

Mathématiques et physique chez Wittgenstein

Michel Bitbol

in : E. Rigal (ed.), *Wittgenstein et les mathématiques*, T.E.R., 2004

Mon propos, dans cet article, n'est pas d'intervenir à propos de la philosophie des mathématiques de Wittgenstein, dont je ne suis pas spécialiste, mais de faire quelques remarques sur les rapports entre la conception wittgensteinienne des mathématiques et la *philosophie contemporaine de la physique*.

Normes et descriptions

La première remarque portera sur la différence entre les propositions mathématiques et les propositions factuelles. A première vue, la mise en place d'une distinction radicale entre ces deux sortes de propositions est un trait distinctif incontournable de la philosophie des mathématiques de Wittgenstein. Dans la conclusion à son livre *Le pays des possibles*, Jacques Bouveresse souligne à juste titre que si l'on ne garde pas cette distinction en tête, on ne peut même pas comprendre l'insistance de Wittgenstein sur le gouffre conceptuel qui persiste entre conjecture et démonstration. C'est la démonstration et elle seule qui confère son sens à la proposition démontrée, alors que la conjecture n'est, explique Wittgenstein, qu'«(...) un poteau indicateur pour la recherche mathématique, une incitation à des constructions

mathématiques»¹. Si en mathématiques une proposition n'a pas de sens indépendamment de la procédure de démonstration qui est susceptible d'y conduire, alors en aucun cas on ne peut dire que la conjecture et la démonstration pointent vers un même «fait» préexistant; en aucun cas on ne peut affirmer que la conjecture est une proposition énonçant par avance un fait que la démonstration se chargera d'établir. Seule une analogie incorrecte (liée à l'emploi du langage courant) avec la stratégie des sciences de la nature, qui sont réputées avoir pour objet des «faits» naturels, tend à nous le faire croire.

Le fossé entre les propositions des sciences de la nature et les propositions mathématiques s'élargit encore lorsqu'il est question de leur statut respectif. Les propositions des sciences de la nature assertent quelque chose qui pourrait être faux; elles ont un caractère hypothétique. Les propositions mathématiques étant pour leur part des *règles* qui conditionnent la forme de tout ce que nous pouvons affirmer à propos de ce qui tombe dans leur domaine de possibilité, elles restent fonctionnellement à l'abri de la remise en question. La sensibilité à la réfutation des premières apparaît s'opposer à l'immunité statutaire des secondes.

Pourtant, et c'est cela que je voudrais montrer à présent, la distance entre les deux sortes de propositions peut aisément être réduite. Elle peut l'être sans aucunement remettre en cause la critique wittgensteinienne du platonisme mathématique, pour peu que l'on consente à rapprocher dans une certaine mesure les propositions physiques des propositions

¹ L. Wittgenstein, *Philosophische Grammatik*, B. Blackwell, 1969, p. 371; Trad. Fr. M-A. Lescourret, Gallimard 1980; cité par J. Bouveresse, *Le pays des possibles*, Minuit, 1988, p. 196

mathématiques telles que les conçoit Wittgenstein, et non pas l'inverse. Commençons donc par nous livrer à un examen critique et atténuateur du caractère hypothétique des propositions des sciences de la nature. Il est vrai que dans son texte supposé le plus proche du vérificationnisme, à savoir les *Remarques philosophiques*, Wittgenstein assimile au paragraphe 225 la proposition à une *hypothèse* couplée à la réalité de plus ou moins près. Mais justement, il précise au paragraphe 227 que «l'hypothèse se trouve liée à la réalité par un lien plus lâche que celui de la vérification», et cela a pour conséquence que «(...) on ne renonce à l'hypothèse que pour quelque chose d'un prix encore plus élevé»². Autrement dit, pour Wittgenstein, comme pour Lakatos par la suite, les propositions des sciences de la nature sont plus résistantes à l'épreuve de l'expérience qu'on était porté à le croire dans l'ambiance du positivisme logique, et plus quoi qu'il en soit que ne le laissent entendre les connotations courantes du mot «hypothèse».

L'une des raisons de cette résistance est évidente: c'est la solidarité holistique de ces propositions. «Ce n'est pas la proposition que je juxtapose à la réalité comme un étalon de mesure, mais le *système* des propositions», écrit Wittgenstein au paragraphe 82 des *Remarques*³. De même, on lit au paragraphe 141 du *De la certitude*, que «Si nous commençons à croire quelque chose, ce n'est pas une proposition isolée mais un *système* entier de propositions»⁴. Dans ce système, il y a des éléments plus ou moins mobiles et fragiles, et d'autres rendus plus ou moins fixes et solides en vertu de leur position axiale dans

² L. Wittgenstein, *Remarques philosophiques*, Gallimard, 1975, p. 271

³ *ibid* p. 107

⁴ L. Wittgenstein, *De la certitude*, Gallimard, 1976, p. 57

le mouvement de l'ensemble systémique; mais d'une part aucune remise en cause ne peut se faire sans impliquer de quelque manière le système entier, et d'autre part aucun élément n'est constitutivement, ou essentiellement, intangible. La question, pour juger de la possibilité d'une modification donnée, est seulement de savoir quelle fraction, plus ou moins importante, du système est engagé par elle.

Il semble à partir de là que ce ne soit qu'à travers l'évaluation de ce *degré* d'engagement que Wittgenstein maintient une différence entre les propositions qui relèvent de la physique et celles qui relèvent des mathématiques. Les propositions mathématiques consistent certes en des *normes* régissant la description et non pas en autant de descriptions, ce qui apparaît les éloigner des propositions empiriques de la physique. Mais certaines lois physiques, comme les lois de la mécanique de Hertz, demande Wittgenstein⁵, ne sont-elles pas *aussi* des normes de description, et non pas des descriptions? Hertz n'affirme-t-il pas dès le départ de son traité de mécanique que toute déviation apparente par rapport à ses lois devra être considérée comme due à des masses cachées, ce qui fait bien de telles lois des normes pour la procédure de recherche des masses cachées? Seul le *degré* de remise en cause qu'il faudrait faire subir au système des croyances dans le cas d'une altération de certaines propositions mathématiques serait plus grand que dans le cas d'une altération des lois de la mécanique de Hertz.

La position de Wittgenstein ne peut pas pour autant être assimilée à celle de Quine, qui a tiré l'ultime conséquence

⁵ L. Wittgenstein, *Wittgenstein's lectures, 1932-35*, A. Ambrose (ed.), B. Blackwell, p. 16; cité par J. Bouveresse, *La force de la règle*, Minuit, 1987 p. 168

des réflexions précédentes en allant jusqu'à mettre en cause la distinction entre nécessité et contingence, entre analytique et synthétique, entre norme et description. Il faut en effet admettre avec J. Bouveresse que Wittgenstein a *de facto* reconnu quelque chose de plus qu'une simple différence de degré d'intégration holistique entre les propositions mathématiques et les propositions de la physique⁶. L'explication de cette attitude réservée de Wittgenstein face à la figure doctrinale dont Quine se fera le défenseur est sans doute qu'il avait conscience de ce que l'absence de raison d'*hypostasier* le caractère de nécessité des propositions mathématiques n'implique pas l'absence de *fonction* intra-systémique d'une différence entre elles et les propositions empiriques, qui soit conçue comme davantage qu'une simple question de degré.

Opérations et faits

La seconde manière que nous avons de réduire l'écart entre propositions physiques et propositions mathématiques, en rapprochant les premières des secondes plutôt que l'inverse, est de nous attaquer au concept de «fait». L'idée d'une pré-constitution du contenu factuel de la connaissance empirique, la position privilégiée attribuée par certains cercles du positivisme logique aux énoncés observationnels, ont été placés depuis longtemps, au moins depuis Popper, sous le feu de la critique. Mais cette critique reste partielle aussi longtemps qu'elle se borne à souligner la charge théorique des faits (en anglais «theory-ladenness»); car rien

⁶ L. Wittgenstein, *Wittgenstein's lectures, 1932-35*, op. cit. p. 69; J. Bouveresse, *La force de la règle*, op. cit. p. 147.

n'empêche de comprendre par là que ce qu'il est convenu d'appeler des «faits» dans les sciences de la nature résulte de la surinterprétation théorique d'un authentique matériau empirique brut «donné», aussi élémentaire ou atomique qu'on le désire, et qui reste le fond solide de la recherche dans les sciences de la nature. Or, la réflexion sur la mécanique quantique, et en particulier le courant de réflexion qui s'est inscrit à la suite de Bohr et de son concept holistique de «phénomène», nous suggère d'aller plus loin. Elle nous incite à considérer que le matériau empirique lui-même est à fois défini et co-constitué par un fonctionnement instrumental dont l'agencement est déterminé par la théorie à tester. La situation où l'instrument n'est autre que l'un de nos organes des sens rentre elle-même dans ce cadre, pour peu qu'on substitue à la détermination de l'agencement de l'instrument par la théorie à tester, la détermination de l'agencement de l'organe des sens par la condition (darwinienne) de viabilité antérieure de l'ensemble organique auquel il appartient. Andrew Pickering, dans son essai récent intitulé *The mangle of practice*⁷, va jusqu'au bout de ce processus de dé-réification du «fait». Pour lui, la recherche scientifique ne consiste pas à élaborer des théories conjecturalement aptes à s'inscrire dans un réseau pré-existant de contraintes révélées par l'expérience; elle revient plutôt à mettre en oeuvre une dialectique impliquant d'une part des pratiques opératoires guidées par une théorie, et d'autre part des résistances *émergentes*, c'est-à-dire des résistances à la fois définies et co-produites par ces pratiques. A partir de là, bien des leçons

⁷ A. Pickering, *The mangle of practice*, The University of Chicago Press, 1995

qu'on a tirées de la philosophie wittgensteinienne des mathématiques peuvent être transposées presque telles quelles au cas des sciences de la nature. Prenons un exemple. J. Bouveresse indique que, selon Wittgenstein, «La connexion qui existe entre les propositions arithmétiques et la réalité est quelque chose qui (...) peut seulement se montrer dans (leur) application et qu'il n'est par conséquent pas question de décrire en termes de comparaison avec des faits accessibles d'un point de vue complètement extérieur à la pratique du jeu de langage (correspondant)»⁸. Un équivalent parfaitement acceptable de cette affirmation pour les sciences de la nature, serait que «La connexion qui existe entre les théories physiques et la réalité est quelque chose qui (...) peut seulement se montrer à travers les plans de fonctionnement instrumentaux qu'elles conduisent à adopter et à travers le résultat des opérations qu'elles conduisent à effectuer, et il n'est par conséquent pas question de décrire cette connexion en termes de comparaison avec des faits accessibles d'un point de vue complètement extérieur à la pratique du jeu opératoire correspondant». Le maintien d'une dichotomie entre le «fait» et la norme théorique, en dépit de sa dissolution épistémologique, pourrait cependant se justifier en physique par une raison du même ordre que celle qui avait conduit Wittgenstein à maintenir une dichotomie effective, bien que non essentielle, entre contingence des propositions empiriques et nécessité des propositions mathématiques. Car refuser d'hypostasier le «fait», refuser de lui accorder une existence autonome d'un point de vue complètement extérieur à la pratique des jeux opératoires ou des jeux de langage concernés,

⁸ J. Bouveresse, *La force de la règle*, op. cit. p. 142

n'implique pas que son individualisation et sa distinction vis-à-vis des principes qui guident les pratiques n'ait aucun rôle à jouer dans leur bon déroulement, ou aucune *fonction* heuristique à remplir.

Dans un ordre d'idée voisin, l'habituelle distinction entre propositions de la physique essentiellement descriptives et propositions mathématiques servant de norme et de guide pour des opérations pouvant conduire à une description, s'atténue considérablement si l'on admet ceci: à proprement parler les propositions de la physique théorique ne décrivent *rien*, c'est-à-dire rien de *préexistant*; elles opèrent comme guides normatifs pour les pratiques opératoires de l'intérieur desquelles surgissent les phénomènes auxquelles elles sont confrontées. Cette assimilation des propositions en général, aussi bien celles des sciences empiriques que de celles des mathématiques, à un guide d'activité, n'était sans doute pas étrangère à Wittgenstein. J'en donnerai comme indice une phrase du paragraphe 113 de la *Grammaire philosophique*: «En quel sens puis-je dire que la proposition est une image? Quand j'y réfléchis, j'ai envie de dire: elle doit être une image pour me montrer ce que j'ai à *faire*; pour que je puisse me guider d'après elle». Ainsi la conception descriptive, et pour ainsi dire figurative, de la proposition, que véhiculait le *Tractatus*, est-elle métamorphosée à l'époque de la *Grammaire philosophique* en une conception aux connotations pragmatistes qui s'applique aussi bien au langage ordinaire et aux sciences expérimentales qu'aux mathématiques. Tout au plus doit-on maintenir une distinction franche entre propositions mathématiques et propositions physiques sur un autre plan, en soulignant que la proposition mathématique guide la pratique

symbolique disciplinée du calcul, de la déduction ou de la démonstration, tandis que la proposition physique guide la pratique opératoire disciplinée des préparations expérimentales, de la conception des instruments de mesure, ou des applications technologiques. On soupçonne à partir de là que l'un des rôles importants joués par les mathématiques dans les sciences physiques pourrait bien être d'offrir une traduction symbolique de l'ensemble coordonné des gestes effectués au laboratoire, de traduire la discipline opératoires en une discipline computationnelle, et de l'explicitier ainsi en une véritable rationalité procédurale.

Wittgenstein et la physique quantique

Il est temps à présent d'interroger directement les textes de Wittgenstein, pour savoir ce que lui-même pensait des rapports entre sa conception des mathématiques et les problèmes de la physique de son temps. Les indications à ce sujet sont assez rares et éparses, mais très riches. La première indication que j'ai relevée se trouve au paragraphe 225 des *Remarques philosophiques*: «Les vues des physiciens contemporains (tels Eddington) concordent tout à fait avec les miennes lorsqu'ils disent que dans leurs équations les signes n'ont plus de signification (n'ont plus de référence), et que la physique ne peut déboucher sur de telles significations mais doit en rester au niveau des signes»⁹. Ici, Wittgenstein semble accepter que sa mise en garde contre la tentation de considérer que les propositions mathématiques renvoient à des «faits» d'un genre particulier et les symboles mathématiques à

⁹ L. Wittgenstein, *Remarques philosophiques*, op. cit. p. 270

des objets d'un univers platonicien, puisse s'étendre à la physique et à ses prétentions ontologiques traditionnelles. Très vite, cependant, il ajoute un important correctif: «A vrai dire (les physiciens contemporains) ne voient pas que ces signes ont une signification dans la mesure où (...) le phénomène observé de façon immédiate leur correspond ou ne leur correspond pas». Wittgenstein approuve en somme l'idée que les signes qui interviennent dans le symbolisme des théories physiques n'aient pas de référent transcendant, mais ils les distinguent des signes intervenant en mathématiques *stricto sensu* en affirmant qu'eux au moins ont une signification qui leur est conférée par leur rapport à des phénomènes. Pour lui, les considérations d'esprit bohrien des physiciens du début des années 1930 sur le caractère purement symbolique et non référentiel du formalisme de la théorie quantique se bornent à un constat d'immanence qu'il ne peut qu'approuver; celui selon lequel: «le phénomène n'est pas le symptôme d'autre chose, il est la réalité»¹⁰.

Le problème est qu'on n'a là affaire qu'à une demi-reconnaissance des conséquences de la réflexion des créateurs de la mécanique quantique; car, ainsi que je l'ai remarqué précédemment, même ce qu'on aimerait appeler «la matière pure du phénomène observé de façon immédiate» n'est pas indépendante du projet théorique d'investigation incarné par l'instrument qui définit et co-constitue le phénomène. A partir du moment où l'on reconnaît cela, on peut aller beaucoup plus loin que n'a pensé pouvoir le faire Wittgenstein dans le parallèle entre les mathématiques et la physique. Tout ce que Wittgenstein a indiqué au sujet du lien entre la proposition

¹⁰ *ibid.*

mathématique et le système déductif entier auquel appartient la démonstration qui y conduit, peut se dire du lien entre la proposition physique et le système opératoire et formel entier dont dépendent les phénomènes auxquels on la confronte.

S'il a peut-être été timide, du moins selon moi, dans l'analyse des enseignements de la mécanique quantique, Wittgenstein a parfaitement vu que sa spécificité ne tenait pas tant au caractère purement symbolique que lui attribuaient les physiciens dans les années 1930 à la suite de Bohr, mais au fait que ce caractère symbolique était simplement plus manifeste dans ce cas qu'en physique classique. Un court paragraphe à la fin du point 6 de l'appendice à la *Grammaire philosophique* est éclairant sur ce point: «Imaginer qu'on ait inventé de faire jouer aux échecs non pas sur un échiquier mais avec des chiffres et des lettres (...) Mais maintenant, quelqu'un aurait découvert que ce jeu correspond parfaitement à un jeu que l'on peut jouer sur un échiquier (...). Cette découverte aurait grandement facilité le jeu (...). Mais il est clair que cette nouvelle illustration des règles du jeu ne serait qu'un nouveau symbolisme plus facile à dominer (...). Comparer maintenant cela à ce qu'on dit sur la physique, qui aujourd'hui ne travaille plus avec des modèles mécaniques, mais uniquement 'sur des symboles'»¹¹. Ainsi, pour Wittgenstein, une physique qui emploie des modèles mécaniques, comme c'était souvent le cas au dix-neuvième siècle, est en droit aussi symbolique que la physique quantique; seul le type de symbole change. Ni dans l'un ni dans l'autre des cas on ne doit penser qu'une proposition physique a un référent

¹¹ L. Wittgenstein, *Grammaire philosophique*, op. cit. p. 228

transcendant, même si la physique du dix-neuvième siècle rendait particulièrement tentant de le croire, parce qu'on pouvait au moins se *représenter* ce référent putatif sous les traits du modèle mécanique employé.

Critique ontologique

Une autre remarque que je voudrais faire porte sur des passages où Wittgenstein ne parle certes pas de physique, mais où il fournit des éclairages d'une précision surprenante sur des problèmes cruciaux auxquels ne cessent de se heurter les physiciens contemporains. Un exemple est le problème des «particules indiscernables», que Wittgenstein traite en quelques phrases brillantes du point 2 de l'appendice à la *Grammaire philosophique*, sans jamais le désigner explicitement. «(L)e sens (d'un nom), écrit-il, changera suivant le critère qui nous dira si cet objet est celui que j'avais appelé N auparavant». Wittgenstein s'en tient ici à son orientation qui consiste non pas à affirmer platement (comme un empiriste ou un vérificationniste caricatural) que la signification d'une expression se *confond* avec celles des expressions qui permettent d'en donner des critères de vérification, mais que sans ces critères une telle expression n'aurait pas de signification, et que par conséquent sa signification *dépend* de ces critères. En l'occurrence, la signification du nom dépend des critères de réidentification de l'objet nommé. L'application au cas de figure, apparemment arbitraire mais désormais familier en physique quantique, où manquent les critères de réidentification, ne se fait pas attendre: «Si nous donnons des noms à des objets spatiaux, notre usage de ces noms repose sur le critère de l'identité, critère qui a pour présupposé la continuité du

mouvement des corps et leur impénétrabilité. Si avec A et B je pouvais faire les mêmes choses qu'avec leurs ombres sur le mur, des deux corps n'en faire qu'un, puis deux à nouveau, il serait absurde après cela de se demander *lequel est A et lequel est B*». Autrement dit, sans critères de réidentification, la possibilité même de dénommer fait défaut. Cette prise de position n'est pas sans intérêt dans le débat actuel qui oppose: (a) des philosophes de la physique quantique pour lesquels il n'est pas incorrect de traiter le cas des particules indiscernables en commençant par les nommer de façon distincte puis en décomptant des termes de permutation, et (b) d'autres philosophes qui soulignent au contraire qu'en général les conditions mêmes de l'acte de dénomination manquent, et qu'il est donc incorrect d'essayer d'instancier les genres "électron, proton, quark u, etc." par des individus¹². Au travers de ses phrases précédentes, Wittgenstein nous fait pencher vers les seconds. Et il ne fait que nous confirmer dans un tel choix, en soulignant qu'«On ne doit pas confondre la question 'quel objet satisfait f' avec la question 'quel *genre* d'objet etc.'. (...) Ainsi, demander 'quelle tache rouge vois-tu?' peut n'avoir pas de sens, mais demander 'quel *genre* de tache rouge vois-tu (une ronde, ou une carrée etc.)' en a»¹³. Souvent, en physique microscopique, cela n'a pas de sens de demander quelle particule est impliquée dans une réaction, en raison de l'absence principielle de procédure d'identification. Mais cela a toujours un sens de demander quel *genre* (bosonique ou fermionique, protonique ou électronique, etc.) est

¹² M. Bitbol, *Mécanique quantique, une introduction philosophique*, Champs-Flammarion, 1997, §4-3-2, 4-4-2; M. Bitbol, *L'aveuglante proximité du réel*, Champs-Flammarion, 1998, chapitre 5

¹³ L. Wittgenstein, *Grammaire philosophique*, op. cit. p. 210

intervenu dans un processus; car cette question admet une possibilité de réponse sans équivoque à travers la donnée des valeurs mesurées d'une liste d'«observables supersélectives».

Au total, ce contre quoi Wittgenstein nous met en garde, c'est contre la tentation de nous en sortir à peu de frais dans la philosophie de la physique contemporaine en continuant à utiliser les modes familiers d'expression, que ce soit (à la manière de la plupart des physiciens) au prix d'adaptations mineures de la terminologie et d'une fragmentation de son domaine d'exercice, ou bien (à la manière des théoriciens à variables cachées) au prix d'une dissociation entre les jeux de langage et les critères opératoires de leur emploi. «(...) La vieille logique, écrit-il, comporte bien plus de conventions et de physique qu'on ne l'aurait cru. Si le substantif est le nom d'un corps, si le verbe est la désignation d'un mouvement, si l'adjectif sert à la description de la propriété d'un corps, on voit bien à quel point cette logique est pleine de présupposés (...)»¹⁴. Ce sont ces présupposés qu'il faut accepter de mettre entre parenthèses, du moins dans le domaine *spécifique* (microscopique) de validité du formalisme prédictif de la théorie quantique. Ce sont eux également que la plupart des stratégies interprétatives de la physique quantique ont laissé plus ou moins intouchés. Même l'approche inspirée de la logique quantique est très en-deçà de ce que cette mise en cause globale suggère; car elle ne fait au fond que modifier les règles de la procédure de *prédication*. A côté de cela, elle ne met guère en cause la connotation même de science du *mouvement*, véhiculée par le mot «mécanique» qui continue à être associé à

¹⁴ *ibid.*

«quantique» pour désigner l'actuelle théorie-cadre de la physique. Et l'usage des substantifs semble être, pour bien des partisans de la logique quantique, ce qu'il faut préserver à tout prix.

En conclusion, je voudrais souligner qu'une philosophie de la physique d'esprit wittgensteinien reste à mettre au point; mais sa physionomie, comme j'ai essayé de le montrer, est assez facile à entrevoir. Elle combinerait un intérêt soutenu pour les *pratiques* qui conditionnent les énoncés, diagrammes, et essais de représentations théoriques, avec une grande radicalité dans la critique ontologique.