

Science et philosophie sont-elles des soeurs ennemies?

Jean-Claude Pont*

Résumé: Les rapports de la science et de la philosophie sont examinés à travers plusieurs exemples pris dans les sciences contemporaines aussi bien que dans l'histoire des sciences. On met en particulier en évidence l'importance de certains principes métaphysiques.

Abstract: The relations between science and philosophy are examined through several examples taken in contemporary sciences as well as in the history of science. We emphasize in particular the importance of some metaphysical principles.

*Ne sont-ce pas là des généralités artificielles
dans lesquelles nous faisons marcher la nature aux
allures de notre esprit? (Jean-Baptiste Biot¹).*

Propos liminaires

NOUS SOMMES RÉUNIS autour d'un nom et d'une personnalité, autour d'un homme et autour d'une oeuvre. Permettez-moi donc de dire en préambule et hors sujet deux mots de l'homme, permettez-moi aussi de rester en deçà de la vérité, de sorte à ne pas froisser cette modestie qui est chez lui toujours prête à sévir.

J'évoque pour cela un souvenir personnel. Lorsque en 1988 j'ai eu la charge d'organiser la chaire d'"Histoire et Philosophie des Sciences" nouvellement créée à l'Université de Genève, de mettre en place un enseignement et une recherche dans un pays qui avait peu de tradition en ce domaine, j'ai senti le

* Professeur, Université de Lausanne.

1 Jean-Baptiste Biot, *Mélanges scientifiques et littéraires*, T. I, Paris, 1858, p. 379.

besoin de m'entourer de compétences extérieures, de m'entourer d'appuis dont le profil de compétences correspondrait à mes propres aspirations et à la manière que je souhaitais pour cette unité nouvelle. Jacques Merleau-Ponty a été le premier renfort que j'ai sollicité et c'est ainsi qu'il assura au titre de professeur invité d'octobre 1988 à mars 1989 un cours intitulé "Interférences entre philosophie et science: exemples historiques et contemporains" Plusieurs de ses élèves l'ont suivi dans cette activité genevoise ou le suivront (Bensaude-Vincent, Chevalley, Seidengart). Par la suite il remplaça au pied levé l'un de nos professeurs pour toute une année. Le thème retenu pour ces journées est dans la droite ligne du cours auquel je faisais allusion et si j'ai choisi de m'interroger avec vous, à bâtons rompus, sur certains aspects des relations entre science et philosophie, vous comprendrez que le choix n'est pas le fait du hasard.

Introduction

Science et Philosophie sont des enfants de la même famille – on pourrait dire du même lit – mais leurs relations n'ont pas toujours été conviviales, et nombreuses les tensions et les brouilles. Jean Hamburger écrivait en 1986 dans l'introduction pour une colloque réunissant les membres de l'Académie des Sciences de Paris sur la philosophie des sciences²: "Il s'agissait d'encourager les retrouvailles de deux soeurs, autrefois intimement liées, aujourd'hui désunies: la science et la philosophie." Après avoir rappelé des temps plus heureux, il ajoutait: "Mais deux siècles plus tard, et plus encore durant ce siècle-ci, les chemins se sont séparés. C'est tout juste s'il n'y a pas bouderie." Avant d'évoquer des relations entre ces deux champs, il convient de circonscrire le sens du mot métaphysique et préciser celui que je retiendrai ici, parmi la multitude des acceptions.

Les définitions et les caractérisations de la métaphysique sont nombreuses et se recoupent incomplètement. Parmi elles, et c'est le sens de préférence utilisé dans cet exposé, la suivante³:

"Il y a "métaphysique" dès que l'esprit en quête d'unité totale se décide à combler les lacunes qu'offre le tableau "scientifique" de l'univers, grâce à un "liant" de son propre fonds, un "principe" (...) qu'il estime véritablement premier. La réflexion

² Jean Hamburger, *La philosophie des sciences aujourd'hui*, Paris, Gauthier-Villars, 1986, p. 1.

³ François Grégoire, *Les grands problèmes métaphysiques*, Paris, PUF / QSJ n° 623, 1966, p. 14.

dite “métaphysique” n’est donc que la forme la plus pure de ce goût pour l’unité qu’est essentiellement la pensée philosophique, le moment décisif où l’esprit se résout, non sans appréhension, à rechercher hors du “monde” l’explication unifiante du monde.”

J’aimerais montrer plus loin sur des exemples comment certains principes utilisés en science sont métaphysiques dans ce sens précis du terme. Une telle affirmation est désécurisante pour le scientifique, assurément; la métaphysique n’a pas bonne presse, on dénonce ses stériles spéculations. Le difficile dialogue science-philosophie est compliqué par une volonté d’impérialisme qui habite – ou est supposée habiter – les protagonistes. Il s’agit de savoir qui est le meilleur, qui voit le plus loin, le plus juste. A force de faire “comme si rien n’allait de soi”⁴, à force de se vouloir dissolvante, il est vrai, la philosophie finit par agacer. A l’inverse, le philosophe porte volontiers un jugement sévère sur une science ne visant selon lui que les applications, la domination, et oubliant l’âme.

L’une des positions extrêmes, si l’on veut l’option zéro, consiste à tenir pour nulle la part de métaphysique dans la science. Voici un exemple emprunté à A. Abragam, un important physicien de notre temps⁵:

“J’ai toujours été rebelle à la philosophie, à ses méthodes et à son vocabulaire. C’est ainsi que je n’ai jamais éprouvé le besoin de définir formellement pour moi-même les concepts d’expérience et de théorie dont est faite mon existence quotidienne de scientifique.”

Dans l’hypothèse où l’on accorde une part à la métaphysique dans l’édification de la science, la contamination, ou la fécondation – selon le point de vue – s’opère vers les commencements, quand la pensée prend son envol, quand elle se dégage du sens commun. L’envol réussi, une autonomie existe en effet, les concepts nouveaux s’enchâssent dans les anciens par des définitions libérées du commerce avec le monde. Les principes seront donc notre cible.

L’enquête – dont je propose ici une sommaire esquisse – portera sur la science contemporaine, mais aussi sur son histoire. Elle seule conserve le sou-

4 Gilles Deleuze et Félix Guattari, *Qu’est-ce que la philosophie?* Paris, Ed. de Minuit, Collection “Critique” 1991, p. 12.

5 Hamburger, *op. cit.*, p. 21.

venir du moment spéculatif où la pensée file, “non sans appréhension”, le liant de son propre fond. La science d’aujourd’hui ne se distingue guère de celle de ses ancêtres pour la structure de son évolution, sauf à croire que nous avons atteint le terme du voyage. Mais qui s’aventurerait à crier Terre?

Prenons un exemple. Le mysticisme néoplatonicien de Kepler est présent tout au long de sa carrière; faut-il écarter comme non scientifique ce contexte de l’oeuvre, bannir le somnambule? Cet épisode n’est-il pas un révélateur où laisser jouer le reflet de notre propre condition? Notre temps est-il à l’abri de ces a priori où s’est nourrie la science d’avant? Dans l’examen d’une oeuvre majeure du passé on est partagé entre admiration pour une rationalité proche de la nôtre et déception devant le mythe, la spéculation ou la divagation. C’est qu’une partie de la rationalité d’alors s’est perdue, nous est devenue étrangère, elle qui gouvernait la science quand la métaphysique lui était partie intégrante. Cette manière toute mêlée de métaphysique se serait-elle exténuée, là dans la durée, pour disparaître à jamais? Quand Einstein écrivait dans une lettre à Solovine⁶: “If we never sin against reason we cannot achieve anything”, ce péché n’est-il pas une façon d’allégeance à la métaphysique?

Les problèmes de la métalangue

Certains termes de la science sont nés dans la langue naturelle et y ont conservé des attaches. D’autres viennent d’une démarche philosophique et en sont toujours dépendant, mais la science ne les a pas examinés. Le soin que les scientifiques vouent à leurs définitions, à l’enchaînement des propositions, la rigueur que l’on voit à l’ensemble, sont-ils compatibles avec un laisser-aller généralisé de tout un pan du vocabulaire de base? Au reste, le système linguistique semble modifier la science et ne pas être innocent d’ontologie, l’individuation étant sûrement attachée à un système linguistique. Dans la mécanique quantique, devant la dissolution de l’objet classique, Bohr se pose en permanence la question⁷: comment parler d’une Nature “dont nous faisons nous-mêmes partie”, quand le langage naturel semble avoir été constitué sur une conception qui suppose l’indépendance par rapport à la réalité physique? Catherine Chevalley

6 Albert Einstein, *Lettre à Maurice Solovine*, Paris, 1956, p. 128.

7 Niels Bohr, *Physique atomique et connaissance humaine*, Paris, Gallimard, 1991, p. 81. Trad. E. Bauer et R. Omnès. Edition établie par C. Chevalley. Les citations du texte et certaines idées de ce commentaire sont empruntées à la remarquable Introduction de Catherine Chevalley.

l'a bien remarqué, la "complémentarité" permet de défaire le langage lui-même, mais à partir d'une conception "fondée sur l'idée que les mots sont autant de points de vue sur les choses et que leur simple arrangement suffit en fait à créer des fluctuations constantes de la séparation entre sujet et objet."

Face à cette situation, les scientifiques sont divisés. L'option simple, sans bourse délier, décrète la chose inintéressante, la réponse allant de soi puisque tout le monde s'accorde sur le sens de ces termes quotidiens. Ce laxisme ne laisse pas de m'étonner. Alors que la science dévoile des mondes "qui ne prolongent plus notre intuition, des mondes sans conformité avec nos habitudes de pensée quotidienne"⁸, la pensée se raccroche désespérément au passé, et c'est par les mots, anciens, qu'elle le fait, mais ces mots perdent pied devant le nouveau et l'indicible. Ils ont conservé les images grossières de leur autrefois, quand les mondes étranges auxquels on les applique ne sont peut-être pas faits pour eux⁹

En ce qui regarde l'emploi de la langue naturelle en physique, Bohr est un bon exemple: les énoncés en langue naturelle¹⁰ occupent chez lui une place essentielle; la question épistémologique est centrale et elle constitue de son avis le fond même du différend qui l'oppose à Einstein. Le vocabulaire philosophique est omniprésent et il l'emprunte clairement à l'"Erkenntnistheorie" allemande du XIX^e siècle¹¹

Je résume: la science a besoin pour s'exprimer d'un métalangage dont le vocabulaire est emprunté à la langue naturelle ou à la langue philosophique. Il paraît raisonnable de soumettre ces termes à un traitement équivalent à celui des termes proprement scientifiques.

Influence de la Weltanschauung du chercheur sur son épistémologie

La position du savant devant les grandes interrogations philosophiques exerce elle aussi une influence décisive sur son épistémologie. Le croyant admet que l'esprit est l'oeuvre de Dieu, par conséquent miroir fidèle du Monde, adapté à lui, apte à en découvrir les secrets, fusse au prix d'une longue quête. L'univers

8 Hamburger, *op. cit.*, p. 2.

9 J. Hamburger voit des séismes voisins, quoique plus discrets dans les sciences biologiques (*La raison et la passion*, Seuil, Paris, 1984).

10 Bohr (Chevalley), *op. cit.*, p. 22.

11 *Ibid.*, p. 35 et 59.

est fait pour l'homme, les dés ne sont pas pipés et Dieu ne joue pas avec eux, en un mot, l'univers est intelligible. L'épistémologie se fonde sur la religion, avec qui elle entretient des relations privilégiées, la science devient à son tour apolo-gétique. Voici des exemples de ce principe d'intelligibilité du monde.

1. Newton considère ses postulats comme certains et cette certitude a une origine métaphysique, non empirique. La dispute Newton-Leibniz porte sur la place et la nature de l'influence de Dieu dans le fonctionnement du méca-nisme qu'il a lui-même créé.

2. Descartes fonde sa fausse loi de la conservation du mouvement sur l'invariabilité de Dieu.

3. Selon Kepler, l'homme est capable de pressentiments, d'intuitions, parce qu'il a été conformé à l'image de Dieu. Dans l'*Astronomia nova* (II, chap. 14)¹² il écrit: "Les observations se rangèrent du côté de mes idées préconçues, comme souvent auparavant" Cette affirmation est l'expression explicite de l'in-telligibilité mise en nous par Dieu; il a jeté en nos âmes des semences de vérité, selon l'aphorisme préféré du grand rationalisme métaphysique.

Notons que cette croyance en l'intelligibilité de l'univers peut prendre une tournure mystique. Ou une tournure idéalistes, à l'image de la Naturphiloso-phie: "Si Kepler a découvert les lois de l'univers, c'est par une sorte de conni-vence, de parenté, de complicité avec la nature. Il n'a pas été seulement un ob-servateur, en lui la Nature a parlé."¹³

La possibilité de représenter la Nature dans notre esprit est, en dehors de l'hypothèse déiste, quasi miraculeuse, si on peut dire! La perméabilité de la Nature à l'Esprit exprime un rapport qu'Einstein et à sa suite Granger quali-fiaient "d'énigmatique"¹⁴

L'homme sort-il au contraire de la sélection naturelle, sans intervention divine, et l'on ne voit pas, dans ce contexte matérialiste, de raison pourquoi l'es-pirit serait adapté à l'univers. Comme disait GUSDORF, le retrait de Dieu impose la recherche de formes d'intelligibilité qui se justifient elles-mêmes, sans recours à la transcendance.

12 Cité dans Arthur Koestler, *Les somnambules. Essai sur l'histoire des conceptions de l'univers*, Paris, Calmann-Lévy, 1960, p. 336.

13 G. W. F. Hegel, *Les orbites des planètes*, Paris, Vrin, 1979, p. 111.

14 Voir Michel Paty, "Interprétation et construction dans le rapport des mathématiques à la physi-que", *Fundamenta Scientiae*, 10, 1989, p. 35-55.

Arrière-plan philosophiques de la science

La pratique même de la science exige du savant qu'il ait pris position, au moins dans son for intérieur, sur des questions qui relèvent de la théorie de la connaissance. Je discuterai d'abord de situations relevant de la physique et je reviendrai ensuite plus spécifiquement sur des problèmes voisins dans le domaine des mathématiques.

A. Statut ontologique des entités de la physique (leur type de présence): quel est l'être sous l'apparence, quelle est l'identité sous le changement? c'est le vieux problème présocratique. Dans les lois de conservation de la physique, y a-t-il un être qui réellement se conserve? ou est-ce une tournure linguistique répondant à une exigence avant tout grammaticale, la forme de nos langues exigeant un sujet au verbe "conserver"? Cette interrogation sur le statut ontologique des entités de la physique se présente avec une acuité particulière dans notre temps où "la matérialité des choses semble parfois se dissoudre dans des équations"¹⁵

Le débat est ancien et remonte au moins au début de notre siècle. Pour s'en convaincre il suffit de relire les mémorables pages consacrées à la force par Ernst Mach ou à la masse par Henri Poincaré. A propos de la définition des concepts fondamentaux de la mécanique, ce dernier écrivait en 1902¹⁶:

"Mais comment mesurer la force, ou la masse? Nous ne savons même pas ce que c'est. (...).

Ces difficultés sont inextricables.

(...) nous sommes acculés à la définition suivante, qui n'est qu'un aveu d'impuissance: *les masses sont des coefficients qu'il est commode d'introduire dans les calculs.*"

On pourrait dire pareil pour l'énergie¹⁷

Le statut ontologique des entités physiques nous amène à un autre thème central de l'épistémologie de la physique et de la théorie de la connaissance, à savoir la possibilité d'appliquer les mathématiques, la découverte d'Uranus par le calcul étant l'exemple canonique. On est au coeur du mystère central de la

15 Bernard d'Espagnat, *A la recherche du réel*, Paris, Gauthier-Villars, 1979, p. 11.

16 Henri Poincaré, *La science et l'hypothèse*, Paris, Flammarion/Champs, 1968. Edition originale, 1902. Les citations proviennent des pages 118 et 123.

17 Henri Poincaré, *La science et l'hypothèse*, Paris, Flammarion/Champs, 1968. Edition originale, 1902. Les citations proviennent des pages 118 et 123.

théorie de la connaissance, pourquoi l'univers est-il intelligible, quelle est la raison de cette déraisonnable adéquation de l'esprit à l'univers¹⁸? De multiples questions gravitent autour du rapport des mathématiques à la réalité; j'en évoquerai une: les mathématiques parlent-elles de l'univers? On connaît la réponse négative du positivisme logique. La thèse rivale voit dans les mathématiques le langage même de la nature. Je l'illustre par ce qui est l'un de ses arguments les plus forts et qui est associé au célèbre théorème de la célèbre Emmy Noether (1881-1935). Il fonde les principes de conservation d'une quantité physique sur l'invariance formelle des lois de la physique; il établit l'existence de réalités physiques comme l'énergie, l'impulsion, le moment cinétique. Dans le cas des transformations euclidiennes, les grandeurs conservées ont une interprétation physique immédiate. On a par ce théorème un lien inattendu entre des lois physiques et la structure de l'espace. Tout semble se passer comme si les mathématiques étaient à l'origine de l'ontologie elle-même¹⁹. On retrouve ici l'une des hypothèses "communes à toutes les ontologies naturelles traditionnelles: la permanence de l'être fondamental"²⁰. Il y aurait lieu de se pencher sur un autre aspect de l'ontologie qui a trait aux processus de mathématisation avec le problème de la parenté entre la forme mathématique et la réalité²¹.

Pour clore ce point sur le statut ontologique des entités physiques j'ajoute ceci. Le liant apporté par notre esprit dans le dessein de compléter le tableau scientifique du monde peut être un principe, une substance, parfois impondérable et/ou immatérielle telle le calorique, l'éther de fameuse mémoire, pourquoi pas la gravitation, mais aussi une fiction mathématique. Je m'attarde un instant sur l'une d'elles, le point-matériel. Le point qui intervient en mécanique est celui du mathématicien. Or ce dernier sait bien que la seule façon sérieuse d'envisager le point est celle de Hilbert, par une définition implicite: il est ce qui satisfait à des relations. Donner une masse à une relation est une rude affaire, convenons-en. Le point matériel est au sens strict une chimère. Imaginons les biologistes plaçant à la base de leur axiomatique quelque chose comme un "point vivant"!

18 Il faut peut-être rappeler ici le mémorable titre d'un article de Wigner: "The unreasonable effectiveness of mathematics", que je préférerais quant à moi transformer en "La déraisonnable adéquation de l'esprit à l'univers."

19 Pour des détails sur le théorème de Noether, voir l'excellent article d'Alain Boutot, Le pouvoir créateur des mathématiques, *La Recherche*, n° 215, novembre 1989, p. 1340-48.

20 Voir Jacques Merleau-Ponty, Sur la distinction de M. B. D'Espagnat entre "objectivité forte" et "objectivité faible", *Fundamenta Scientiae*, Vol. 8, p. 323-30, 1987, p. 329.

21 *Ibidem*.

B. Réalité: Statut ontologique des entités et problème de la réalité sont inextricablement mêlés. Peut-on faire de la science sans hypothèses sur la réalité et celles-ci ne sont-elles pas métaphysiques?²². Nous avons tendance à attribuer une cause à nos perceptions, une réalité extérieure. La science saisit-elle cette réalité? On sait les réponses de Kant et de Comte. Dans la tradition platonicienne où il s'agit de "sauver les phénomènes", on distingue entre l'astronomie (ou les mathématiques) et la physique; la première ne saisit pas l'essence des choses célestes, elle se contente d'une image²³, les hypothèses astronomiques étant des artifices destinés à rendre compte des apparences. Pour l'épistémologie réaliste, au contraire, les hypothèses sont conformes à la nature des choses. Voici un texte de Kepler qui ne laisse pas d'être clair à ce sujet²⁴:

"La troisième partie du bagage de l'astronome est la Physique. (...). On ne doit pas, en effet, laisser aux astronomes l'absolue licence de feindre n'importe quoi sans raison suffisante. Il faut que vous puissiez donner des raisons probables des hypothèses que vous prétendez être les causes véritables des apparences."

Sur la question du statut ontologique, je rappelle une pensée profonde qui me semble peu connue. Elle émane de Jean Nicod, qui écrivait vers 1925²⁵:

"Souvent, pour simplifier les lois, il faut compliquer les entités qu'elles relient; le savant ne le sait que trop bien. Il est vrai que cette divergence nous froisse et que nous tendons à l'effacer de notre rêve du monde: nous posons alors que les sens complexes qui obéissent à des lois simples recouvrent des êtres simples, dont nous n'avons aucune idée. Telle est l'énergie, telle est la matière, tel est l'intervalle de la théorie de la relativité, telles sont en général toutes les entités qui jouissent de la propriété idéalement simple d'invariance."

22 "Toute méthode scientifique implique une base métaphysique ou du moins quelques axiomes sur la nature de la réalité", écrivait Alexandre Koyré dans *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, Paris, TEL Gallimard, 1973, p. 68.

23 Pour des précisions sur cette question voir Pierre Duhem, *Essai sur la notion de théorie physique. De Platon à Galilée*, Paris, Vrin, 1990, p. 25.

24 *Ibid.*, p. 124.

25 Jean Nicod, *La géométrie dans le monde sensible*, Paris, PUF, 1962, p. 22.

Et encore à la page 33: “Y a-t-il un meilleur exemple de simplification des lois par complication des concepts?”

C. Sujet-objet: La science consiste en propositions qui portent sur l'univers et en même temps sur le sujet connaissant. La relation sujet/objet – le partage cartésien – est clairement de nature métaphysique. Dans la physique de notre temps cette relation est cruciale. Avant d'apprécier la valeur respective des différents systèmes élaborés par l'esprit, il convient d'examiner le fonctionnement de cet esprit, de déterminer dans quelle mesure il atteint la vérité. Si nous voyons les choses telles que notre tête les peint, écrivait Stendhal, il y a lieu de connaître cette tête.

Il y aurait lieu de s'arrêter dans ce chapitre consacré à l'arrière plan philosophique à la question du type d'objectivité à l'oeuvre dans la science, de manière notamment à analyser les illusions épistémologiques qui fondent parfois les idéaux scientifiques²⁶. De s'arrêter aussi aux présupposés ontologiques, à toutes les “figures ontologiques” tels l'atome ou le milieu spatial continu, la *res extensa* de Descartes. De se pencher sur un autre aspect de l'ontologie qui a trait aux processus de mathématisation avec le problème de la parenté entre la forme mathématique et réalité. Cet arrière-plan philosophique implique selon l'expression de Jacques Merleau-Ponty des engagements métaphysiques lourds.

De quelques principes métaphysiques à l'oeuvre dans la science

J'examine maintenant quelques principes engagés dans la construction de la science et qui ne sont pas strictement scientifiques. Il serait utile, je crois, de procéder à une analyse typologique et à une classification de ces principes. Je me contente d'un examen sommaire.

Principes liés au principe d'intelligibilité

Principe de simplicité

La Nature agit habituellement par les voies les plus ordinaires, les plus simples: telle est la formulation de Descartes de ce principe de simplicité.

a) Il est lié au principe d'intelligibilité: supposer la simplicité des lois c'est en effet admettre une complicité entre l'esprit et l'univers.

²⁶ Voir Merleau-Ponty, *op. cit.*, p. 327-8.

b) Il est un principe métaphysique en notre sens, soit un liant fourni par l'esprit, liant qui permet à la pensée scientifique de prendre son envol, et à l'homme de garder le moral. A la différence du principe d'inertie, par exemple, il n'est pas opératoire dans l'édification de la science.

c) Ce principe de simplicité revêt parfois un caractère purement pragmatique: nous sommes à la recherche de lois, mais nous hésitons entre de nombreuses possibilités et il n'y a pas de raison de commencer par les compliquées. L'hypothèse de simplicité de la nature est alors une simple règle méthodologique.

Ptolémée considère (4^e chapitre du livre III de l'*Almageste*²⁷) qu'il est "de beaucoup plus juste de choisir l'hypothèse des (...), qui est simple, puisqu'elle atteint le même but en admettant un et non deux mouvements." On voit bien ici le lien entre une hypothèse sur la réalité et la façon d'enquêter sur le monde.

Voici, sans commentaires, des citations qui illustrent le principe de simplicité.

"Il [Dieu] opère toujours de la manière la plus facile et la plus simple (...) il se réjouit de la simplicité et de la facilité (Galilée²⁸).

Il y a un demi-siècle, on le confessait franchement et on proclamait que la nature aime la simplicité; elle nous a donné depuis trop de démentis. Aujourd'hui on n'avoue plus cette tendance et on n'en conserve que ce qui est indispensable pour que la science ne devienne pas impossible (Poincaré²⁹).

Jusques-là, les formules compliquées qui avoisinent une formule simple étaient censées nous être imputables, l'imperfection de nos mesures masquant la simplicité essentielle de la loi. Désormais, on doit convenir que c'est la formule simple qui est de nous, forgée pour notre commodité, les choses étant, dans la nature, bien plus compliquées (Robert Blanché)."

A propos de simplicité Bachelard écrit³⁰:

27 Cité ici d'après *Avant, avec, après Copernic. La représentation de l'univers et ses conséquences cosmologiques*, XXXI^e Semaine de synthèse, 1-7 juin 1973, A. Blanchard, 1975, p. 33.

28 Lettre à Morino, cité in Paul Poupard (sous la direction de), *Galileo Galilei, 350 ans d'histoire, 1633-1983*, Tournai, Desclée International, 1983, p. 145-6.

29 Poincaré, *op. cit.*, p. 145.

30 Gaston Bachelard, *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1928, p. 93.

“Les rapports entre la simplicité et la vérité des lois naturelles ont été souvent discutés sans que souvent on ait pu définir avec précision les deux concepts qu’on prétendait réunir. La simplicité entre autres est un concept compliqué. On est moins porté que jadis à trouver dans la simplicité d’une loi une preuve de sa vérité, mais en se plaçant à un point de vue pragmatique, on préfère la moins compliquée des lois qui expliquent aussi bien un même phénomène.”

Ce que dans le même ouvrage (p. 107) Bachelard nomme la “pensée proportionaliste” relève aussi d’un quelconque principe de simplicité.

Principe de correspondance. Signatures

La mystique néoplatonicienne se fonde sur la possibilité d’une union intime et directe de l’esprit au principe fondamental de l’être. Elle exprime en quelque sorte la croyance en une harmonie des parties. En restant chez elle – Rougier disait: sans bourse délier – la pensée peut atteindre l’intelligible, les liens logiques des propositions dans les théories reflètent les liens entre les choses. Entre le dedans et le dehors, des relations s’établissent, des signes répondent aux signes. Comme l’écrit Foucault³¹, il faut que les similitudes enfouies soient signalées à la surface des choses. Le monde du similaire est un monde marqué. Il poursuit en citant Paracelse: “Ce n’est pas la volonté de Dieu que ce qu’il crée pour le bénéfice de l’homme et ce qu’il lui a donné demeure caché (...). Et même s’il a caché certaines choses, il n’a rien laissé sans signes extérieurs et visibles avec des marques spéciales.” Un exemple fort et spectaculaire de ce principe de correspondance, l’exemple emblématique, se trouve chez Kepler; il est bien connu mais il a conservé sa valeur instructive. Avant d’en donner une sommaire description, un rappel de certains grands axes de l’épistémologie képlérienne s’impose. Elle est par endroit proche de la mystique néoplatonicienne. Cette vision autorise le grand rêve des *Harmonices mundi*, qui est de dévoiler le secret de l’Univers dans une vaste synthèse de géométrie, de musique, d’astrologie et d’astronomie³². On peut semblablement aller à la découverte des causes; ainsi Kepler écrit dans son *Mysterium Cosmographicum*³³: “Et il y avait alors trois choses

31 Michel Foucault, *Les mots et les choses*, Paris, Gallimard, 1966, p. 41.

32 Voir Koestler, *op. cit.*, p. 411.

33 Jean-Pierre Verdet, *Astronomie et Physique*, Paris, Larousse/Textes essentiels, 1993, p. 310.

particulièrement dont je cherchais avec obstination pourquoi elles étaient ainsi et non pas autrement, à savoir: le nombre, la grandeur et le mouvement des orbites.” Selon l’ancienne tradition pythagoricienne dont il se réclame, les médiateurs sont la figure et le nombre. Partout existent les vestiges du rôle de la géométrie dans la formation du monde (forme des feuilles, écailles des poissons, poils des animaux terrestres et même la surface sexangulaire des flocons de neige). L’idée d’observer dans la matière des correspondances géométriques où se lit l’oeuvre de Dieu revient comme un leitmotiv chez Kepler. Je donne deux citations à l’appui de cette thèse, par ailleurs bien connue³⁴

“(…) [Il faut comprendre que], puisque Dieu a tout créé selon les normes de la quantité dans l’univers entier, une intelligence a aussi été donnée à l’homme qui soit capable de percevoir de telles choses. En effet, de même que l’oeil fut créé pour [voir] les couleurs, les oreilles pour [entendre] les sons, de même l’esprit de l’homme fut créé pour comprendre les quantités (…).

Je dis quant à moi, que Dieu lui-même, qui dans son infinie bonté ne pouvait rester oisif, a joué aux signatures des choses et a imprimé son image dans le monde. En sorte que c’est une de mes pensées que toute la nature et la splendeur céleste est symbolisée dans la géométrie.

Mais ce qui est constant, c’est qu’elle [la Terre] reproduit dans les gemmes et les minéraux les cinq corps réguliers de la géométrie. L’oeuvre, en effet, témoigne de l’ouvrier.”

Les polyèdres réguliers, encore appelés figures cosmiques ou solides platoniciens, jouissent d’une particularité exceptionnelle; ils sont exactement cinq, à la différence de leurs homologues en dimension 1, qui sont une infinité. Les planètes, elles, sont au nombre de six; la correspondance du dedans et du dehors, qui marque ici l’intelligibilité, suggère que ces figures et leurs éléments métriques s’expriment dans l’univers cosmique: c’est le fameux échafaudage de Kepler, les relations métriques des polyèdres se retrouvant dans les distances planétaires. Prenons les choses dans l’autre sens: les planètes, marques de Dieu dans le Monde par excellence, sont toutes chargées de signes; elles sont autant de symboles, dont l’autre moitié, la contrepartie est dans l’esprit. L’âme humaine

34 Johann Kepler, *L’étrenne ou la neige sexangulaire*, Paris, CNRS/Vrin, 1975. Traduction critique par Robert Halleux. La citation est tirée de l’introduction de Halleux, p. 29-30.

par son instinct géométrique a reconnu les signatures mises à son intention. Voici un texte de Kepler lui-même³⁵:

“– Pourquoi appelles-tu ces cinq [figures] les plus belles et les plus parfaites?”

– Parce qu’elles imitent l’image sphérique de Dieu autant qu’une figure formée avec le droit peut le faire, parce qu’elles ordonnent tous leurs angles dans le même volume sphérique et qu’elles peuvent être inscrites dans un tel volume; et, comme la surface sphérique est partout égale à elle-même, ainsi les faces de chacune de ces figures sont égales aux autres et toutes peuvent être inscrites dans un seul et même cercle, tous leurs angles étant égaux.”

La prescription platonicienne du mouvement circulaire des corps célestes est elle aussi l’expression d’une croyance en la correspondance entre l’esprit et l’univers. Loin d’être initiée par l’expérience, elle est le fruit d’une métaphysique particulière aux yeux de laquelle la perfection des corps célestes implique celle de la trajectoire, les perfections s’appellent et se répondent.

Le principe de correspondance présente de nombreux avatars, parmi lesquels il convient de citer celui qui sert de base aux pratiques de la magie imitative et sympathique, à savoir l’influence du semblable sur le semblable. D’une manière générale, comme le disait Blanché, à partir de l’ordre et de la connexion des idées, on retrouve l’ordre et la connexion des choses; il y a une similitude profonde, peut-être même une identité, entre les liens logiques des propositions à l’intérieur des théories, d’une part, et les liens entre les choses de l’autre.

La nature ne fait rien en vain

Le règle voulant que “la nature ne fait rien en vain” est de caractère méthodologique et exprime indirectement une vision déiste, parfois animiste et anthropomorphique: l’homme projette ses aspirations dans l’univers. D’inspiration métaphysique elle est devenue – pour la plus grande joie de l’apologétique – une loi de la physique sous la forme du principe de moindre action. A propos des axiomes de ce genre Jean-Baptiste Biot (1774-1862) écrivait³⁶: “Ne

35 Hallyn, *op. cit.*, p. 206.

36 Biot, *op. cit.*, p. 379.

sont-ce pas là des généralités artificielles dans lesquelles nous faisons marcher la nature aux allures de notre esprit?"

Les principes unitaires

Il s'agit soit de la réduction du réel à un petit nombre d'éléments, soit de la réduction de l'ensemble des forces de la nature à une force unique et primordiale, dont elles seraient les métamorphoses. Cette quête nous vient du matin de la pensée occidentale et elle est à l'origine de caractère métaphysique. La volonté en ces temps très anciens de ramener l'infinie diversité du monde à quelques éléments simples, de spéculer sur la nature profonde des choses, sur ce qui sous les apparences constitue leur principe, ne cessera pas d'étonner. Le coup de force d'Euclide parvenant à donner de la géométrie une présentation d'allure axiomatique s'inscrit dans le même projet. Dans les sciences de la vie, les premières manifestations positives de l'esprit transformiste remontent aux années 1800 et coïncident avec l'apogée du romantisme allemand et de la Naturphilosophie. Envisager le règne animal comme issu d'un ancêtre unique par transformations successives est l'expression d'un principe unitaire, proche parent de celui à l'oeuvre en chimie ou en physique.

Principes métaphysiques directement engagés dans la construction de la science

Principe d'inertie

Le principe d'inertie donne le change parce qu'il s'exprime dans le langage même de la science. On peut en faire un théorème si l'on modifie convenablement la base axiomatique de la mécanique, ce qui n'est pas vrai des principes nous venant de la théorie de la connaissance. Le principe d'inertie n'est pas vérifiable par l'expérience, même s'il traduit un passage à la limite de situations quotidiennes: où trouver un point matériel? où trouver un point matériel isolé? comment vérifier dans un univers vide la rectilinéarité du mouvement de ce point? à quelle horloge rapporter ce mouvement? Sa justification tient d'abord à la pertinence de ses conséquences lointaines, ensuite peut-être au principe de raison suffisante. Il est un liant suggéré par la nature mais affirmé par notre esprit. Comme disait Poincaré des axiomes, l'expérience nous guide dans ce choix mais ne nous l'impose pas.

Dans une typologie plus fine et plus naturelle, le principe d'inertie est à ranger dans la classe de ceux qui traduisent un passage à la limite. Je cite à ce

propos un intéressant texte du mathématicien et épistémologue Jules Tannery (1848-1910)³⁷:

“Quelques-uns d’entre eux [concepts], et notamment les concepts scientifiques, sortent d’un passage à la *limite*, dont l’étrange audace m’effraie depuis longtemps. Le mathématicien raisonne sur des points, des droites et des plans qui n’existent que dans sa pensée, sur des solides parfaits, sur des fluides parfaits; la perfection de ces solides et de ces fluides est impossible, contradictoire avec ce que nous savons de la matière. Le physicien raisonne sur des systèmes isolés; il ne peut y avoir de pareils systèmes. Le chimiste raisonne sur des corps purs; il n’y a pas de corps purs.

Tout d’abord, ces concepts nous sont assurément suggérés par des objets réels; mais nous n’y parvenons qu’en poussant jusqu’à l’infini quelque propriété que nous avons observée (...).

Dire que ces concepts limites préexistent dans notre esprit, font partie du dessein primitif qui est le résidu de la vie ancestrale, vous semblera peut-être exagéré; mais, au moins, une certaine tendance à la formation de ces concepts limites me paraît inhérente à notre pensée telle qu’elle est par elle-même (...).”

Indépendance par rapport à la position de l’observateur

Les lois de la nature ne dépendent pas de la position de l’observateur, pas plus que du moment de l’observation. Il n’y a pas d’observation, ni de situation physique qui puisse nous mener à ces deux principes ou les justifier. Ils sont peut-être, eux aussi, des rejetons lointains de l’idée de raison suffisante. Voilà des principes typiquement métaphysiques au sens entendu dans cet exposé et qui ne sont même pas suggérés par l’expérience.

Les sciences de la vie offrent elles aussi un beau champ d’investigation en ce qui regarde le recours à des postulats métaphysiques. Simplement dans les exposés de ce colloque j’en ai noté deux. A propos du sida d’abord: il faut une quantité donnée d’ennemis au genre humain (Grmek, cité par Anne Fagot-Largeault). Et puis dans la communication de Bernadette Bensaude-Vincent, l’idée d’une thérapie fondée sur la possibilité de combattre le mal par le mal.

³⁷ Jules Tannery, *Science et philosophie*, Paris, Félix Alcan, 1912, p. 53.

L'exemple de la Naturphilosophie

Le mouvement connu sous le nom de “Naturphilosophie”³⁸ contemporain et allié du romantisme allemand, offre un cas précis de symbiose entre un projet métaphysique et une recherche scientifique: une conviction métaphysique et spéculative est érigée en principe, qui illumine et conduit toute la démarche du savant. Nos esprits d’aujourd’hui sont décontenancés par les principes qui fondent la Naturphilosophie et ils le sont davantage en apprenant que des découvertes authentiques et notoires ont été réalisées sous sa bannière. Après une ère de mécanisme rigide et de mathématisation systématique, des poètes, des philosophes, des physiciens se rebellent et préconisent de renouer l’ancienne alliance avec la Nature, de lui rendre son âme, de la voir de nouveau comme un tout organique et une réalité vivante, pour y déchiffrer des messages et des symboles. L’homme ne fait qu’un avec la Nature, pour la mieux connaître, il lui faut l’aimer. Avant la découverte de la pile, Friedrich Schelling, l’un des grands-prêtres du mouvement, affirmait qu’une force, variée de différentes manières, se manifestait par la lumière, l’électricité, etc. Il avait des partisans chez les physiciens et leur programme de recherche consistait à reconnaître l’identité des forces naturelles par le biais de la spéculation et à la mettre en évidence par l’expérience. Cette grande idée de Schelling a pénétré dans la science active. Johann Wilhelm Ritter (1776-1810), que ses amis considèrent comme le génie de la nouvelle physique et qui est totalement inféodé au mouvement de la Naturphilosophie, réalise plusieurs découvertes de premier plan. Hans Christian Oersted (1777-1851), qui a étudié à fond et qui accepte les doctrines des métaphysiciens allemands, partage les convictions de son ami Ritter et sa découverte en 1820 de l’électromagnétisme il l’effectue dans le contexte de la Naturphilosophie, lui reconnaît pleinement sa dette.³⁹

38 On trouvera une brève mais précieuse présentation de la Naturphilosophie dans: Pierre Thuillier, “De la philosophie à l’électromagnétisme: le cas Oersted”, *La Recherche*, 219, mars 1990, p. 344-51.

39 Pour mesurer à sa juste valeur l’influence de la Naturphilosophie sur la découverte de l’ultraviolet ainsi que sur celle de l’électromagnétisme, il faut lire les mémoires des auteurs eux-mêmes:

Johann Wilhelm Ritter, “Expériences sur la lumière, communiquées par Oersted”, *Journal de physique, de chimie et d’histoire naturelle et des arts*, T. LVII, Frimaire, an XII (1804), p. 409-11.

Hans Christian Oersted, Considérations sur l’électromagnétisme, *Journal de physique, de chimie et d’histoire naturelle et des arts*, 93, 1821, p. 161-3.

A l’instar de tous les mouvements mystiques – je prends le terme dans un sens non péjoratif – la Naturphilosophie devait dans certains de ses aspects privilégier le nombre et y voir le médiateur par excellence entre la pensée et le monde. C’est en partie dans cette perspective qu’il convient de situer la fameuse “loi” de Titius-Bode ou la machinerie polyédrale de Kepler; leur réussite

La découverte du principe de la conservation de l'énergie, vers 1840 – la découverte du siècle comment diront certains des plus grands physiciens de l'époque – s'inscrit naturellement dans ce contexte de la Naturphilosophie. La croyance en une force sous-jacente unique, impérissable – métaphysique puisque rien n'en pouvait justifier l'existence – semble bien avoir favorisé en l'esprit des pionniers de ce principe, Mayer, Joule, von Helmholtz, le développement d'une idée capable de devenir celle de la conservation de l'énergie⁴⁰

Mathématiques et théorie de la connaissance

J'aimerais terminer cette communication par l'examen d'un cas particulièrement éclairant de collaboration entre une théorie de la connaissance et une situation mathématique, une situation où le choix de la bonne théorie de la connaissance me paraît décisif⁴¹

Une épistémologie mathématique nouvelle s'insinue timidement, souvent à l'insu des protagonistes, dans le dernier quart du XIX^e siècle. Si elle occupe presque immédiatement le terrain de la pratique du mathématicien, sa mise en examen philosophique tarde et est peut-être le fait de Schlick, puis du Cercle de Vienne. Rougier, qui est l'un des premiers en France à propager le positivisme logique, voit dans le surgissement de cette épistémologie mathématique une authentique révolution. J'emprunte à son *Traité de la connaissance* de 1955 une ca-

provisoire devait exercer en retour un effet de renforcement sur les principes qui les fondent. Les démarches de ce type sont légion; j'en citerai une; elle concerne nos deux protagonistes et a trait à une prédiction qui laisse pantois (mais, disons-le clairement, cela ne vise pas à établir une quelconque foi dans ce qui deviendra par la suite une simple superstition). Dans une lettre à Oersted du 22 mai 1803 (*Correspondance de H. C. Oersted avec divers savants*, ed. M. C. Harding, Copenhagen, 1920, p. 35-6), Ritter observe que les étapes importantes dans le domaine de l'électricité sont régies par la position de l'écliptique correspondant à une inclinaison maximale; après avoir indiqué quelques-unes de ces coïncidences, il se risque sur cette base à des pronostics. Il annonce alors de grandes découvertes en électricité pour l'année 1819 2/3 ou 1820. C'est précisément en 1820 que son correspondant Oersted découvre l'électromagnétisme. Si!

40 Pour des précisions sur les relations entre Naturphilosophie et découverte du principe de conservation de l'énergie, voir : Thomas S. Kuhn, "Energy Conservation As Simultaneous Discovery", in *Critical problems in the history of science*, edited by Marshall Clagett, Madison, The University of Wisconsin Press, 1962, p. 321-57.

41 On trouvera dans la dernière partie de cette communication des idées développées dans un exposé fait au Colloque "Histoire et Philosophie de l'Axiomatique", organisé à Zinal (Suisse) par les Universités de Genève et de Nantes du 15 au 20 septembre 1997.

ractérisation de ce qu'il nomme l'ancienne, respectivement la nouvelle théorie de la connaissance:

“Au cours du XIX^e siècle et dans la première moitié du XX^e s'est opérée une révolution profonde dans la théorie de la connaissance grâce aux géomètres, aux algébristes, aux physiciens, aux logisticiens, à l'insu ou à l'encontre des philosophes professionnels. Cette révolution a consisté dans une transformation totale de l'idée que les Philosophes-géomètres de la Grèce, les Scolastiques, les Rationalistes de l'âge classique, les Criticistes, les Idéalistes s'étaient fait de la distinction entre les vérités formelles et les vérités empiriques, entre les mathématiques et les sciences de la nature. Elle a abouti à la ruine totale de la croyance en l'existence de vérités synthétiques a priori, inconditionnellement nécessaires, indépendantes de toute expérience, que nous saisissons par une faculté sui generis, la raison, distincte de l'entendement empirique.⁴²

La théorie classique de la connaissance: consistait à distinguer deux sortes de connaissances: les connaissances rationnelles, qui étaient *a priori*, universelles et nécessaires, fondées sur des principes évidents par eux-mêmes; et les vérités empiriques, *a posteriori*, singulières, révisibles et contingentes, fondées sur l'observation et l'expérience. (...)

Les Rationalistes envisagent les sciences déductives comme des systèmes de propositions apodictiquement nécessaires, qui reposent sur des notions indéfinissables et sur des propositions indémonstrables par nature, mais qui s'imposent à notre esprit en vertu de leur évidence. La démonstration propage la certitude des principes propres de la théorie à leurs conséquences les plus éloignées.⁴³

(...) non seulement les principes sont vrais par eux-mêmes, mais on prend conscience de cette nécessité dès qu'on en appréhende les termes. Ainsi les principes des sciences déductives sont des propositions évidentes immédiatement et par eux-mêmes [sic] et naturellement connues, parce que la lumière na-

42 Louis Rougier, *Traité de la connaissance*, Paris, Gauthier-Villars, 1955, préface.

43 *Ibid.*, p. 309-10.

turelle de notre raison, sitôt qu'elle s'applique à leurs termes, en aperçoit la convenance."⁴⁴

Les lignes suivantes, empruntées à un article d'Henri Cartan, illustrent bien le passage d'une épistémologie à l'autre⁴⁵:

“Effectivement, on a cru longtemps qu'il y avait, en mathématiques, des êtres préexistants auxquels venaient s'appliquer les calculs de la logique, mais situés eux-mêmes en dehors de la logique à laquelle ils seraient irréductibles; et il semble bien que cela ait été l'opinion de Hilbert lui-même. Or nous allons montrer, à la suite de J. Dieudonné, que cette croyance doit être abandonnée: une théorie mathématique n'est pas autre chose qu'une théorie logique déterminée par un système d'axiomes [c'est-à-dire de relations construites à partir des relations élémentaires, et posées comme vraies]; les êtres de la théorie sont définis *ipso facto* par le système d'axiomes, qui engendre en quelque sorte le matériel auquel vont pouvoir s'appliquer les propositions vraies.”

Robert Blanché résume avec beaucoup d'à-propos les éléments du problème qui nous retient⁴⁶:

“On voit alors se dissocier les deux aspects de la vérité géométrique, jusque-là intimement mêlés dans une union étonnante. Un théorème de géométrie était à la fois un renseignement sur les choses et une construction de l'esprit, une loi physique et une pièce d'un système logique, une vérité de fait et une vérité de raison.”

La révolution annoncée par ces citations est le fait de quelques événements majeurs de la pensée mathématique du XIX^e siècle. La caractéristique commune à ces événements est constituée par l'impression d'étrangeté produite

44 *Ibid.*, p. 318.

45 Henri Cartan, “Sur les fondements logique des mathématiques”, *La Revue scientifique*, 81^e année, janvier 1943, p. 1-11, p. 8.

46 Robert Blanché, *L'axiomatique*, Paris, PUF, 1970, p. 14.

par des entités, qu'une mathématique par ailleurs classique se voyait contrainte de proposer, bien que leur statut ontologique lui en demeurât caché. A n'en pas douter, ces travaux marquent la ligne de partage entre deux théories de la connaissance et subséquemment entre deux épistémologies des mathématiques. On peut au reste se demander si l'intégration de cette épistémologie au paysage mental des mathématiciens est bien réalisée aujourd'hui. Son ignorance, sa méconnaissance plus tard est selon moi à l'origine de malentendus graves – en particulier chez les enseignants – malentendus qui empêchent une saine compréhension du statut et de la nature de la géométrie. Comme l'écrit encore Rougier⁴⁷:

“Une fois posées les conventions initiales qui donnent naissance aux entités mathématiques (...) notre esprit découvre après coup que ces nombres, que ces figures, qu'il croyait connaître parfaitement du fait même de leur avoir donné l'être par convention, présentent des propriétés imprévues qu'il n'arrive pas à rattacher d'emblée aux conventions premières qui constituent leur état civil. Nous éprouvons alors le sentiment d'étrangeté de la poule qui vient de couvrir un canard.”

Exemples du Grand Malentendu

Voici un texte de Joseph Fourier (1768-1830) exemplaire de l'ancienne épistémologie de la Géométrie; mais les exemples de ce genre sont légion et on les rencontre chez les plus grands:

“On ne peut se dispenser de fonder la démonstration sur des propositions antérieures non démontrées. C'est le propre de toute démonstration. La question consiste à n'admettre comme propositions antérieures que celles qui sont évidentes d'elles-mêmes et dérivent évidemment de notions communes. (...). La géométrie ou la science de l'espace est une science physique qui suppose la notion de l'espace et la connaissance de ses propriétés telle que la donne à tous les hommes une expérience constante.

On ne peut se dispenser d'établir la géométrie et la mécanique sur des propositions non démontrées mais que l'on con-

⁴⁷ Rougier, *op. cit.*, p. 343.



compréhension. Deux paradigmes différents administrent ces deux mondes. La géométrie du monde sensible, géo-métrie à proprement parler, est sous la dépendance d'une épistémologie de l'évidence, alors qu'une épistémologie de la consistance régit la géométrie abstraite. La cohabitation inanalysée de ces paradigmes depuis le temps d'Euclide est un fait très curieux de l'histoire de la pensée.

Dans l'exemples précédent nous avons rencontré un savant tout entier gouverné par la théorie classique de la connaissance, un savant que la possibilité d'une épistémologie différente pour la géométrie n'avait pas effleuré, un savant pour qui les entités de la géométrie disent fidèlement l'être du monde. Puis, vers le début du XIX^e siècle et pour des raisons que nous connaissons mal, apparaît une tendance nouvelle qui exige des démonstrations de l'analyse qu'elles soient, selon le mot de l'époque, analytiques.

Pour l'épistémologie de l'évidence, les axiomes sont l'expression dans le monde des signes de propriétés dont on a une conscience immédiate. La vérité de l'axiome réside en son évidence. Puis la pensée mathématique voit fleurir des objets qui, dans leur généralité abstraite, ne sont plus à même de bénéficier d'un fondement existentiel extérieur à elle. Partout l'intuition – du moins le croit-on – est battue en brèche. Si les entités du géomètre ne sont plus le reflet d'objets du monde sensible, si leur existence ne s'impose pas à nous par un signe venant du dehors, il convient de leur trouver un statut différent. Comme le notait Gusdorf dans un autre contexte: le foyer de toute vérité à partir duquel s'opère la propagation de la certitude a été déplacé.