
Sciences de la nature et nature du réel scientifique

Dans l'ordre de l'Être, de ce qui est réel, l'être réel se désigne pour l'homme d'action comme ce qui, dans le présent, lui résiste avec insistance et qui s'oppose aux rêves, à l'idéal, au devoir-être, aux possibilités d'être autrement. Pour l'homme connaissant, réfléchi, le réel se désigne comme ce qui a une certaine permanence par-delà les apparences, les manifestations phénoménales illusoire ou instables qui sont relatives à sa sensibilité.

Le réel scientifique, corrélat de la pensée scientifique, se situe sur l'axe de cette opposition au relatif, aux apparences, aux données sensibles subjectives. Il se caractérise positivement comme produit de la quête de l'absolu opposé au relatif, de la quête de l'objectivité opposée à la subjectivité, de l'intelligible opposé au sensible.

Mais, caractérisé ainsi, il ne se distingue pas suffisamment du réel visé par une pensée philosophique qui, précisément, viserait par de-là les manifestations sensibles des choses, des objets, l'être en soi de ces choses ou de ces objets en leur fondement essentiel.

Pour assurer cette distinction, il faut préciser ce que recouvrent ces caractéristiques en indiquant la façon dont procède la pensée scientifique pour déterminer, définir un réel pour qu'il acquiert un statut « scientifique ».

Pour ce faire, le modèle épistémologique privilégié de la pensée scientifique est la physique ou, plus récemment, la chimie. Pourquoi ? D'une part, l'une et l'autre ont acquis depuis longtemps leur autonomie vis-à-vis de la philosophie. D'autre part, leurs méthodes d'objectivation des phénomènes de la nature offrent une telle garantie de vérité de leurs représentations théoriques du réel physique qu'il semble difficile, – sauf à se lancer dans une métaphysique aventureuse, – d'en limiter ontologiquement leur compréhension de ce réel.

En précisant le cadre fondamental, le « référentiel » ou la « matrice intellectuelle » de la physique comme science, on constatera, d'une part, son opposition au « référentiel aristotélicien » d'appréhension de la Nature, et, d'autre part, sa promotion d'une appréhension mathématique de la nature physique inaugurée par Descartes et Galilée.

En suivant cette appréhension mathématique de la Nature, nous découvrirons les caractéristiques du « réel scientifique ». Mais cette détermination du « réel scientifique » par ce qu'on peut appeler un « mathématisme » n'a pas toujours été compris à sa juste valeur épistémologique quant à sa méthode et quant à la portée ontologique de son objectivation.

Ainsi, d'un côté, la « positivisme » et « l'empirisme logique » ont-ils critiqué la prétention des mathématiques à saisir le réel en soi par-delà les phénomènes et valorisé, comme seule base du réel scientifique, le donné observable. D'un autre côté, le « réalisme », – particulièrement celui d'Emile Meyerson, – a pu soutenir que les mathématiques de la science physique avaient une portée ontologique et que le « réel

scientifique », le réel provenant du processus d'objectivation de la Nature tendait vers une adéquation au « réel en-soi », à la « chose-en-soi » par-delà les phénomènes.

Mais, ce faisant, ces deux lignes d'interprétation ont manqué le statut du « réel scientifique » comme corrélat du processus de mathématisation de la Nature tout à la fois, à partir du référentiel cartésien ou de la « forme mécanicienne », selon l'expression de Gilles Gaston Granger, mais également du référentiel de la « forme électromagnétique » de Maxwell ou encore, verrons-nous, du « référentiel de la mécanique quantique ».

L'un des ressorts de cette mésinterprétation est probablement dû, comme l'a déjà souligné Robert Blanché¹, à la persistance dans l'esprit de ces interprètes de la logique prédicative et de l'ontologie substantialiste héritées du cadre de référence aristotélicien et qui en pare ou en affuble le « mathématisme » de la science physique. Les uns pour s'en réjouir, comme les « réalistes ». Les autres pour le déplorer et le condamner, comme le fait le « positivisme » et « l'empirisme logique ».

Nous poursuivrons ces interprétations jusque dans la physique contemporaine pour en marquer la prégnance et la valeur d'« obstacle épistémologique » à la description adéquate de la démarche scientifique ainsi que du statut du « réel scientifique ».

Cette description adéquate de la démarche scientifique et du statut du « réel scientifique » nous les chercherons dans l'épistémologie de Bachelard. Nous y gagnerons non seulement la compréhension du « réel scientifique » de la physique contemporaine comme étant de l'ordre de la rationalité mathématique, mais également comme étant de l'ordre de la réalisation technique de ce rationnel.

Mais, cette tâche accomplie, une autre nous attend. En effet, le « réel scientifique », corrélat de la mathématisation des phénomènes de la Nature, peut-il s'étendre à la totalité de l'Être ?

Les multiples objections à une telle extension, laisserons une place à la métaphysique de la Nature et même à une métaphysique plus ambitieuse qui pense réflexivement la totalité de l'Être. Nous en esquisserons simplement la présentation qui suffira à circonscrire le « réel scientifique » dans ses limites relatives.

I

I₁. Le référentiel aristotélicien : une matrice intellectuelle « substantialiste »

La connaissance de la Nature pour Aristote est celle de substances individuelles auxquelles sont rapportées des attributs essentiels ou accidentels. La connaissance consiste à saisir les attributs essentiels inhérents aux substances. Au-delà d'une classification des substances en genres et en espèces, la véritable connaissance consiste

¹ *La Science physique et la réalité*, Paris, Puf, 1948.

à saisir par un acte de « l'intelligence intuitive » (*vouç*) les raisons des choses, le « pourquoi » de la convenance d'un attribut à une « chose »².

Concernant les « corps matériels », la « réalité des substances singulières et sensibles », Aristote va considérer ce qui, sur le plan sensible, leur est commun et qui est constitutif de la nature d'un corps matériel ; à savoir : le mouvement.

Mais le mouvement, le changement d'un corps se manifeste de diverses façons : les phénomènes de génération/ corruption, d'augmentation/ diminution, d'altération qualitative, de translations spatiales³.

Pour saisir les causes, les raisons des mouvements d'un corps matériels, il faut connaître les causes constitutives de la nature de ce corps et y discerner la cause principale de mouvement et de repos.

Pour discerner ces causes, Aristote s'appuie sur l'analogie avec l'art humain. Il découvre la « cause matérielle », la « cause formelle », la « cause efficiente » et la « cause finale ». Comme cause du changement de la substance, il retient la « cause formelle » ; elle est l'énergie agissante, « l'entéléchie de l'étant en puissance »⁴ qui est au principe de la dynamique intrinsèque, naturelle, du corps lorsqu'il ne subit pas de mouvement violent, contre-nature.

Tous les changements naturels d'un corps matériels sont rapportés à une « forme », une « essence » de ce corps. Le mouvement de la terre, comme élément matériel, est rapporté à sa nature intrinsèquement lourd. Inversement, le mouvement du feu est rapporté à sa nature intrinsèque légère⁵. De même, les variations qualitatives sensibles des corps (variation du chaud, du froid, de sec, de l'humide) peuvent être couplées et l'on peut déduire ce qui est matériellement de la terre, de l'air, du feu ou de l'eau⁶.

De manière générale toutes les variations quantitatives ou qualitatives des translations ou des métamorphoses du corps matériel, sont ordonnées à une « forme », à une « essence » dont la productivité opérante dans la nature physique est saisie par analogie avec l'art humain, qui, lui-même, est déclaré « imiter » la Nature⁷.

Ajoutons que la forme d'exposition privilégiée de cette connaissance est la formule attributive, le jugement prédicatif qui lie un attribut à une substance parce que, précisément, il s'agit toujours de rapporter les manifestations phénoménales à une substance dont l'essence peut rendre raison de celles-ci, comme elle rend raison, en principe, de la convenance d'un « attribut » à une « chose » substantielle.

L'exposition rapide de la matrice intellectuelle de l'aristotélisme pour rendre raison des corps matériels nous permet de comprendre qu'il a fallu une véritable rupture par rapport à cette matrice pour appréhender les phénomènes de la Nature par des

² *Métaphysique*, Z, 17, 1041a 10.

³ *Physique*, V, 2, 226a 25.

⁴ *Physique*, III, 1, 201a 10, traduction et présentation par Pierre Pellegrin, Garnier-Flammarion, 2^e édition, 2002.

⁵ *Du Ciel*, IV, 2, 303b 13.

⁶ Feu : chaud-sec ; eau : froid-humide ; terre : froide-sèche ; cf. *De la génération et de la corruption*, II, 3, 330b 5.

⁷ *Physique* II, 8, 199a 15, traduction et présentation par Pierre Pellegrin, Paris, Garnier-Flammarion, 2^e édition, 2002.

rapports objectifs et entrer dans une ère authentiquement scientifique dans laquelle le « réel scientifique » recouvre précisément de tels rapports objectifs.

I₂. Le référentiel de Galilée, Descartes et Newton : la « forme mécanicienne »

Cette rupture par rapport au référentiel aristotélien et la mise en place d'une « forme mécanicienne » comme nouveau « référentiel », selon les expressions de Gilles Gaston Granger⁸, est le fait de Galilée et de Descartes.

On connaît la fameuse formule de Galilée : « la nature est un livre écrit en langage mathématique »⁹. Elle concentre la rupture de Galilée avec Aristote. La nature est conçue comme un ensemble de corps en mouvement dont les concepts mathématiques, en l'occurrence les concepts géométriques, peuvent rendre raison. Galilée se passe de toute référence positive à toute « essence », toute « énergie agissante d'une forme en puissance » inhérente aux corps matériels pour expliquer leurs mouvements et leurs repos. Le mouvement d'un corps exprime les relations de ce corps avec le milieu dans lequel il se déplace. Ainsi des rapports, des relations entre grandeurs mesurables, telles que les distances, les vitesses, les intervalles de temps, sont seules retenues comme constitutives de leur mouvement. Les grandeurs portent toutes sur un domaine continu, infiniment divisible, dont l'espace abstrait (continu, isotrope, homogène) de la géométrie euclidienne peut rendre compte. Ce en quoi, cet espace abstrait devient réel.

Descartes, dans la ligne de Galilée, façonne ce référentiel et lui donne une « forme mécanicienne ». Tous les corps sont principalement réduits à l'étendue matérielle et à ses dimensions géométriques mesurables : « longueur, largeur et profondeur »¹⁰. À quoi on ajoutera des dimensions cinématiques et dynamiques telles que la « vitesse » et la « pesanteur »¹¹. Les mouvements des corps, y compris leurs changements, sont réduits au transport local d'un corps, d'une quantité de matière, allant d'un point de l'espace continu et homogène à un autre point. Ainsi les corps s'offrent-ils, avec leurs dimensions mesurables, au calcul, aux formulations des équations ou lois fonctionnelles et aux démonstrations mathématiques. Plus généralement, tous les phénomènes tels que la lumière, les couleurs, les odeurs sont traduisibles en termes de mouvement, de grandeurs et de figures, de dimensions mesurables. Ce pourquoi ce système sera appelé « le mécanisme ».

Ce référentiel ouvre donc une mathématisation de la Nature ; et le « réel scientifique » vient se confondre avec l'intelligible mathématique qui dépasse les qualités sensibles, les phénomènes apparents et subjectifs pour en rendre compte objectivement.

Certes, Descartes ne sera pas toujours à la hauteur de son référentiel. Ainsi, se figurant dans son imagination les phénomènes de la Nature en termes de figures, de mouvements des substances matérielles, il prit la machine pour modèle abstrait afin d'expliquer les corps et les phénomènes de la Nature ; y compris le corps vivant et ses manifestations.

⁸ *La Vérification*, Paris, Odile Jacob, 1992, p. 16.

⁹ *L'Essayeur*, Paris, Belles lettres, p. 141.

¹⁰ *Principes de Philosophie*, I, § 53.

¹¹ *Règles pour la direction de l'esprit*, règle XIV.

Mais, encore une fois, la « forme mécanicienne » a pour visée les équations fonctionnelles de type mathématique liant les dimensions mesurables des phénomènes selon des rapports algébriques universels et nécessaires. Ce qui signifie que le « réel scientifique » recouvre ces dimensions mesurables objectives et ces rapports universels et nécessaires vérifiés dans l'expérience. En d'autres termes, le « réel scientifique » construit mathématiquement se signifie au niveau de l'abstraction mathématique, par la présence d'un « invariant » ou d'une « invariance » non relative à la subjectivité d'un individu, d'un groupe culturel ou de la biologie de l'espèce humaine. Et cet « invariant » ou cette « invariance » sont considérés comme effectivement réels lors de la vérification expérimentale par des mesures. Réciproquement, on peut considérer qu'une expérimentation scientifique consiste à réaliser techniquement de tels « invariants ». Ce que je préciserai plus loin.

De manière plus précise, « l'invariant » peut être de l'ordre d'un coefficient de proportionnalité dans une équation. Par exemple : la loi de chute des corps fait apparaître un coefficient de proportionnalité entre la distance de chute et le temps de chute élevé au carré ($x = kt^2$). K est une constante qui apparaît dans la formulation de la loi et témoigne, via l'expérimentation des phénomènes de la Nature, que le réel construit par des symboles mathématiques est conforme au réel de la nature physique. Il reviendra à Newton d'expliquer cette constante de proportionnalité au sein de la théorie de la gravitation universelle : $K = \frac{1}{2}g$; c'est-à-dire que K est fonction d'une autre constante qui correspond à l'accélération due à la « pesanteur ». En l'occurrence, pour être précis : « l'accélération » des corps subissant l'attraction de la Terre.

D'autres exemples d'« invariants » se situent au niveau même des principes de la mécanique de Descartes étendue par Newton. Descartes, dans *Le Monde ou le traité de la lumière* (chap. VIII) a donné les principes du mouvement des corps. 1) Le principe de la conservation de la quantité de mouvement : $q = mv$. 2) Le principe de réciprocité du mouvement. 3) Le principe d'inertie. Le principe de conservation de la quantité de mouvement est un « invariant » qui, d'ailleurs, sera corrigé par Leibniz (*Discours de métaphysique*, § 17) au profit de la formule de l'énergie cinétique : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$, comme nouvel « invariant ». Newton ajouta à ces principes, le principe de la dynamique selon lequel l'accélération d'une masse est proportionnelle à la force extérieure qui lui est appliquée : $\vec{F} = m\vec{a}$. Et, dans cette formule, on voit que la masse joue le rôle de la constante invariante.

Comme on l'aura remarqué au passage, « l'invariant » n'est pas seulement un coefficient de proportionnalité ou une constante dans une formule, mais également une formule, une équation algébrique qui relie entre elles des dimensions mesurables, comme l'indique la formule de l'énergie cinétique. Ainsi, dans le cadre de la mécanique analytique de Lagrange, le lagrangien comme différence entre l'énergie cinétique et l'énergie potentielle $L = T - U$ est un « invariant », une « constante » du mouvement.

En passant de la mécanique à l'électromagnétisme on quitterait assez vite le référentiel qu'est la « forme mécanicienne », mais on trouverait dans les équations de Maxwell un référentiel à valeur de système, de matrice intellectuelle appropriée aux

phénomènes électromagnétiques. Référentiel dans lequel se formulent également des « invariants » de l'ordre de l'invariance de la forme relationnelle et algébrique des dimensions mesurables.

I₃. De la relativité historique du « réel scientifique »

Mais si, comme le dit Gilles Gaston Granger, « la formulation d'une invariance » désigne « l'atteinte du réel dans l'abstrait »¹², cela signifie-t-il que cette « invariance » soit absolue, au sens de définitive ?

Ce n'est pas le cas. L'histoire de la science physique montre le contraire, notamment la Relativité restreinte et le Relativité générale.

Dans le cadre de la mécanique classique, la « matrice intellectuelle » ou le « référentiel » qu'est la « forme mécanicienne », l'expression des lois est indépendante des systèmes de référence galiléen en mouvement relatifs les uns par rapport aux autres. Des formules, dites « transformations de Galilée », permettent de passer d'un système à un autre tout en préservant l'invariance des lois. Mais il se trouve que les lois de l'électromagnétisme de Maxwell ne restent pas invariantes lorsque l'on passe d'un système de référence à un autre. Elles dérogent au principe de relativité mécanique. Einstein va rétablir la relativité des lois électromagnétiques en faisant valoir deux choses : les formules de « transformation de Lorentz » pour passer d'un système de référence à un autre ; le postulat que la vitesse de la lumière est constante quelle que soit la vitesse de la source d'où elle est émise et quel que soit le mouvement de celui qui la reçoit. L'expression des lois électromagnétiques sera donc invariante ou indépendante des systèmes de référence. Mais le calcul des durées entre deux mêmes événements et le calcul des longueurs d'un même objet seront différents selon le système de référence de l'observateur ; notamment, quand les vitesses relatives des systèmes de référence l'un par rapport à l'autre approchent de la vitesse de la lumière. La mécanique relativiste s'oppose à la mécanique classique qui postule en principe que le temps est absolu et que, quel que soit le système de référence, le calcul des durées entre deux événements doit donner le même résultat, de même pour le calcul des longueurs. Cependant, un nouvel « invariant » est posé : « l'intervalle » minkowskien : $s^2 = c^2t^2 - l^2$, valable pour tous les observateurs et qui combine l'espace et le temps.

« L'invariance » des durées et des longueurs, – on pourrait ajouter de la masse, – dans le cadre de référence de la mécanique classique, disparaît dès qu'est prise en compte des vitesses de systèmes de référence proches de la vitesse de la lumière, mais la mécanique classique et ses calculs restent valables dans certaines limites précisément définissables à partir des formules de transformations de Lorentz.

Cet exemple montre que les « invariants » ne sont pas absolument objectifs, au sens d'une indépendance définitive à l'égard du processus de connaissance. Mais, simplement, leur relativisation leur assigne des limites, un domaine de phénomènes et

¹² *Sciences et réalité*, Paris, Odile Jacob, 2001, p.149.

une échelle d'observation, au sein desquelles ils ont une valeur objective, une réalité scientifique circonscrite et vérifiée expérimentalement.

Le « réel scientifique » est donc de l'ordre d'une construction mathématique abstraite qui ne cesse de progresser dans son objectivation de la réalité physique de la Nature par des « rectifications dialectiques » (cf. Bachelard, *La Philosophie du non*). Dialectique en ce sens que les rectifications cernent en retour le domaine de validité des systèmes conceptuels rectifiés. Le « réel scientifique » de Newton, vérifié à son échelle et pour son domaine d'extension, n'est pas nié, réfuté par la mécanique relativiste. Il est inclus dans cette mécanique comme un cas particulier, plus simple, du réel conçu par la théorie de la Relativité.

De même, concernant la Relativité générale on indiquera rapidement que « l'invariant » est le carré ds^2 de la distance entre deux points voisins, – ce qu'on appelle la métrique de l'espace, – et que la courbure de l'espace est un tenseur déductible de la métrique de l'espace. Quant à la loi newtonienne de gravitation, elle reste valable, en première approximation, quand la courbure de l'espace s'aplatit pour donner un espace minkowskien comme dans la théorie de la Relativité restreinte. Reste, il est vrai que la force d'attraction avec son action instantanée à distance, que Newton lui-même jugeait comme étant « une grand absurdité »¹³, disparaît au profit de l'action locale des masses matérielles qui définissent l'espace lui-même comme un champ tensoriel d'énergie. Ce qui signifie que l'espace est défini comme le système des relations de position entre les corps matériels.

I.4. Les caractères positifs du « réel scientifique »

Si l'on suit la mathématisation de la physique, on caractérisera donc le « réel scientifique » de la manière suivante.

D'abord, le « réel scientifique » a une existence abstraite au-delà du concret des vécus perceptifs et de ses qualités apparentes. Il est le produit d'une objectivation mathématique des phénomènes de la Nature. Le réel scientifique est une construction d'un « invariant » ou d'une « invariance ». « Invariance » des relations algébriques entre des concepts opératoires et qui tiennent leur définition de ces relations formelles. « Invariant » d'un paramètre constant dans une équation algébrique. Ce qui signifie que le « réel scientifique » non seulement s'inscrit dans des raisonnements, des démonstrations de type apodictique ou nécessaire, mais qu'il est transcendant au point de vue du vécu d'une subjectivité individuelle, d'un groupe ou d'une collectivité historique aussi bien que du point de vue de l'homme comme espèce biologique. Si le « réel scientifique » est relatif, c'est uniquement au sujet impersonnel qu'est le sujet rationaliste ou les sujets de la « cité scientifique » se rapportant les uns aux autres dans un « corrationnalisme »¹⁴ ; ce qui signifie que sa valeur est universelle.

Ensuite, le « réel scientifique » n'a pas qu'une existence abstraite : celle d'un intelligible mathématique des phénomènes. Il se vérifie, ou plutôt il est vérifié dans un montage expérimental par lequel il acquiert la garantie de son objectivité dans la Nature. Plus exactement, nous dirons avec Bachelard, que le « réel scientifique » est, tout à la

¹³ Lettre à Richard Bentley, 1692

¹⁴ Bachelard, *Le Rationalisme appliqué*, [1949], Paris, Puf, 1975.

fois, une abstraction mathématique et une réalisation technique concrète qu'il a appelé « phénoménotechnique »¹⁵.

En 1931, Bachelard prend acte du fait que certaines conceptions de l'esprit scientifique porte sur l'intelligibilité de la structure atomique, mais sans que des phénomènes puissent témoigner directement de cette intelligibilité. Ainsi l'effet Zeeman, découvert en 1896, est une technique produisant le dédoublement de raies spectrales émises par les variations énergétiques d'un électron d'un atome lorsqu'on lui applique un champ magnétique. Cela permet indirectement de déterminer un nombre quantique qui spécifie un nuage de probabilité de présence d'un électron autour d'un proton du noyau de l'atome lorsque cet électron est, précisément, excité par ce champ magnétique. En d'autres termes, un nouveau degré de liberté de l'électron autour du noyau est ainsi découvert et spécifié indirectement par une technique : le nombre quantique magnétique (ml).

La rationalité mathématique qui constitue « l'intelligible » des phénomènes indirects de l'expérimentation scientifique est appelé « nouménologie ». Celle-ci porte un « noumène ». Et c'est ce « noumène » qui est réalisé techniquement, matériellement dans les laboratoires et qui fonde en cela ce que Bachelard appelle la « phénoménotechnique ».

Bachelard usera d'autres expressions. Notamment, pour décrire ce qu'il appelle l'état « abstrait-concret » de la science contemporaine, il parle, dans le *Rationalisme appliqué*, d'un couplage, d'une union serrée entre un « rationalisme appliqué » et un « matérialisme technique » réalisant la rationalité mathématique.

Mais, pour bien saisir en quoi le « matérialisme technique » est une réalisation de « noumènes » mathématiques, il nous faut insister sur le sens du terme « noumène » chez Bachelard.

Bachelard reprend ce terme du corpus kantien pour lui faire signifier tout autre chose que Kant.

Chez Kant, le « noumène » désigne la « chose-en-soi » inaccessible à l'esprit humain. Au sens négatif, le « noumène » désigne ce que l'intuition ne peut saisir et qui est au fondement des phénomènes spatio-temporels, seuls donnés à notre intuition sensible. Au sens positif, le « noumène » désigne ce qu'une « intuition intellectuelle », dont l'homme est dépourvu, pourrait atteindre et que si situe au-delà des phénomènes spatio-temporels.

Selon la définition qu'en donne Bachelard dans *L'Activité rationaliste contemporaine*, le « noumène » au sens négatif désigne la réalité profonde et cachée des phénomènes et qui se situe, par exemple, au niveau microphysique. Au sens positif, le « noumène » est l'intelligible de type mathématique de cette réalité cachée qui est saisie, pensée et exprimée dans un formalisme mathématique. Cet intelligible est posé comme « raison » des phénomènes, comme « cause rationnelle profonde » des phénomènes mesurables. Et c'est ce « noumène » qui définit dans l'abstrait le « réel scientifique ».

¹⁵ « Noumène et microphysique », [1931], *Etudes*, Vrin, 1973.

En effet, les noumènes de la rationalité physicomathématique sont des configurations abstraites qui débordent la réalité naturelle, qui la transcende en dessinant ses possibilités de telle sorte que la Nature peut être provoquée techniquement, matériellement, par des instruments d'expérience de la « cité scientifique » et « technicienne »¹⁶, pour faire émerger soit des possibles déjà réalisés par la Nature, soit des possibles non encore réalisés par cette même Nature.

Ainsi, la « nouménologie » des formalismes mathématiques en physique, – mais c'est également le cas en chimie, – se couple dans une dialectique serrée avec ce que j'appelle, après François Dagognet, une « nouménotechnie »¹⁷, pour fonder un « réalisme scientifique »¹⁸ qui garantit l'objectivité des sciences et leur portée ontologique, puisque l'ontogénie des noumènes se réalise dans une ontogénie technique qui reconstruit les opérations mêmes de la nature, voire qui en prolonge les possibilités.

Le « réel scientifique », dans la physique et dans la chimie contemporaine, est donc un « noumène abstrait » qui se réalise concrètement dans et par une technique instrumentale qui reconstruit les opérations et les processus mêmes de la nature physique et chimique. Et si l'on reprend l'idée que les noumènes sont les formules rationnelles de rapports invariants ou bien des grandeurs constantes, invariantes, alors on dira que ce sont les « invariants » et les « invariances » constituées dans l'abstrait de la pensée algébrique que sont réalisées techniquement dans le concret.

II

II.1. Les deux cécités quant au statut du « réel scientifique »

Ces caractères du « réel scientifique », corrélat du développement du « mathématisme » de la physique, mais également de la chimie, n'ont pas toujours été bien aperçus.

Notamment, deux interprétations épistémologiques des théories physiques ont manqué le statut du « mathématisme » de la physique et de son corrélat : le « réel scientifique ». D'un côté, le « positivisme » et l'« empirisme logique » ou « positivisme logique » ; de l'autre, le « réalisme » d'Emile Meyerson.

II.2. La cécité du « positivisme » de Comte et son ressort

Selon Auguste Comte l'esprit humain est passé par trois états au cours de son développement. L'état théologique dans lequel l'esprit cherche le pourquoi de toute chose, les causes des phénomènes et ne trouve de réponse que dans les divinités surnaturelles. L'état métaphysique dans lequel l'esprit cherche ces causes et les trouve dans des « entités abstraites », des forces situées au-delà des phénomènes et qui sont subordonnées à la Nature comme entité générale. Enfin, l'état positif, « régime définitif de la raison humaine »¹⁹ de la raison humaine dans lequel l'homme ne cherche plus une détermination inaccessible des causes, mais cherche les lois, les rapports, les relations constantes, invariables entre les phénomènes observables²⁰.

¹⁶ *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, 10/18, UGE, p. 17.

¹⁷ Michel-Elie Martin, *Comment par la technique le rationnel se fait-il réel ?* M'éditer, 2012.

¹⁸ *Rationalisme appliqué*, [1949], Paris, Puf, 1975, p. 8.

¹⁹ *Discours sur l'esprit positif*, [1844], Paris, Vrin, 1983, p. 3.

²⁰ *Ibid.*, p.20.

Le mot « positif » désigne donc ce qui est « réel », précis, certain et qui s'oppose au « chimérique », au « vague », à « l'indécis ». Et les sciences empiriques des phénomènes de la Nature détermine et atteint ce qui est « réel ». Le « réel scientifique » se résout donc dans l'élaboration de « lois phénoménologiques » ou « lois empiriques » qui décrivent les relations entre phénomènes observables sans chercher à expliquer, – comme le faisait la métaphysique, – la cause ou le mode de production des phénomènes.

Comte condamne donc par principe toute mathématisation des phénomènes de la Nature qui dépasserait le niveau des « lois phénoménologiques », le niveau des phénomènes observables. Ainsi les phénomènes sont-ils considérés comme non réductibles les uns aux autres²¹ par quelque opération algébrique ou géométrique ; et les lois de type nouménologique qui portent sur des processus, des opérations cachées de la Nature sont interdites au motif qu'elles seraient d'ordre métaphysique ; et, de toute façon, elles sont d'emblée critiquées, car l'algèbre seule, séparée de la géométrie et du calcul arithmétique est considérée comme étant une « plénitude d'abstraction incompatible avec la positivité »²².

Il est à peine besoin de souligner que l'histoire des sciences physique et chimique ont donné tort aux interdits positivistes. Il suffit de penser à l'unification des forces électriques et magnétiques jusqu'à l'inclusion des phénomène lumineux dans le référentiel de Maxwell, ou encore au développement de la théorie cinétique des gaz articulé sur le calcul statistique (Boltzmann et Gibbs).

Le « réel scientifique » ne saurait donc se résoudre aux « invariants » phénoménologiques : il doit inclure les « invariants » nouménologiques qui dépassent les phénomènes, mais sans que le « noumène » soit conçu comme étant de l'ordre d'une « chose-en-soi » inconnaissable. Ce qui signifie qu'il reste à portée d'une réalisation expérimentale même si ce n'est qu'indirectement, par les phénomènes qu'il produit, que l'on peut avoir la certitude que celui-ci est réalisé.

L'erreur d'Auguste comte, nous semble-t-il, trouve son ressort moins dans le peu de développement de la mathématisation de la physique au milieu du XIX^e siècle, que d'une prévention contre l'abstraction mathématique qui, elle-même, pourrait, à ses yeux, non seulement conduire à la négation de la spécificité des phénomènes du vivant, mais également à des spéculations métaphysiques.

Or cette prévention est elle-même alimentée, comme l'a analysée Robert Blanché dans *La Science physique et la réalité*²³, par la persistance dans l'esprit d'Auguste Comte d'un schéma logique et d'un schéma ontologique hérité du cadre de référence aristotélicien.

Cette logique est prédicative : elle lie un sujet à un prédicat ; et l'ontologie est substantialiste : elle consiste à poser sous le sujet une « chose », une « substance » existant en-soi par-delà les phénomènes manifestant cette substance.

²¹ *Cours de philosophie positive*, [1830- 1842], Paris, Hermann, 1975, Vol. 1, 33ème Leçon, p. 534.

²² *Synthèse subjective ou système universel des conceptions propres à l'état normal de l'humanité*, [1856], Paris, éditions anthropos, 1971, p. 253.

²³ *La Science physique et la réalité*, Paris, PUF, 1948.

Dès lors, tout « noumène », tout « invariant » transcendant l'ordre des phénomènes observables et leurs rapports phénoménologiques ou empiriques exprimées dans des lois était considéré comme de l'ordre d'une « substance en-soi », d'une « cause de production » des phénomènes relevant de la métaphysique.

II₃. La cécité du « positivisme logique » et son ressort

En passant au « positivisme logique » ou « empirisme logique » on est conduit à la même conclusion.

Portons-nous au niveau du projet du « positivisme logique » né à Vienne un peu avant les années 1930 autour de Moritz Schlick, de Otto Neurath, Hans Reichenbach, Rudolf Carnap, Carl Hempel et Herbert Feigl.

Il s'agit d'appliquer aux sciences une analyse logique de telle sorte qu'on puisse en offrir une « reconstruction rationnelle » et que le caractère unitaire des sciences empiriques apparaisse ainsi que leur apport d'un sens cognitif effectif.

Ainsi trois types d'énoncés sont à distinguer :

1) Les énoncés analytiques qui sont toujours vrais ou faux, qui ne décrivent aucun « état de chose », aucun fait et qui ne reposent que sur des règles du langage dans lequel ils sont exprimés. Dans les termes de Wittgenstein : ils sont « vide de sens » (*Sinnlos*). Donc, ils n'ont pas de contenu informatif sur le réel extralinguistique.

2) Les énoncés synthétiques dont la vérité ou la fausseté passe par leur correspondance avec des « énoncés de base » qui décrivent des faits, des états de chose du monde. Ces énoncés ont un sens cognitif, un contenu d'information sur le monde.

3) Les énoncés pseudo-propositionnels qui n'ont pas de sens (*Unsinnig*). Malgré les apparences grammaticales, ils n'ont pas de signification cognitive car ils n'ont pas de vérification possible dans des « énoncés de base », des énoncés d'observation de l'expérience sensible. Ce sont les énoncés de la métaphysique, de la théologie et de l'éthique. Privés d'un rapport à des énoncés factuels ils n'expriment qu'un « sentiment de vie » (*Lebensgefühl*)²⁴.

Les sciences empiriques qui incluent des énoncés synthétiques et des énoncés analytiques se démarquent des énoncés métaphysiques. Leur unité structurelle articule de tels énoncés et elles trouvent leur fondement ultime dans la possibilité de réduire tous les énoncés théoriques à des « énoncés observationnels » de base, des « énoncés protocolaires » censés avoir une validité intersubjective qui les ancrent dans le monde sensible des faits, des événements et des objets spatio-temporels (« physicalisme »).

Sous les coups de multiples critiques, la reconstruction formelle d'une théorie scientifique a beaucoup évolué. Ainsi on peut caractériser la conception actuellement reçue, la conception standard, de la façon suivante²⁵ :

1) La théorie est un système déductif « clos » : tout énoncé déduit fait partie de la théorie. Un calcul logique s'applique à la théorie : calcul des propositions, calcul des prédicats de premier ordre.

²⁴ « Le Dépassement de la métaphysique », [1931], dans le *Manifeste du cercle de Vienne*, A. Soulez, p. 1975.

²⁵ Suppe Frederick et al, [1977], *The Structure of Scientific Theories*, Chicago, University Illinois Press, 2 ed avec postface, 1ed, 1974.

2) Les termes de la théorie relèvent de trois vocabulaires : logique, théorique et observationnels.

3) Les termes observationnels réfèrent à des objets physiques ou des propriétés d'objets physiques directement observables.

4) Des postulats non logiques sont de l'ordre d'un vocabulaire théorique. Ce sont les principes fondamentaux d'un « référentiel », d'une « matrice intellectuelle ». Exemple : le principe fondamental de la dynamique ($\vec{F} = m \vec{a}$).

5) Des « règles de correspondance » assure le lien entre les principes, les postulats théoriques et les descriptions d'observation. En reprenant l'exemple précédent : \vec{F} est interprété comme étant une « force » et \vec{a} comme étant une « accélération ».

Cette exposition rapide va nous permettre de voir en quoi le « positivisme logique » ne peut que se défier de la présence d'un « noumène » comme « réel scientifique » abstrait dans le champ théorique d'une science empirique, et, surtout, ne peut pas rendre compte du geste constructif présidant à l'apparition d'un « noumène » de type physicomathématique.

En effet, les « noumènes », un « invariant » ou une « invariance » de type nouménologique, en tant qu'intelligibles qui transcendent les phénomènes pour en rendre raison et qui, de plus, ne renvoient à aucun observable direct dans un « énoncé de base » au niveau de l'expérience sensible, sont difficilement recevables comme ayant un sens cognitif. Ils auraient même tendance à être renvoyés du côté de la métaphysique, c'est-à-dire comme relevant de propositions « dénuées de sens » (*Unsinnig*), comme proposition n'ayant pas de vérification possible dans un « énoncé de base » référant à une expérience sensible.

De plus, ce qui frappe le plus lors de la reconstruction rationnelle d'une théorie empirique, c'est le rôle dévolu aux mathématiques. Il ne s'agit pas, ici, de critiquer le positivisme logique en répétant que pour ses partisans le statut des mathématiques se réduit à celui de propositions tautologiques, « vides de sens », comme le seraient également les propositions logiques ; et que, par conséquent, les mathématiques ne seraient valables que pour opérer comme un simple langage sur les propositions théoriques ayant un contenu de sens factuel, référant à l'expérience²⁶. Alors, de quoi s'agit-il ? Il s'agit de souligner que l'insistance du « positivisme logique » sur le rôle purement déductif des mathématiques, l'empêche de voir les inductions mathématiques qui sont véritablement créatrices d'objets abstraits. Par conséquent le « positivisme logique » ne peut saisir la pensée physicomathématique qui induit, par l'algèbre et la géométrie, des « noumènes » qui transcendent toute observation empirique directe des phénomènes en maintenant un rapport à une observation empirique de phénomènes « indirects » produits de la technique de laboratoire et qui attestent de la réalisation concrète des « noumènes » en question.

Le « réel scientifique », comme noumène abstrait n'est donc pas saisi par le « positivisme logique ». Et, par exemple, une théorie comme celle de la Relativité restreinte ou la Relativité générale ne pourrait être reconstruite conformément aux attendus de la « conception standard » du « positivisme logique ».

Cet échec à reconnaître certaines formules théoriques comme définissant un « réel scientifique » est peut-être alimenté, comme l'était le « positivisme » de Comte, par une

²⁶ Pour une critique de cette critique convenue, voir Pierre Wagner, *Mathématiques et expérience*, sous la direction de Jacques Bouveresse et Pierre Wagner, O. Jacob, 2008, Introduction.

prégnance dans l'esprit d'une « ontologie substantialiste » et d'une « logique prédicative », auxquelles il faudrait s'opposer au motif de ne pas verser dans la métaphysique.

Ainsi s'expliquerait la valorisation des « énoncés de base » référant dans le vécu du monde sensible à des événements ou des objets spatio-temporels, censés valoir intersubjectivement et qui seraient au fondement ultime de la vérité des propositions scientifiques.

II.4. La cécité du « réalisme substantialiste » d'Emile Meyerson

Abordons maintenant le deuxième axe d'interprétation du « mathématisme » et de son corrélat le « réel scientifique ». Il s'agit du « réalisme substantialiste » qui manque la compréhension exacte du statut du « réel scientifique » identifié au noumène « invariant » de la pensée physicomathématique.

La figure exemplaire de ce « réalisme substantialiste » contemporain du « mathématisme » des sciences physique et chimique est le « réalisme » d'Emile Meyerson (1859-1933).

Exposons rapidement sa conception de la réalité de la Nature et du « réel scientifique ».

Selon Meyerson le réel s'offre selon deux modalités.

1) Tout d'abord, la diversité donnée des phénomènes qui s'imposent à la Raison comme non identifiables, non déductibles ; bref : comme irrationnels.

2) Ensuite, le réel comme identité rationnelle posée par la Raison qui a précisément réussie à identifier, à expliquer le donné phénoménal qui s'offrait comme irrationnel

De ces deux modalités, Meyerson fait de « l'irrationnel » le signe privilégié de la profondeur, de la richesse et de la présence du réel. En effet, la Raison dans son processus d'identification, d'explication, de rationalisation des phénomènes réduit la réalité de la Nature à la pensée ; c'est-à-dire au fond : dissout la réalité transcendant la pensée par son irrationnalité provisoire. Dès lors, maintenir le Réel comme Autre de la pensée, consistera à soutenir qu'un irrationnel ne cessera jamais, en fait et en droit, de s'opposer à ce processus d'identification de la Raison.

En droit, ce seront les limites indépassables, car non déductibles, que sont par exemple les trois dimensions de l'espace, la nature qualitative des sensations, ou encore la dégradation qualitative de l'énergie d'un système fermé ainsi que le théorise le second principe de la thermodynamique de Carnot.

En fait, car Meyerson ne doute pas que la richesse ou la profondeur du réel se manifestera par une irrationnalité provisoire, par une différence, sans cesse renouvelée, à l'égard de l'identification de la Raison.

Mais si le réel se signifie à la pensée comme un pôle d'irrationnalité, d'opacité inépuisable, il reste que, selon l'autre modalité, le réel rationalisé par l'esprit scientifique est hypostasié dans l'en-soi de la Nature. Et, selon Meyerson, hypostasié, fixé dans l'en-soi de la Nature, de manière légitime pour autant que cette hypostase trouve sa garantie dans la vérification expérimentale. Ainsi des « supports » de rapports, appréhendés par des mesures et fixés dans des équations phénoménologiques ou empiriques, sont-ils projetés, hypostasiés dans la réalité en-soi, à titre de choses substantielles transcendant à la pensée. À titre d'exemples, on pourra retenir

l'électron, l'atome, la molécule, l'énergie. Autant de choses, de substances qui, selon Meyerson, procèdent comme résultats d'une exigence ontologique de la pensée scientifique. « La science, dit-il, exige le concept de chose »²⁷.

Mais, s'il en est ainsi, c'est dire que Meyerson soutient que la science non seulement implique, mais exige une « réalisme substantialiste ». Le « réel scientifique » se résout en un « invariant » spatio-temporel auto-suffisant qui, à titre de « cause réelle », de « substance », supporte comme sujet substantiel de multiples propriétés, de multiples attributs ou prédicats.

Or le « mathématisme » qui construit des « noumènes », des « invariants » et des « invariances » n'est pas un « réalisme substantialiste ». Il ne postule pas que la réalité de la Nature est constituée, par-delà les phénomènes, de substances qui sont conformes aux déterminations génériques d'une chose sensible ; à savoir, qu'elle est localisable spatialement et temporellement, qu'on peut suivre sa trajectoire en chaque point de l'espace par une équation différentielle, enfin, qu'elle est individualisable et porteuse de propriétés manifestées par des qualités dont elle est le support.

D'ailleurs, les « invariances » que le « mathématisme » construit et vérifie expérimentalement sont bien souvent des rapports invariants sans supports substantiels, conformément au système de relations mathématiques dans et par lequel apparaît « l'invariant ». Ainsi rappelons un exemple déjà utilisé : les transformations de Lorentz qui permettent, dans la Relativité restreinte, de passer d'un système galiléen à un autre, dégage un « invariant » qui relève de la théorie des groupes de Galois. Et cet « invariant » appelé « intervalle » n'a rien de substantiel, cependant qu'il a le statut même du noumène, du « réel scientifique ». Exemple encore dans la chimie, qui a cependant passé toute une période à identifier des substances avec leurs qualités propres. Dans la chimie moderne le tableau de Mendeleïev dessine une loi d'ordre qui affine la connaissance des propriétés des substances. La connaissance relationnelle vient à dominer la connaissance compréhensive de la substance. De plus, la chimie devenant mathématique au niveau microscopique de l'atome, la « substance » chimique n'est plus un sujet d'inhérence support de propriétés, mais elle devient une structure, un complexe de relations pensées mathématiquement. Bachelard, dans la *Philosophie du non*, usera du terme d'« ex-stance »²⁸ comme plus approprié à la logique des relations mathématiques pour définir adéquatement les éléments chimiques.

En revanche, Emile Meyerson reste pris, comme l'a bien vu Robert Blanché, dans une « ontologie substantialiste » assortie de sa « logique prédicative ».

Certes Emile Meyerson est prêt à considérer que le « réel scientifique » est du côté de l'intelligible de type mathématique : plus la pensée scientifique s'éloigne du réel perçu, plus elle peut gagner en objectivité contre l'anthropomorphisme de la sensibilité. Mais il ne tient pour « réel scientifique » qu'un « noumène » qui répondrait au schéma générique de la « chose », c'est-à-dire une représentation de l'imagination provenant du rapport de la Raison aux données sensibles, ce qu'on appelle une représentation du « sens commun ».

Robert Blanché, dans la *Science physique et la réalité*, souligne ce « manque de netteté » (p.41) du réalisme de Meyerson. Notamment, il demande de comparer deux arguments de la *Déduction relativiste*²⁹ par lesquels Emile Meyerson affirme que la

²⁷ *De l'Explication dans les sciences*, [1927], Payot, réédition Fayard, chapitre I.

²⁸ *La Philosophie du non*, p. 78 ; *Le Rationalisme appliqué*, p. 39 ; *Le Matérialisme rationnel*, p. 96.

²⁹ *La Déduction relativiste*, 1925, Paris, Payot.

théorie de la Relativité générale est « réaliste parce qu'elle élimine ce qui est relatif à l'observateur »³⁰ et, en même temps, affirme que cette même théorie de la Relativité est « réaliste » « parce qu'elle aboutit à une géométrie et non une algèbre » (p. 40). Or, cet élément de géométrie est, bien sûr, considéré comme « réaliste » car relatif à l'observateur.

Le statut du « réel scientifique » comme « noumène » abstrait est donc manqué dans le cadre de l'interprétation « réaliste substantialiste » de la mathématisation de la physique et de la chimie moderne ; car, ce « noumène » n'a précisément rien à voir avec une « chose-en-soi » entendue comme une « substance » dont la représentation schématisante emprunte à la figure sensible de la chose offerte à notre perception sensible.

De manière plus générale, ajouterons-nous, ce « noumène » n'est pas à relativiser vis-à-vis d'une prétendue « chose-en-soi » de type kantien nécessairement inconnue de nous, – ce qui signifierait que le « réel scientifique » n'atteint pas l'Être lui-même.

En effet, le « réel scientifique » comme « noumène abstrait » est réalisé techniquement par une provocation de la Nature. Le « noumène » réalisé concrètement reconstruit la réalité même de la Nature pensée par la nouménologie. Preuve offrant la garantie objective que le « réel scientifique » est bien de l'ordre de l'Être lui-même.

II.5. Einstein et la prégnance de l'obstacle épistémologique du « réalisme substantialiste »

Il ne faudrait pas croire que la tendance de l'esprit à l'interprétation des noumènes sur un mode réaliste, – qui transplante au niveau nouménal ce qui vaut au niveau simplement phénoménal, – soit une tendance abolie une fois pour toute dans le passé de l'histoire des sciences.

Une telle épistémologie se retrouve au niveau de la mécanique quantique.

Ainsi Einstein a pu contester les principes de la mécanique quantique au motif que celle-ci ne serait pas « complète ». Selon Einstein, par-delà le principe d'indétermination de Heisenberg quant à la mesure de la position et de la vitesse d'un corpuscule microphysique, par-delà le seul calcul des probabilités de présence d'un corpuscule dans une cellule de l'espace par la fonction d'onde de Schrödinger, il faut postuler des « variables cachées » recouvrant des déterminations strictes du corpuscule ; notamment les variables conjuguées de position et de quantité de mouvement. Ce qui serait une façon de réintroduire la légalité stricte ou « principe de déterminisme » au niveau microphysique. Comme il l'écrit, en 1926, à Max Born : « la théorie (sous-entendue : la mécanique quantique) nous apporte beaucoup de choses, mais elle nous approche à peine du secret du Vieux (sous-entendu : Dieu). De toute façon, je suis convaincu que lui, au moins, ne joue pas aux dés ! ».

Le postulat d'Einstein, c'est-à-dire la possibilité de dépasser l'indétermination de la microphysique, a été démenti par l'expérience scientifique elle-même. Celle de l'équipe d'Alain Aspect, en 1981. Elle démontre, avec des photons, que si ceux-ci ont interagi entre eux, alors ils restent intriqués (« non séparabilité ») et ils ont des « états superposés » en correspondance (« superposition »). C'est seulement lors de la mesure du spin d'un des photons que l'autre prendra immédiatement une détermination unique.

³⁰ Robert Blanché fait référence au chap. V de la *Déduction relativiste*.

Avant la mesure, l'un et l'autre restent donc dans une « indétermination » due à la « superposition » des deux valeurs possibles de leur « spin » (moment cinétique intrinsèque de la particule). Contre le réalisme d'Einstein la mécanique quantique était vérifiée.

On peut apercevoir que l'erreur d'Einstein a consisté à postuler, par-delà les principes et les résultats expérimentaux de la mécanique quantique, une « chose-en-soi », tout d'abord invérifiable et incontrôlable et dont le concept provenait d'une transplantation analogique de la « chose » identifiable et localisable dans l'espace et le temps au niveau macroscopique. En d'autres termes, Einstein manquait le statut du « noumène » abstrait comme corrélat de l'objectivation mathématique à laquelle l'école dite de Copenhague (Bohr, Heisenberg, Born) s'est, elle, résolue.

III

III.1. Des frontières des sciences et de l'extension des mathématiques

Nous voici au terme de la présentation positive et de la présentation en quelque sorte négative du « réel scientifique ». On n'en résumera pas une nouvelle fois les caractères. En guise de conclusion nous aimerions, situer le « réel scientifique » comme « noumène » abstrait et concret, corrélat d'une objectivation de plus en plus mathématisante de la Nature, par rapport à l'ensemble des réalités.

Si on se débarrasse d'une référence à la « chose-en-soi » qui vient délimiter de l'extérieur les frontières de l'activité scientifique, alors la question qui se pose est celle de l'extension même de la méthode mathématique appliquée aux différents phénomènes, aux différentes régions de la Nature.

Explicitons ce point. La « chose-en-soi », établie par Kant, repose sur la validité de son « esthétique transcendantale », c'est-à-dire sur la conception de l'espace et du temps comme forme *a priori* de la sensibilité. Celles-ci limitent la connaissance scientifique à être une objectivation, une détermination objective des seuls phénomènes spatio-temporels ayant pour fondement, proprement métaphysique, une « chose-en-soi ». Cette « chose-en-soi » est « pensable » ; mais, en droit, en principe, elle est « inconnaissable ». Seule une « intuition intellectuelle » pourrait atteindre une telle « chose-en-soi ». Or l'homme en est dépourvu.

Contre cette conception on fera valoir, à juste titre, que les formes *a priori* de la sensibilité que sont l'espace et le temps ont dû céder devant la conception de l'espace et du temps de la Relativité Restreinte et Générale. Contre cette conception, on fera valoir également que la conception bachelardienne du « noumène », entendu comme « invariant » ou grandeur constante ou encore comme « invariance » d'un système de relations physicochimique, l'un et l'autre vérifiés dans le concret d'une réalisation technique, a pris la place de la « chose-en-soi » conçue par Kant et qu'elle n'a pas le même statut. Quelle en est la conséquence ? Cela revient à lever toute possibilité de limiter en droit la connaissance scientifique et, plus particulièrement, la pensée scientifique de la physique et de la chimie de la Nature.

Dans cette perspective, comme le souligne Bachelard dans un article intitulé « Critique préliminaire du concept de frontière épistémologique » : « la science seule est habilitée à tracer ses propres frontières. Or, pour l'esprit scientifique tracer nettement

une frontière, c'est déjà la dépasser »³¹. En termes kantien, on dira que les sciences de la Nature n'ont pas, à proprement parler, de « limites », mais de simples « bornes » qu'elles s'empressent de problématiser pour les transcender par l'induction mathématique d'un « noumène ».

Suite à cette explicitation, notre question est mieux comprise ; et elle revient avec insistance. Est-ce à dire que toutes les réalités de la Nature peuvent être mathématisées ? Est-ce à dire que les réalités humaines elles-mêmes peuvent être mathématisées ? Radicalisons la question : est-ce à dire que la totalité de l'Être est totalement ou exhaustivement mathématisable ?

Toutes les régions de la Nature, voire les régions de l'histoire humaine avec tous ses aspects (psychologique, sociologique, économique, politique, ethnique, philosophique) sont susceptibles d'être appréhendées par les mathématiques. Mais cela ne signifie pas que toutes les régions et tous les aspects de ces régions soient exhaustivement réductibles à cette objectivation mathématique.

Cela ne pourrait être envisagé qu'à partir d'une réduction préalable de toutes les régions phénoménales à des phénomènes spatio-temporels. Ce qui correspond dans l'histoire de la philosophie au « physicalisme » ou « matérialisme méthodologique » des membres du Cercle de Vienne [Neurath, (1932-1933) ; Carnap (1932)]. Ceux-ci ont projeté et exigé que toutes les propositions scientifiques, y compris les sciences humaines, trouvent leurs bases dans des « énoncés protocolaires » exprimant toute réalité comme étant de l'ordre d'un fait ou d'un événement situé dans l'espace et le temps. Ce qui les conduit : soit à tenir l'esprit et toutes ses productions hors de la science, soit à résoudre l'esprit dans le cérébral et la psychologie dans la théorie behavioriste du comportement qui nie toute intériorité psychologique.

Mais un tel « physicalisme » ou « physicisme » est une forme de « scientisme » qui se nie lui-même, puisqu'il ne pratique pas une autoréflexion sur les conditions mêmes de son énonciation et qu'il tombe dans une contradiction performative entre le contenu de ses énoncés et les conditions mêmes de ses énonciations. Énonciations qui, pour le moins, supposent l'exercice d'un esprit qui n'est pas de l'ordre des objets physiques avec des propriétés et des mouvements dans l'espace et le temps ; même si, par ailleurs, cet esprit se manifeste bien, entre autres, par la médiation du corps, du langage et des œuvres sur un plan spatio-temporels.

Toutes les régions phénoménales ne sont donc pas réductibles à une sorte de « mathesis universalis ». Cependant, elles peuvent être appréhendées sinon en totalité, du moins en partie, par la méthode physicomathématique.

Précisons ce point.

III₂. De l'extension du « réel scientifique » au-delà de l'idéal normatif du « noumène »

Un réel de type scientifique peut être élaboré en faisant intervenir des méthodes appropriées à l'essence même des phénomènes de la région différenciée dont le scientifique s'occupe. Par exemple et sans être exhaustif : le vivant, l'esprit, la société, l'économie, l'histoire, le langage. Ce qui signifie que les sciences appropriées aux phénomènes de ces régions devront pousser aussi loin que possible l'usage des

³¹ « Critique préliminaire du concept de frontière épistémologique », [1934], *Études*, Paris, Vrin, 1970, p. 80.

mathématiques, tout en prenant en compte les bornes que fixe l'essence régionale dont elles s'occupent et qui leur impose des méthodes complémentaires et appropriées qui n'ont pas pour idéal régulateur la construction d'un « noumène ». Ce qui est évident pour les méthodes compréhensives ou herméneutiques de sciences humaines (psychologie, sociologie, économie, histoire), qui prennent en compte les significations des comportements humains.

Le « réel scientifique » de type mathématique, tel qu'il est construit dans la physique et la chimie moderne mérite donc d'être relativisé quant à son extension. L'épistémologue de la physique et de la chimie doit se garder d'en faire l'idéal normatif et hégémonique de toute méthode scientifique. Même si certains phénomènes, – notamment de la Nature, – sont réductibles les uns aux autres, il convient de respecter les régions différenciées de la réalité empirique. Ainsi le « réel scientifique » doit-il se pluraliser en fonction des régions des réalités empiriques et, même s'il paraît épistémologiquement défectueux comparé au « noumène abstrait » des sciences physique et chimique, au moins devra-t-il être de l'ordre de l'intelligible transcendant les faits. Plus précisément, il devra être, comme le reconnaît Gilles Gaston Granger dans *La Science et les sciences*³², un « schème » ou des « schèmes abstraits » exprimés dans un langage scientifique épuré des notions vulgaires et de tout jugement de valeurs avec pour visée l'explication, la compréhension et, dans la mesure du possible, la prévision des faits et des significations de ces faits de manière objective, vérifiable dans l'expérience. En d'autres termes, le « schème » ou « l'interférence des schèmes théoriques » doivent jouer le rôle de référentiel, de matrice théorique pour dégager un intelligible abstrait qui se présente comme la « raison » des faits et de leurs liaisons systémiques ou consécutives.

III₃. De la métaphysique de la Nature dans son rapport au « réel scientifique »

Maintenant, remarquons ceci : l'attention de l'épistémologue à ces différences régionales, avec leur essence propre, est redoublée par l'attention du métaphysicien de la Nature, mais leur but est différent. Le but du métaphysicien dépasse celui des épistémologues et des scientifiques, puisqu'il s'agit pour lui de penser l'unité de la Nature dans la forme d'un système. En d'autres termes, le métaphysicien doit articuler les réalités différenciées sur le plan phénoménologique qui n'est pas nécessairement ordonné culturellement au savoir scientifique.

Le métaphysicien, – dirons-nous en empruntant le vocabulaire de Kant, – est pourvu du « sens cosmique » de la Nature comme « totalité ». Il a le sens de l'unité de la nature physique, chimique, biologique et astrophysique. Mais, s'il veut que son entreprise ait quelque validité, il doit suivre les résultats des sciences de ces régions phénoménales. Et, précisément, ce que les sciences contemporaines apportent, c'est non pas une théorie unifiée de l'ensemble des réalités, mais de multiples théories qui tendent à cette unification. Notamment au niveau physique et astrophysique les théories réalisent petit à petit l'unité des forces de la nature ; sur le plan biologique, l'unité fondamentale du vivant, la cellule avec l'ADN en son noyau, a été découverte par la théorie cellulaire et les théories de chimie organique. Couplées à la théorie de

³² cf., *La Science et les sciences*, Paris, PUF, Que sais-je ? 1993, p. 89 et sq.

l'évolution et aux connaissances paléontologiques, ces théories unifient la dynamique historique de l'ensemble des êtres vivants.

Ainsi la métaphysique de la Nature reprenant ce mouvement épistémologique d'unification doit penser, à nouveau, dans ce que j'appellerai des « catégories » de type philosophique, les concepts scientifiques des niveaux de réalité enchâssés les uns dans les autres et émergents les uns à partir des autres sans céder à la séduction d'une réduction des niveaux de réalité, des ordres de réalités à la méthode mathématisante de la physique et de la chimie.

Donnons un exemple.

Georges Simondon, dans *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*³³, analyse philosophiquement la complémentarité onde/ corpuscule de la mécanique quantique comme l'émergence, – depuis une « réalité pré-individuelle » faite de « potentiel énergétique » avec possibilité de « résonance interne », – de deux réalités individuelles que sont le corpuscule et l'onde. De même façon, c'est-à-dire par ce qu'il catégorise comme « transduction », il rend compte, tout en suivant les processus scientifiques d'individuation qui leur est propre, des ordres de réalité que sont l'ordre physique, vital et même psychosocial. En opposition à une ontologie de la substance et des relations entre substances, il prône une ontologie des relations pour penser les structurations transductives et émergentes des individus, des objets.

L'effort philosophique d'unification de Georges Simondon ne s'arrête à la métaphysique de la Nature, puisqu'il inclut le psychosocial, et même toutes les réalités anthropologiques.

III.4. Métaphysique de la totalité de l'Être et « réel scientifique »

En effet, l'effort métaphysique ne se limite pas à la métaphysique de la Nature. Il embrasse la totalité de l'Être ; ce qui signifie qu'il prend en compte non seulement la nature, mais également l'homme et dieu. L'homme dans son émergence et son inscription dans la Nature. L'homme générique dans ses manifestations, dans ses œuvres, ses institutions, dans ses pensées, – y compris ses pensées métaphysiques. Dieu en tant qu'Absolu à partir duquel peut être pensée la synthèse dynamique de la Nature et de l'Homme dans sa liberté et son histoire.

Mais, encore une fois, ce faisant, une telle métaphysique de la totalité de l'Être devra, pour avoir quelque validité, non seulement avoir une forme systématique cohérente, sans hiatus ou contradiction interne, mais encore ses « catégories », – appelées ainsi pour les distinguer des « concepts scientifiques » et des « concepts épistémologiques », – devront cependant en reprendre la teneur de sens, c'est-à-dire prendre en compte les réels scientifiques corrélats des objectivations scientifiques, pour que la spéculation métaphysique s'ancre dans le réel effectif, non relatif au point de vue anthropomorphique du sens commun.

Hegel, sans aucun doute, a construit l'édifice encyclopédique qui peut servir de modèle à une telle métaphysique. Mais ce modèle est à refaire. D'une part, les connaissances scientifiques se sont développées, perfectionnées, étendues et ont introduit l'évolution historique dans la Nature. D'autre part, le statut de la spéculation métaphysique ne saurait être « dogmatique » et prétendre mieux que la science, voire en

³³ *L'Individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, Grenoble, Millon, 2005.

contradiction avec elle, à saisir la « réalité effective ». Le statut de cette spéculation doit être « critique » et simplement « réflexif », c'est-à-dire que ses « catégories », même si elles sont articulées sur les « concepts scientifiques », comme on le voit chez Simondon, doivent avoir un statut « réflexif » et « analogique ».

Un des métaphysiciens français qui nous offre un modèle de cet ordre et à cette hauteur de vue est André Stanguennec. Dans les trois tomes de la *Dialectique réflexive*³⁴, il renoue avec la soif métaphysique de la totalité de l'Être. Et il étanche cette soif de manière critique en s'appuyant sur la catégorie du « soi » comme « puissance d'auto- négation » pour penser réflexivement, analogiquement et dialectiquement le « réel scientifique » élaboré par les sciences, mais également pour penser tous les ordres de réalité non abordés par la science afin de les ordonner dans leurs émergences et les articuler dans leur dynamique interne et externe.

Le « réel scientifique » est donc à la fois un point d'arrivée pour le scientifique et un point de départ pour le métaphysicien. C'est dire qu'avant de penser le tout de l'Être, afin d'en faire l'encyclopédie, il faut se plier humblement à la discipline des sciences pour construire ou reconstruire intellectuellement le « réel scientifique ».

Michel-Elie Martin,
Conférence faite à la Société Nantaise de Philosophie,
Nantes, 5 mai 2023,

³⁴ *La Dialectique réflexive, Lignes fondamentales d'une ontologie du soi*, Presses Universitaires du Septentrion, 2006 ; *Être, Soi, Sens, Les antécédences herméneutiques de La dialectique réflexive*, Presses Universitaires du Septentrion, 2008 ; *Analogie de l'être et attribution du sens, La dialectique réflexive (III)*, Presses Universitaires du Septentrion, 2013.