Pascal, Blaise 52.
 Pears, David 265, 272.
 Perrin, Denis 286.
 Pierobon, Frank 158.
 Pinder, Tillmann 72.
 Pradelle, Dominique 51, 52, 64, 99,
 107, 119, 202, 214, 225, 229, 232,
 235, 236, 239, 246, 248-253, 256.
 Puech, Michel 76

R _____
 Rang, Bernhard 326.
 Richardson, Alan W. 293.
 Riemann, Bernhard 16, 192, 194,
 204, 205, 207, 251.
 Rivenc, François 228, 229, 240, 241.
 Rivero, Gabriel 84.
 Romano, Claude 228, 229.
 Rouilhan, Philippe de 240, 241.
 Russell, Bertrand 240, 251, 268,
 269, 298, 307, 319.

S _____
 Schiller, Friedrich von 93.

Schleiermacher, Friedrich 246,
 247, 353.
 Schopenhauer, Arthur 263, 274,
 275, 277.
 Sgarbi, Marco 82.
 Stiegler, Barbara 275.
 Sullivan, Peter 272.
 Suppes, Patrick 177.
 Swoyer, Chris 182, 183.

T _____
 Tarski, Alfred 256.
 Tengelyi, László 33.
 Thomas-Fogiel, Isabelle 344, 353,
 359, 360.
 Travis, Charles 300.
 Tversky, Amos 177.

V _____
 Vleeschauwer, Herman Jean de
 145.
 Vollrath, Ernst 80.
 Vuillemin, Jules 158, 307, 320, 322.

W _____
 Weininger, Otto 263.
 Wigner, Eugene 155.
 Wittgenstein, Ludwig 16, 17, 45,
 221, 250, 261-278, 283-293, 297-
 303, 327.
 Waismann, Friedrich 278, 292, 303.
 Wolff, Christian 80-82, 132.
 Wolff, Francis 196.
 Wubnig, Judy 146.
 Wundt, Max 76.

Z _____
 Zermelo, Ernst 239-242, 254, 256.
 Zöllner, Günter 139, 142, 145, 146,
 149.

TABLE DES MATIÈRES

Porter le transcendantal à sa limite Jean-Baptiste Fournier & Laura Tavernier	7
--	---

PREMIÈRE PARTIE

Les limites métaphysiques du transcendantal

Le transcendantal et le spéculatif Alexander Schnell.....	23
La question de l'existence du monde a-t-elle un sens ? Édouard Mehl.....	45
<i>Aufklärung</i> et <i>Philosophia transcendentalis</i> . Kant et la genèse de la problématique transcendantale Mehdi Rousset	67

DEUXIÈME PARTIE

Les limites empiriques du transcendantal

L'idée d'un transcendantal historique a-t-elle un sens ? Raphaël Authier.....	97
« Pour ainsi dire un système de l'épigenèse de la raison pure » : des catégories comme « premiers principes <i>a priori</i> spontanément pensés » Antoine Grandjean	127

TROISIÈME PARTIE

Les limites épistémologiques du transcendantal

Fonder la mathématisation de la nature : abduction ou analyse transcendantale ? Julien Tricard.....	155
Reformatages et limites empiristes du transcendantal dans la philosophie de la connaissance de Hermann von Helmholtz Jean-Baptiste Fournier.....	191
La constitution des idéalités mathématiques est-elle transcendantale ? Dominique Pradelle.....	225

392

QUATRIÈME PARTIE

Les limites historiques du transcendantal

Grammatical ou transcendantal ? Le sens du possible sans conditions Élise Marrou.....	261
Sur la contingence du donné : Carnap et Husserl Bernard Barsotti.....	305
Penser les limites, illimiter la pensée Isabelle Thomas-Fogiel.....	335
Bibliographie.....	365
Auteurs.....	381
Index.....	387
Remerciements.....	390
Table des matières.....	391