

## *Qu'est-ce qu'une loi de la nature ?*

S'il y avait une loi de causalité, elle pourrait se formuler : « Il y a des lois de la nature. »  
Mais à la vérité on ne peut le dire : cela se montre.

L. WITTGENSTEIN, *Tractatus logico-philosophicus* (6.36)

### **Introduction : discussion terminologique.**

En tant qu'être vivant, l'homme *agit* ; il agit *dans* et *sur* son environnement. Afin de pouvoir régler son action sur ses fins, il est naturellement amené à prédire les conséquences de ses actions, à tenter de contrôler son environnement, c'est-à-dire d'accéder – au moins partiellement – à la connaissance de ce dernier. *L'expérience*, au sens de *ce qui est vécu* (et non celle dans l'acception scientifique), nous enseigne à travers *l'habitude* les premières régularités de cet environnement objet – mais aussi source, voire sujet – de notre connaissance, de cette *nature* dans et sur laquelle nous agissons. La permanence de notre corps, l'écoulement de notre vécu, le lever du soleil en seraient des exemples frappants. Ces régularités, ces quasi-certitudes, font naître et nourrissent une pensée qui pourrait se formuler « ainsi sont les choses », érigeant cette dernière à la fois comme *description* du passé et comme *norme* à suivre pour notre futur : ainsi notre expérience nous induit-elle à formuler des *lois* de la nature. Même s'il faudrait sans doute plus de temps à *l'habitude* pour faire effet, nous observons tout au long de notre vie les caractères évolutif et mortel des êtres vivants : pourrait-on parler d'une loi *biologique* de la nature, d'une loi de nature *biologique* ? Le lever du soleil pourrait-il s'instituer en loi de nature *physique* ? Explorant les capacités de notre pensée, notre raisonnement peut-il être dit régi par des lois de la pensée, par les lois de nature *logique* ? Et les pensées que notre raisonnement connecte, censées nous apporter connaissance, expriment-elles dans leur forme pure quelque loi universelle, de nature *mathématique* ? Que dire enfin et plus généralement de l'apport des sciences humaines (qui comprennent mathématique, logique, histoire...) : ne nous apportent-elles pas des lois de nature *humaine* précisément ?

Prenant *nature* au sens d'*environnement*, de *monde* (environnant), nous venons de suggérer quelques *modes*, ou *caractères*, c'est-à-dire différentes *natures*, selon lequel(le)s ce monde est apparemment *régi*, *légiféré* : nous avons ainsi parlé de ses natures biologique, physique, logique, mathématique et humaine. Ainsi pensons-nous légitimement, à travers ce glissement grammatical du substantif *nature* aux modes *natures*, pouvoir décliner « lois de la nature » en autant de « lois de notre monde *vu selon tel mode* », « selon tel *caractère* », « selon telle *nature* » : c'est-à-dire en autant de

« lois *de telle nature* de notre environnement ». Ces divers modes, ces multiples caractères du monde ou encore – forçons l'ambiguïté pour mieux la dissiper – ces différentes natures de la nature fourniront autant de perspectives à notre travail, avant de conclure sur une éventuelle *Nature* qui les transcenderait toutes.

Il convient ensuite de relever l'ambiguïté du « de » dans « lois de la nature » : est-il *génitif* – and are we then speaking of *Nature's laws*? ou bien est-il *complément du nom*, alors interchangeable avec son adjectif correspondant *naturel* – and shall we then be dealing with *natural laws*?

Dans le premier cas se dégagent deux axes de réflexion : « *Pourquoi* la nature *posséderait-elle* des lois ? En quoi cela concerne-t-il l'homme ? ». Nous reviendrons sur cette double nécessité des lois : existence et portée effective.

Le deuxième cas nous semble seulement rappeler, *via* l'opposition *nature-homme*, que l'on ne parlera pas dans ce travail de lois humaines au sens d'un système judicio-législatif régissant une société : cette opposition, par cela même qu'on la nomme ainsi, soulève la question des rapports (et, disons-le dès à présent, de l'*appartenance*) de l'homme à la nature – et, partant, celle du rapport entre lois naturelles et lois humaines. Le « Tu ne tueras point » humain ne serait-il pas *subordonné* à quelque principe vital *naturel* ?

Par ailleurs, dans un cas comme dans l'autre, nous devons dénoncer une *deuxième* ambiguïté du « de » : que nous parlions de *Nature's laws* ou de *natural laws*, parle-t-on des lois *qui s'appliquent* à la nature ? ou bien des lois *établies par* la nature ? La dualité nature-homme soulève naturellement la question duale, qui marque peut-être plus clairement l'ambiguïté : l'homme est-il législateur ou légiféré ? Ambiguïté donc des *entités légiférantes* et des *entités légiférées* – nous y reviendrons.

Après avoir éclairé le substantif *nature*, devenu pour notre travail *un mode*, nous allons – bien plus brièvement – regarder le terme *loi*.

Nous avons déjà évoqué son double visage *descriptif-normatif*, ainsi que la dualité *créateur-subisseur*. Un autre duo, sur lequel nous nous appesantirons, est celui de leur forme et de leur contenu : concernant la forme, dans quel *langage* sont-elles énoncées ? *Peuvent-elles* seulement énoncées ? Concernant le contenu : pourquoi cette énonciation devrait-elle précisément *faire loi* ? Pourquoi et comment *se réalisent-elles* ? En d'autres termes, qu'est-ce qui fonde leur légitimité, la validité de leur contenu, – lâchons le mot – leur *causalité* ?

Nous nous proposons d'apporter quelques éléments de réponses aux questions soulevées à travers GALILÉE, Johannes KÉPLER, Isaac NEWTON, David HUME, Henri POINCARÉ, Pierre DUHEM, Erwin SCHRÖDINGER, Hans HAHN, Willam QUINE, Ferdinand GONSETH, Claude BERNARD, Georges CANGUILHEM, Henri BERGSON et Ludwig WITTGENSTEIN.

## **Le livre de la nature (physique) est écrit en mathématique.**

L'idée de loi de la nature, permettant prédictions au sujet de et actions sur notre environnement, est à l'origine de la pratique scientifique moderne. Nous pouvons sans doute faire remonter cette idée aux travaux de GALILÉE sur la chute des corps, en particulier dans son *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* (1632), où, étudiant la chute libre d'une masse dans l'air, il observe la proportionnalité entre vitesse à l'impact et temps de chute (indépendamment de la masse du corps chutant). Ce fait d'expérience (vécue) établi en fait scientifique prend la forme de la loi  $v = g t$  où  $t$  est n'importe quel temps,  $v$  la vitesse du corps chutant au temps  $t$  (et  $g$  une constante prenant en compte la gravitation terrestre). Cette loi, très simple dans sa forme, possède une propriété remarquable : *elle est*

*formulée en langue mathématique.* En effet, les grandeurs temps et vitesse (notions physiques) sont modélisés par leur mesures numériques (notions mathématiques), reliées par une opération mathématique (ici la multiplication) et par une relation mathématique (ici l'égalité). Cette propriété, que l'on retrouvera dans la plupart des énoncés de la science physique, est sans doute ce qui amena GALILÉE à écrire :

La philosophie est écrite dans ce vaste livre qui constamment se tient ouvert devant nos yeux (je veux dire l'Univers), et on ne peut le comprendre si d'abord on n'apprend pas à connaître la langue et les caractères dans lesquels il est écrit. Or il est écrit en langue mathématique, et ses caractères sont les triangles, les cercles et autres figures géométriques, sans lesquelles il est humainement impossible d'en comprendre un seul mot, sans lesquelles on erre vraiment dans un labyrinthe obscur.

À la suite de GALILÉE, nous mentionnons KLÉPER et ses trois lois concernant la révolution des planètes de notre système solaire : cela pour donner des lois d'énoncés plus complexes mais qui ont justement fait loi (de par leur succès). Selon ces lois : chaque planète décrit une ellipse dont l'un des foyer est le soleil, sont égales les aires balayées par un segment joignant la planète considérée au soleil en des temps égaux, le carré de la période de révolution est proportionnelle au cube du grand axe de son ellipse. Nul doute : ces lois sont formulées dans un langage mathématique que le profane ne peut plus suivre sans l'avoir étudié.

Un mot sur la genèse de ces lois : leur efficacité, le fait déconcertant qu'elle collent aux données astronomiques de l'époque, ne doit pas faire oublier que ces données (dont nombreuses sont dues à Tycho BRAHÉ) ont été un terreau fertile, quel que fût le génie de KÉPLER pour en *induire* ses lois, desquelles l'on peut *déduire* non seulement ces données (passées) mais encore déduire celles futures. Telle est du moins leur prétention, que les faits n'ont pas démentie à l'époque. Ceci brièvement en passant pour signaler la dualité induction/déduction encerclant toute loi.

De KÉPLER nous devons passer à NEWTON, qui s'appuya grandement sur les lois de ce dernier pour énoncer sa loi de gravitation universelle dans son œuvre maîtresse *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687) (noter dans le titre la mention explicite à la nature et à la mathématique) dont on connaît le succès retentissant et qui fonda la mécanique éponyme. Les lois énoncées dans ces *Principes* furent écrites dans un langage *vectorel* et *différentiel*, domaines mathématiques légèrement plus complexes que celui des lois de KÉPLER, afin de fournir des outils mathématiques censés modéliser les *forces* mécaniques ainsi que leur *variations* instantanées.

Devant un tel succès pratique (et nous n'avons pas parlé de celui de ses petites sœurs, la relativité d'EINSTEIN et la mécanique quantique, dont les concepts mathématiques sont d'une tout autre complexité), comment résister à la tentation de voir le monde comme étant *déterminé* par quelques lois fondamentales ? de faire sortir de ces lois quelque principe *métaphysique* expliquant leur succès *pratique* (l'unique source – ne l'oublions pas ! – de leur succès) ? Ainsi semble créée et légitimée la causalité.

### **La causalité est un mythe fondé sur l'habitude.**

Interrogeons cette mystérieuse (mystique ?) causalité en donnant la parole à David HUME :

As to past *Experience*, it can be allowed to give *direct* effect and *certain* information of those precise objects only, and that precise period of time, which fell under its cognizance: but [why this experience should be extended to future times](#), and to other objects, which for aught we know, may be only in appearance similar; [this is the main question on which I would insist](#).

Dans son *Enquête sur l'entendement humain* (1748), HUME met en exergue l'*habitude* (de la

*répétition*) comme fondement ultime de notre capacité à prédire :

All inferences from experience [...] are effects of custom, not of reasoning.

[...]

this customary transition of the imagination from on object to its usual attendant, is the sentiment or impression from which we form the idea of power or necessary connexion. Nothing farther is in the case.

Pour être plus précis, l'habitude fonde notre *confiance* en la validité de nos prédictions, confiance sans laquelle il ne nous serait pas possible d'envisager la moindre actions :

Here [...] is a kind of pre-established harmony between the course of nature and the succession of our ideas; and though the powers and forces, by which the former is governed, be wholly unknown to us; yet our thoughts and conceptions have still, we find, gone on in the same train with the other works of nature. *Custom is that principle, by which this correspondence has been effected; so necessary to the subsistence of our species, and the regulation of our conduct, in every circumstance and occurrence of human life.*

Ainsi la notion de cause se retrouve-t-elle réduite à celle de successions répétées, faute de pouvoir briser le fond pragmatique à l'aide de quelque outil métaphysique :

Similar objects are always conjoined with similar. Of this we have experience. Suitably to this experience, therefore, we may *define a cause to be an object, followed by another, and where all the objects similar to the first are followed by objects similar to the second.* Or in other words *where, if the first object had not been, the second never had existed.* This appearance of a cause always conveys the mind, by a customary transition, to the idea of the effect. Of this also we have experience. We may, therefore, suitably to this experience, form another definition of cause, and *call it, an object followed by another, and whose appearance always conveys the thought to that other.* But though both these definitions be drawn from circumstances foreign to the cause, we cannot remedy this inconvenience, or attain any more perfect definition, which may point out that circumstance in the cause, which gives it a connexions with its effect. We have no idea of this connexion, nor even any distinct notion what it is we desire to know, when we endeavour at a conception of it. [...] *We may consider the relation of cause and effect in either of these two lights: but beyond these, we have no idea of it.*

Toute action se trouve en fin de compte fondée sur l'expérience (vécue)

*It is only experience, which teaches us the nature and bounds of cause and effect, and enables us to infer the existence of one object from that of another*

Nous souhaitons pousser l'analyse de HUME peut-être plus loin qu'il ne l'aurait fait. Lorsque se pose par exemple la question de l'efficacité de la méthode mathématique en sciences, quand on souhaite expliquer cette « déraisonnable efficacité des mathématiques » (pour citer Eugene WIGNER), les écoles métaphysiques s'affrontent sur le sens profond de la réalité, sur l'ontologie mathématique et physique, sur la validité des principes logiques et causaux : pourquoi ne pas simplement invoquer la sagesse humienne et observer pragmatiquement que l'expérience (passée et vécue) montre qu'une telle démarche porte ses fruits et permet de guider pratiquement nos actions ? Nous ne souhaitons évidemment pas fermer la recherche d'éclaircissement sur ce point, mais simplement rappeler que le bon sens n'a pas à attendre de tels éclaircies métaphysiques avant de prétendre droit à l'action. Citons POINCARÉ à notre appui dans *La science et l'hypothèse* (1902) :

Mais alors qui nous donne le droit d'attribuer au principe lui-même plus de généralité et plus de précisions qu'aux expériences qui ont servi à le démontrer ? C'est là se demander s'il est légitime, comme on le fait tous les jours, de généraliser les données empiriques, et je n'aurai pas l'outrecuidance de discuter cette question après que tant de philosophes se sont vainement efforcés de la trancher. *Une seule chose est certaine : si cette faculté nous était refusée, la science ne pourrait exister ou, du moins, réduite à une sorte d'inventaire, à la constatation des faits isolés, elle n'aurait pour nous aucun prix, puisqu'elle ne pourrait donner satisfaction à notre besoin d'ordre et d'harmonie et qu'elle serait en même temps incapable de prévoir.* Comme les circonstances qui ont précédé un fait quelconque ne se reproduiront vraisemblablement jamais toutes à la fois, il faut déjà une première généralisation pour prévoir si ce fait se renouvellera

encore dès que la moindre de ces circonstances sera changée

## Une théorie physique est une théorie mathématique.

le tableau physique du monde manque de toutes les qualités sensibles qui concourent à former le Sujet de la Connaissance. Le modèle est incolore, inaudible et impalpable. De la même façon, et pour la même raison, le monde de la science manque, ou est privé, de tout ce qui ne prendrait un sens que par rapport au sujet contemplant, percevant et sentant consciemment. J'entends par là tout d'abord les valeurs éthiques et esthétiques, toutes les valeurs, tout ce qui est lié au sens et au but de l'ensemble de l'apparaître. Toute cela n'est pas seulement absent, mais ne peut, d'un point de vue purement scientifique, être inséré de manière cohérente. Si quelqu'un essaie de l'y mettre, dedans ou dessus, comme un enfant met de la couleur sur ses dessins, cela n'ira pas. Car **tout ce qui est fait pour entrer dans ce modèle du monde prend bon gré mal gré la forme d'une énoncé factuel scientifique ; et en tant que tel, il devient faux**

Ces propos de SCHRÖDINGER dans *L'esprit et la matière* (1956) nous mettent directement en face de l'impossibilité : les lois de la nature, une fois formulées, ne peuvent plus parler de la nature dont participe le sujet ! Cette entrée en matière se veut introduire la scission entre *le monde physique* prétendument décrit par les lois et *ce que les lois mathématiques peuvent effectivement décrire*.

Revenons en effet sur le langage utilisé dans la formulation des lois (toujours physiques). Pierre DUHEM nous sera d'un immense secours, à travers son ouvrage *La théorie physique – son objet, sa structure* (1906) :

*si les théories physiques ont pour objet d'expliquer les lois expérimentales, la Physique théorique n'est pas une science autonome ; elle est subordonnée à la Métaphysique.*

[...]

*Une Théorie physique n'est pas une explication. C'est un système de proposition mathématiques, déduites d'un petit nombre de principes, qui ont pour but de représenter aussi simplement, aussi complètement et aussi exactement que possible, un ensemble de lois expérimentales.*

[...]

Lorsqu'on analyse une théorie créée par un physicien qui se propose d'expliquer les apparences sensibles, on ne tarde pas, en général, à reconnaître que cette théorie est formée de deux parties bien distinctes ; l'une est la partie simplement représentative qui se propose de classer les lois ; l'autre est la partie explicative qui se propose, au-dessous des phénomènes, de saisir la réalité.

Ces premières citations donnent le ton : il y a d'un côté les *phénomènes physiques* qui nous intéressent, de l'autre *la mathématique* qui les code. Le reste n'est qu'ingérence métaphysique.

La Physique théorique ne saisit pas la réalité des choses ; elle se borne à représenter les apparences sensibles par des signes, par des symboles.

[...]

à son point de départ, comme à son point d'arrivée, **le développement mathématique d'une théorie physique ne peut se souder aux faits observables que par une traduction.**

[...]

*Une expérience de Physique est l'observation précise d'un groupe de phénomènes accompagnée de l'INTERPRÉTATION de ces phénomènes ; cette interprétation substitue aux données concrètes réellement recueillies par l'observation des représentations abstraites et symboliques qui leur correspondent en vertu des théories admises par l'observateur.*

Pourquoi avoir choisi la mathématique comme domaine modélisant ? Parce qu'elles sont le domaine *discursif* dont la *validité* est *optimale* : si l'on veut assurer un discours rationnel, une démonstration, c'est assurément en mathématique qu'il faut chercher à s'exprimer. (Ce point est indépendant de DUHEM mais trouve ici particulièrement sa place, le rôle de la mathématique ayant été clairement mis à jour.)

Une autre raison à la pertinence de la mathématique comme langage des lois naturelles est son

caractère *unifiant*, sa pluri-interprétabilité, résultant directement de son caractère *formel* : plusieurs phénomènes d'apparence très éloignés peuvent être interprétés dans une *même* loi. La citation suivante de POINCARÉ, extraite de *La valeur de la science* (1905), parle d'elle-même :

Le troisième exemple va nous montrer comment nous pouvons apercevoir des analogies mathématiques entre des phénomènes qui n'ont physiquement aucun rapport ni apparent, ni réel, de telle sorte que les lois de l'un de ces phénomènes nous aident à deviner celles de l'autre.

Une même équation, celle de Laplace, se rencontre dans la théorie de l'attraction newtonienne, dans celle du mouvement des planètes, dans celle du mouvement des liquides, dans celle du potentiel électrique, dans celle du magnétisme, dans celle de la propagation de la chaleur et dans bien d'autres encore.

Qu'en résulte-t-il ? Ces théories semblent des images calquées l'une sur l'autre ; elles s'éclairent mutuellement, en s'empruntant leur langage ; demandez aux électriciens s'ils ne se félicitent pas d'avoir inventé le mot de flux de force, suggéré par l'hydrodynamique et la théorie de la chaleur.

Ainsi les analogies mathématiques, non seulement peuvent nous faire pressentir les analogies physiques, mais encore ne cessent pas d'être utiles, quand ces dernières font défaut.

En résumé le but de la physique mathématique n'est pas seulement de faciliter au physicien le calcul numérique de certaines constantes ou l'intégration de certaines équations différentielles.

Il est encore, il est surtout de lui faire connaître l'harmonie cachée des choses en les lui faisant voir d'un nouveau biais.

Revenons à cette scission physique-mathématique opérée par DUHEM. On peut en démystifier le concept de *vérité* physique, de vérité d'un ensemble de lois (*i. e.* d'une théorie) :

une théorie *vraie*, ce n'est pas une théorie qui donne, des apparences physiques, une explication conforme à la réalité ; c'est une théorie qui représente d'une manière satisfaisante un ensemble de lois expérimentales ; une théorie *fausse*, ce n'est pas une tentative d'explication fondée sur des suppositions contraires à la réalité ; c'est un ensemble de propositions qui ne concordent pas avec les lois expérimentales. de saisir la réalité.

POINCARÉ soulève lui aussi la question de la vérité de deux théories irréconciliables en ces termes :

Quand un physicien constate une contradiction entre deux théories qui lui sont également chères, il dit quelquefois : Ne nous inquiétons pas de cela mais tenons fermement les deux bouts de la chaîne bien que les anneaux intermédiaires nous soient cachés. Cet argument de théologien embarrassé serait ridicule si l'on devait attribuer aux théories physiques le sens que leur donnent les gens du monde. En cas de contradiction, l'une d'elles au moins devrait alors être regardée comme fausse. Il n'en est plus de même si l'on y cherche seulement ce qu'on y doit chercher. Il peut se faire qu'elles expriment l'une et l'autre des rapports vrais et qu'il n'y ait de contradiction que dans les images dont nous avons habillé la réalité.

DUHEM relève à ce sujet l'impertinence des querelles métaphysiques que nous évoquons plus haut :

Philosophe plus profond que Laplace, Ampère voit avec une parfaite clarté l'avantage qu'il y a à rendre une théorie physique indépendante de toute explication métaphysique ; par là, en effet, on la soustrait aux querelles qui divisent les diverses écoles cosmologiques ; on la rend acceptable, en même temps, à des esprits qui professent des opinions philosophiques incompatibles

[...]

Que de discussions scientifiques où chacun des deux tenants prétend écraser son adversaire sous le témoignage irrécusable des faits ! On s'oppose l'un à l'autre dans des observations contradictoires. La contradiction n'est pas dans la réalité, toujours d'accord avec elle-même ; elle est entre les théories par lesquelles chacun des deux champions exprime cette réalité.

Ainsi tombe le mythe de la causalité physique, qui est d'une part renvoyée à la nécessité mathématique des lois, d'autre part filtrée et altérée par la traduction de ces lois et de leurs conséquences dans le monde physique.

Poussant cette conception plus loin, DUHEM titre un autre de ses ouvrages *Sauver les apparences*. La valeur d'une modélisation ne se mesure qu'à sa capacité à s'interpréter près des faits, aussi complexe soit cette modélisation mathématique. Si la théorie nous dit que le Soleil tourne autour de la Terre, il faudra certainement la complexifier grandement pour qu'elle colle aux observations mais nous ne devons pas nous sentir moins engagés dans son interprétation que si l'on avait dit que la Terre tournait autour du Soleil. Certainement cette dernière modélisation est-elle plus *commode* (pour citer POINCARÉ) mais elle n'est pas plus ou moins vraie (ce qui n'aurait aucun sens). Dans *La nature et les Grecs* (1948), SCHRÖDINGER abonde dans ce sens, faisant d'ailleurs le lien avec HUME :

La grande découverte de David Hume (1711-1776) consiste à remarquer **que la relation entre la cause et l'effet n'est pas directement observable et qu'elle n'exprime rien d'autre que la succession régulière**. Cette découverte épistémologique fondamentale a conduit les grands physiciens Gustav Kirchhoff (1842-1887), Ernst Mach (1838-1916), et bien d'autres, à affirmer que **la science de la nature ne fournit aucune explication, mais qu'elle vise seulement à obtenir une description complète et économique (Mach) des faits observés, et qu'elle ne peut au demeurant rien atteindre de plus**.

## La pensée est-elle légitime pour ériger des lois ?

Appelons Hans HAHN et son ouvrage *Logique, mathématiques et connaissance de la réalité* (1932). Nous y retrouverons quelques critiques de la validité des lois physiques. Indépendamment des révélations de DUHEM (physique et mathématique sont séparées dès le départ, même sur le directement observable), HAHN va plutôt attaquer le rôle de la pensée dans le déroulement des conséquences des lois, sa légitimité à affirmer quoi que de soit hors du pragmatiquement observable :

Selon cette manière de voir [la conception usuelle], **la physique expérimentale nous procure une connaissance des lois naturelles par l'observation directe ; la physique théorique applique alors la pensée à prolonger largement cette connaissance ; si bien que nous devenons capables de formuler des énoncés, même sur des phénomènes qui se déroulent très de nous dans l'espace et dans le temps et sur des phénomènes qui échappent par leur taille (grandeur ou petitesse) à toute observation directe**, cela en les rattachant à ce qui est directement observé au moyen des lois les plus générales, que la pensée a saisies, les lois de la logique et de la mathématique.

[...]

L'idée que la pensée pourrait nous procurer le moyen de savoir sur le monde plus que nous en observons, le moyen de déduire quelque chose qui devrait posséder une valeur absolue, toujours, partout, dans l'univers, le moyen de connaître les lois générales de tout être, cette idée nous apparaît enveloppé d'un complet mystère. **Comment pourrions-nous arriver à dire d'avance, au sujet d'une observation quelconque, avant même de l'avoir instituée, comment elle se présentera à nous obligatoirement ? D'où notre pensée tirerait-elle une sorte de pouvoir exécutif, obligeant une observation à donner ceci, et pas autre chose ? Pourquoi ce qui contraint notre pensée contraindrait-il aussi le cours du monde ?** Il faudrait nécessairement introduire, admettre par croyance, une harmonie merveilleuse et préétablie entre le cours de notre pensée et le cours de l'Univers ; cette représentation est profondément mystique et, au fond, d'ordre théologique.

a thèse est percutante et se passe de commentaire. HAHN poursuit en dissociant complètement faits et pensée :

**Nous ne pouvons comprendre aucun fait**, pas plus la modification que la persistance d'une qualité, le mouvement ou le repos d'une corps. **Nous pouvons comprendre une transformation tautologique, mais jamais quelque chose d'observable**. « Comprendre » se rapporte à la pensée, comme « voir » se rapporte aux couleurs et « entendre » aux sons. Mais, puisque nous ne pouvons pas saisir les faits par la pensée, que nous ne les pouvons saisir exclusivement que par l'observation, **nous ne pouvons pas non plus comprendre un fait qu'entendre une couleur et voir un son**. Cela ne tient pas, bien évidemment, à la mauvaise qualité de nos yeux ou de nos oreilles ; et, si nous ne pouvons pas comprendre des faits, ce n'est pas davantage en raison d'une infirmité de notre pensée ; c'est uniquement parce que fait et pensée n'ont rien de commun

D'une certaine manière, lorsque DUHEM dissocie *le discours mathématique* de ses prétendues conséquences nécessaires sur le monde, HAHN procède de même en dissociant *la pensée* des faits. Si l'on pensait qu'une loi de la nature nous aidait à *comprendre* cette dernière, HAHN fait plus que nous mettre en garde :

Notre pensée ne saurait saisir aucune réalité d'aucune sorte ; elle ne peut nous informer sur aucun fait du monde ; elle ne touche qu'à la manière dont nous parlons de lui et ne peut que faire subir des transformations à ce que nous en disons. Il n'est aucun moyen de faire surgir *par la pensée*, derrière le monde sensible que l'observation nous fait percevoir, un « monde de l'être véritable ». **Toute métaphysique est impossible**. Impossible, non pas parce qu'un tel problème dépasserait la pensée humaine, mais parce qu'il manque de sens

Son opinion quant aux lois naturelles est explicite :

**d'aucune loi naturelle, nous ne savons si elle a valeur de loi** ; ces prétendues lois ne sont formulées qu'à titre d'essai ; ce sont des *hypothèses*. Ce faisant, par contre, nous exprimons implicitement beaucoup d'autres propositions, que la pensée s'efforcera de manifester à notre conscience. Tout le temps que ces dites propositions, pour autant qu'elles se rapportent à de l'observable, seront vérifiées par l'observation, nous dirons que les lois naturelles sont confirmées, et nous les accepterons. S'il n'en est pas ainsi, il faudra travailler à les remplacer par d'autres.

Il en est de même quant au mythe de la vérité :

*Le grand problème de la vérité*. L'ancienne conception métaphysique le voyait à peu près comme suit : il y a une réalité ; il y a un monde de l'être vrai ; une proposition est vraie, si elle concorde effectivement avec ce qui se passe dans cette réalité. [...] Malheureusement, cette réalité n'est pas à notre portée, et nous ne pouvons pas appliquer la définition qui précède. C'est une déveine pour l'espèce humaine, mais cela ne change rien à la situation.

Puisque nous ne pouvons pas vérifier si une affirmation concorde avec la réalité, acceptons *la conception pragmatique* : la vérité d'une proposition consistant dans sa confirmation. De fait, la vérité s'en trouve **dépouillée de caractère absolu, éternel** ; elle devient relative, humanisée ; mais, du moins, elle comporte une critère *applicable*. A quoi pourrait bien mener un concept de vérité, qui ne serait pas utilisable ?

[...]

On objecterait vraiment que cette notion pragmatique de la vérité ne serait pas une notion exacte, que la loi de gravitation aurait toujours été fautive et que les physiciens se seraient simplement trompés en la tenant pour vraie pendant un temps aussi long, cela parce qu'elle s'était confirmée pendant une longue durée. *Argumenter ainsi, c'est employer illégitimement le mot « vrai », l'employer métaphysiquement* ; pour qu'il en fût autrement, il faudrait pouvoir indiquer les circonstances effectivement contrôlables, qui permettraient d'affirmer : « La loi de gravitation est vraie ».

## Caractère organique d'un ensemble des lois

Suivant DUHEM, si l'on souhaite *in fine* sauver les apparences, il est toujours possible de reconcevoir le système modélisant tant est qu'il se concilie à l'expérience :

le physicien ne peut jamais soumettre au contrôle de l'expérience une hypothèse isolée, mais **seulement tout un ensemble d'hypothèses** ; lorsque l'expérience est en désaccord avec ses prévisions, elle lui apprend que l'une au moins des hypothèses qui constituent cet ensemble est inacceptable et doit être modifiée ; mais elle ne lui désigne pas celle qui doit être changée.

[...]

L'horloger auquel on sonne une montre qui ne marche pas en sépare tous les rouages et les examine un à un jusqu'à ce qu'il ait trouvé celui qui est faussé ou brisé ; le médecin auquel on présente un malade ne peut le disséquer pour établir son diagnostic ; il doit deviner le siège et la cause de mal par la seule inspection des désordres qui affectent le corps entier. C'est à celui-ci, non à celui-là, que ressemble le physicien chargé de redresser une théorie boiteuse.

[...]

*Chercher à séparer chacune des hypothèses de la Physique théorique des autres suppositions sur lesquelles repose cette science, afin de la soumettre isolément au contrôle de l'observation, c'est poursuivre une chimère ; car la réalisation et l'interprétation de n'importe quelle expérience de Physique impliquent adhésion à tout un ensemble de propositions théoriques.*

[...]

*Le seul contrôle expérimental de la théorie physique qui ne soit pas illogique consiste à comparer le SYSTÈME TOUT ENTIER DE LA THÉORIE PHYSIQUE À TOUTE L'ENSEMBLE DES LOIS EXPÉRIMENTALES, et à juger si celui-ci est représenté par celui-là d'une manière*

En 1980, dans *Deux dogmes sur l'empirisme*, QUINE reformulera une thèse semblable :

La totalité de ce qu'il est convenu d'appeler notre savoir ou nos croyances, des faits les plus anecdotiques de l'histoire et de la géographie aux lois les plus profondes de la physique atomique, ou même des mathématiques pures et de la logique, est une étoffe tissée par l'homme, et donc le contact avec l'expérience ne se fait qu'en bordure. Ou encore, pour changer d'image, la science totale est comparable à un champ de forces, dont les conditions limites seraient l'expérience. Si un conflit avec l'expérience intervient à la périphérie, des réajustements s'opèrent à l'intérieur du champ. Il faut alors redistribuer les valeurs de vérité entre certains de nos énoncés. La réévaluation de certains énoncés entraîne la réévaluation de certains autres, à cause de leurs liaisons logiques – quant aux lois logiques elles-mêmes, elles ne sont à leur tour que des énoncés de plus dans le système, des éléments plus éloignés dans le champ. Lorsqu'on a réévalué un énoncé, on doit en réévaluer d'autres, qui peuvent être soit des énoncés qui lui sont logiquement liés, soit les énoncés de liaison logique eux-mêmes. Mais le champ total est tellement sous-déterminé par ses conditions limites, à savoir l'expérience, qu'on a toute latitude pour choisir les énoncés qu'on veut réévaluer, au cas où interviendrait une expérience contraire. Aucune expérience particulière n'est, en tant que telle, liée à un énoncé particulier situé à l'intérieur du champ, si ce n'est indirectement, à travers des considérations d'équilibre concernant le champ pris comme un tout.

[...] **On peut toujours maintenir la vérité de n'importe quel énoncé, quelles que soient les circonstances. Il suffit d'effectuer des réajustements radicaux dans d'autres régions du système.** On peut, même, en cas d'expérience récalcitrante, préserver la vérité d'un énoncé situé tout près de la périphérie, en alléguant une hallucination, ou en modifiant certains des énoncés qu'on appelle loi logiques. Réciproquement, et du même coup, aucun énoncé n'est à tout jamais à l'abri de la révision. On a été jusqu'à proposer de réviser la loi logique du tiers exclu, pour simplifier la mécanique quantique ; quelle différence de principe entre un changement de ce genre et ceux par lesquels Képler a remplacé Ptolémée, Einstein a remplacé Newton, ou Darwin a remplacé Aristote ?

Non sans rapport, lorsque se pose la question de vérifier la validité d'une lois, tout un dispositif instrumental est mis en jeu. Sa pertinence résulte de théorie déjà établies, éprouvées par d'autres instruments eux-même reconnus par des théories antérieures et ainsi de suite. Ainsi la question de la mesure se trouve-t-elle inextricablement mêlée aux holisme de DUHEM-QUINE. Dans *L'esprit et la matière*, SCHRÖDINGER démonte ce mécanisme à poupées russes et dévoile *le rôle fondamental de l'observateur*, en tant que *mesureur de dernière instance* :

je voudrais insister sur deux points d'importance générale, qui s'appliquent à presque toutes les mesures physiques.

L'état de choses sur lequel je me suis étendu [...] est souvent décrit en disant que, **au fur à et mesure que la technique de mesure est raffinée, l'observateur est progressivement remplacé par des appareils de plus en plus complexes. Or cela n'est certainement pas vrai dans le cas présent ; il n'est pas remplacé progressivement : il l'est depuis le début.** J'ai essayé d'expliquer que l'impression colorée du phénomène, qu'a l'observateur, ne fournit pas le moindre indice concernant sa nature physique. Le dispositif consistant à tracer un réseau et à mesurer certaines longueurs et certains angles doit être introduit, avant l'on puisse obtenir la plus grossière des connaissances qualitatives de ce que nous appelons la nature physique objective de la lumière et de ses composantes physiques. Telle est l'étape pertinente. Le fait que le dispositif soi progressivement raffiné par la suite, bien que demeurant essentiellement le même, est sans importance épistémologique, aussi grande que soit l'amélioration obtenue.

Le second point à noter est que **l'observateur n'est jamais entièrement remplacé par les instruments** : en effet, s'il l'était, il ne pourrait de toute évidence pas obtenir la moindre connaissance. Il doit avoir construit l'instrument et, que ce soit avant sa construction ou après, il doit avoir effectué des mesures soigneuses de ses dimension et vérifié ses parties mobiles (disons un bras d'appui tournant autour d'une pointe conique et glissant le long d'une graduation angulaire circulaire), de façon à s'assurer que le mouvement est exactement celui qui est prévu. Il est vrai que, pour certaines mesures et vérifications, le physicien dépendra du fabricant qui a produit et livré l'instrument ; pourtant, toute cette information remonte en fin de compte aux perceptions sensorielles d'une ou de plusieurs personnes vivantes, quel que soit le nombre de dispositifs ingénieux utilisés pour faciliter le travail. *En fin de parcours* l'observateur, lorsqu'il utilise l'instrument pour sa recherche, doit en effectuer la lecture, qu'il s'agisse de lectures directes d'angles ou de distances, mesurés sous le microscope ou séparant des raies spectrales enregistrées sur une plaque photographique. Plusieurs dispositifs utiles peuvent faciliter ce travail, par exemple l'enregistrement photométrique de la transparence de la plaque,

qui produit un diagramme amplifié sur lequel la position des raies peut aisément être lue. Mais elle doit être lue ! Les sens de l'observateur doivent en fin de compte entrer en jeu. L'enregistrement le plus soigné ne nous dit rien s'il n'est pas analysé.

[...] cet état de choses était clairement compris par le grand Démocrite au V<sup>e</sup> siècle avant notre ère, alors qu'il n'avait aucune connaissance du moindre appareil de mesure physique comparable, même de loin, à ceux dont je vous ai parlé (qui sont parmi les plus simples qu'on utilise de nos jours).

Galien nous a préservé un fragment (Diels fr. 125) dans lequel Démocrite présente l'intellect (*διάνοια*) discutant avec les sens (*αἰσθήσει*) à propos de ce qui est « réel ». Le premier dit : « Apparemment, il y a la couleur, apparemment le doux, apparemment l'amer, en fait il y a seulement des atomes et le vide », à quoi les sens répondent : « Pauvre intellect, espères-tu nous vaincre alors que tu empruntes tes preuves de nous ? Ta victoire est ta défaite. »

Précisant cette ultime pierre de touche, GONSETH écrivait déjà en 1936 dans *Les mathématiques et la réalité* :

**On expérimente avec son corps, ses sens et ses membres, avant d'expérimenter avec des instruments. La physique expérimentale est en continuité avec ce qu'on pourrait appeler la physique de l'intuition. La science commence où le bon sens finit.**

### **Trois mythes du langage les lois (de la mathématique) : objet, vérité, nécessité.**

Nous avons plus haut dénoncé le mythe de la causalité, renvoyée à celle mathématique *modulo* quelque transformation résultant de la traduction retour de la mathématique vers la physique. Il est temps de parler un peu de ce monde modélisant.

Nous pensons pertinent d'appliquer DUHEM à lui-même. Ce qu'il dit de la *physique*, munie d'un concept mystifié de causalité et d'un autre de vérité, modélisée par la mathématique, nous pourrions tout à fait (et nous le faisons !) le transporter à la *mathématique*, munie d'un concept mystifié de nécessité et d'un autre de vérité, modélisé par le symbolisme formel. Ce transport est d'autant plus naturel qu'en mathématique surgit un *troisième* concept (nous reparlerons très bientôt des deux premiers) dont le caractère problématique n'apparaît pas aussi immédiatement en physique : celui d'*objet* (en un mot : *de quoi* parlent les lois ?).

Cela nous amène en retour à nous demander ce qu'est un objet physique. Au niveau macroscopique, la question semble oiseuse : ce boulet de canon qui décrit une trajectoire, a-t-on besoin de questionner son existence ? (Peut-être oui si l'on questionne toute notre perception immédiate, mais nous n'en parlerons pas.) Au niveau microscopique, la question est beaucoup plus intéressante : les descriptions d'objets classiques sont des outils mathématiques qui n'ont plus rien à voir avec un point ou une partie de l'espace : fonctions d'ondes en mécanique quantique, groupes simples en théorie des particules. Où sont donc passées les « visées » classiques, ces objets bien localisés dont nous avons l'habitude à notre échelle ?

La physique moderne a ébranlé la notion d'objet à un triple point de vue, au moins [...]

Dans chacun de ces trois cas, l'objet a perdu ses propriétés caractéristiques d'avoir une forme déterminée, d'exister sans réticence, et d'occuper un endroit déterminé de l'espace. Il ne désigne plus qu'une totalité assez mal définie qui ne se manifeste plus que par des effets d'ensemble pratiquement déterminés entre certaines limites, mais non déterminés « jusque dans l'infiniment petit ». En un mot, **la notion de l'objet se dégrade jusqu'à n'être plus qu'un « préjugé macroscopique ».**

Cette réponse de GONSETH résonnera quarante-six ans plus tard chez QUINE :

**La science est un prolongement du sens commun, et utilise la même tactique que lui : gonfler l'ontologie pour simplifier la théorie.**

Cette phrase percutante est extraite de *Deux dogmes sur l'empirisme*. Son auteur y aborde de

plein fouet la question ontologique en science, non sans rappeler le conventionalisme et le holisme de DUHEM dont nous avons parlé :

Étant empiriste, je continue à concevoir, en dernière instance, le schème conceptuel de la science comme un instrument, destiné à prédire l'expérience future à la lumière de l'expérience passée. Les objets physiques sont introduits conceptuellement dans ce contexte en tant qu'intermédiaires commodes – non qu'ils soient définis en termes d'expérience, simplement ce sont des entités postulées [*posits*] irréductibles, comparables, épistémologiquement parlant, aux dieux d'Homère. En ce qui me concerne, en tant que physicien profane, je crois aux objets physiques et non pas aux dieux d'Homère ; et je considère que c'est une erreur scientifique de croire autrement. Mais du point de vue de leur statut épistémologique, les objets physiques et les dieux ne diffèrent que par degré et non par nature. L'une et l'autre sortes d'entités ne trouvent de place dans notre conception qu'en tant que culturellement postulées. Si le mythe des objets physiques est épistémologiquement supérieur à la plupart des autres, c'est qu'il s'est révélé être un instrument plus efficace que les autres mythes, comme dispositif d'intégration d'une structure maniable dans le flux de l'expérience.

[...]

Du point de vue épistémologique, [les entités abstraites qui forment la substance des mathématiques] ont le même statut de mythe que les objets physiques et les dieux, ni meilleur ni pire : la seule différence étant le degré avec lequel ils facilitent nos interactions avec les expériences sensorielles.

[...]

La science totale, qu'elle soit mathématique, naturelle et humaine est [...] sous-déterminée par l'expérience. Les bordures du système doivent rester en ligne avec l'expérience ; le reste, avec tout son assortiment de mythes et de fictions complexes, a pour objectif la simplicité des lois.

Les questions ontologiques sont, de ce point de vue, sur le même plan que les questions de sciences naturelles. [...] Carnap maintient que ce n'est pas une question de fait, mais qu'il s'agit de choisir une forme de langage commode, un schème conceptuel ou un cadre commode pour la science. Je suis d'accord avec lui, mais à condition de dire la même chose des hypothèses scientifiques en général. [...]

La question de savoir s'il existe des classes semble être davantage une question de commodité du schème conceptuel ; la question de savoir s'il existe des centaures ou des maisons de brique dans la rue des Ormes semble être davantage une question de fait. Mais j'ai insisté sur le fait que cette différence n'est qu'une différence de degré et qu'elle provient de notre inclination vaguement pragmatique à ajuster tel fil de l'étoffe de la science, plutôt que tel autre, pour rendre compte d'une expérience récalcitrante particulière. Le conservatisme joue un rôle dans des choix de ce type, tout comme la recherche de la simplicité.

Revenons aux deux autres points soulevés par ce DUHEM appliqué à lui-même, vérité et nécessité : que sont que la vérité et la nécessité en mathématique ? Il semblerait fou de remettre en question ces notions : si l'on doute de la mathématique, que reste-t-il de la science ? Et pourtant, dès 1936, GONSETH écrivait dans *Les mathématiques et la réalité* :

La « crise actuelle des mathématiques et de la logique » est au fond une crise de l'idéal platonicien dans les dernières positions qu'il occupe. Désire-t-on vraiment la dénouer : c'est aux bases mêmes qu'il faut toucher. Il faut faire le sacrifice des notions que nous avons dites « éternellement fixées », des concepts « préalablement et exactement délimités » pour leur substituer les concepts « en devenir » et « ouverts vers leur avenir »

L'analyse pénétrante de DUHEM n'a même pas effleuré cette possible mutabilité de la mathématique, alors qu'un parallèle très évident lui était à portée de main (le transport dont nous parlions plus haut) pour peu que l'on se posât quelque question sur le sens des énoncés mathématiques. D'ailleurs, à travers ce transport duhemien, ce ne sont pas seulement les propos de Duhem mais plus généralement tout ce qui peut être dit du rapport entre physique et mathématique qui trouvera une interprétation dans un rapport entre mathématique et symbolisme.

Il est temps de donner plus longuement la parole à GONSETH.

*Pour être effective, la connaissance n'a pas besoin d'être portée la perfection dans aucune direction*

[...]

*la réalité telle que nous l'apercevons est une construction de plus ou moins autonome de notre esprit, dont les fins essentielles sont de rendre l'action possible.*

Tout commence ainsi par notre *capacité primitive à connaître*, connaissance visant en premier lieu à *l'action*. Nous nous retrouvons entièrement dans les termes de notre introduction :

Il y a des constatations dont l'évidence pratique s'impose. **On démontre le mouvement en marchant. Démontrer, c'est rassembler les éléments de la certitude pratique** (même en n'excluant pas la possibilité de circonstance singulières où elle pourrait être démentie). Et c'est dans ce sens que nous invoquons le témoignage des faits.

[...] nous savons — non d'une connaissance absolue et toujours infaillible, mais de façon toute pratique et de manière à pouvoir agir en conséquence — *nous savons que nos idées sur le monde est objets physiques méritent d'être crues*. Elles nous trompent rarement si nous n'en forçons pas la portée.

Ce *savoir* est un élément de connaissance tout à fait positif. Évidemment, il s'agit là d'une connaissance empirique ; d'une connaissance qui rejoint immédiatement les actes de la vie quotidienne et qui s'y incorpore. Mais si nous voulons prendre au sérieux le sentiment de sécurité qui accompagne nos gestes les plus habituels, il nous faut reconnaître :

a) Que nous ne sommes pas sans savoir quelque chose de notre propre connaissance des choses. [...]

Et b) Que notre façon de réagir implique une certaine connexion utilisable entre cette connaissance des choses et la conscience subjective que nous avons de celle-ci.

[...]

**La connaissance positive est celle qui, informant nos pensées et nos actions, ne se voit pas démentie par le développement des pensées et les conséquences des actions.** Même si le succès n'est que relatif, et que des circonstances nouvelles ou imprévues le remettent toujours en question.

Cette connaissance primitive inclut une certaine *idée intuitive du vrai* non pas métaphysique et tombant d'un ciel platonicien mais en tant que *pratiquement assuré* – et ainsi démystifié :

Nous reconnaissons donc la légitimité et même la nécessité d'une physique rudimentaire, qui ne tiendrait compte que des caractères les plus apparents des phénomènes, d'une physique toute naïve, dans laquelle nos impressions sensorielles seraient directement interprétées comme les symptômes évidents de *réalités pratiquement assurées*. La loi naturelle que voici, par exemple : « Deux objets différents ne peuvent pas occuper en même temps la même place dans l'espace » pourrait fort bien intervenir dans une physique de ce genre. Nous acceptons, en un mot, tout ce qui, dans la phénoménologie, répond à l'idée d'une *science naturelle des vérités élémentaires pratiquement assurées*.

[...]

**les jugements qui sont vrais parce qu'ils expriment ce qui est ou ce qui fut, ne le sont que pratiquement. Ils ne nécessitent pas l'intervention d'une vérité fixée définitivement ; il suffit d'une vérité elle-même pratique et sommairement délimitée. Je ne chercherai pas à analyser indéfiniment l'idée que je m'en fais, parce que ce serait la détruire ; je connais pour les besoins de la pensée et de l'action les conditions de son emploi ; je l'appelle la notion intuitive de vérité.**

Ce fondement pratiquement assuré permet un regard plus juste sur les « sciences primitives » que sont la géométrie et l'arithmétique. Déjà BERGSON l'annonçait en 1907 dans *L'évolution créatrice* (sans développer, ce qui a de quoi frustrer le lecteur) :

antérieurement à la géométrie savante, il y a **une géométrie naturelle dont la clarté et l'évidence dépassent celles des autres déductions.**

Et GONSETH de rajouter dans *Les fondements des mathématiques* (1926) :

Malgré l'appareil logique qu'elle emploie, et son renom de science exacte, la géométrie fut longtemps et presque jusqu'à nos jours, la géométrie **expérimentale** que nous venons d'esquisser

Quant au nombre, *qui* emploie de nos jours le terme *cardinalité* dans le but de rappeler le fait que le nombre (cardinal) est à l'origine une *propriété* vérifiée par l'expérience, par notre action itérative d'où sort le concept primitif de nombre ordinal ? (retour à GONSETH 1936)

Il y a un fait d'expérience qui conduit au delà du cadre la numérotation pure et simple : c'est qu'**ayant à compter, c'est-à-dire à numéroter un groupe d'objets, je puisse à mon gré changer l'ordre et la position de ces objets : je n'en obtiendrai pas moins toujours le même résultat final. Les collections finies possèdent donc un caractère**

**invariant vis-à-vis de toutes les permutations possibles : leur nombre.** Et il y a un véritable mouvement de la pensée à dire, par exemple, que certains objets sont au nombre de dix, parce qu'ils peuvent être numérotés de un à six.

[...]

**Le nombre, dans sa signification primitive et dans son rôle intuitif, est une qualité physique des groupes d'objets.**

Le concept de nombre une fois dégagé, on peut lui imprimer le sceau de l'axiomatisation. Il ne faut pas chercher à voir dans cette première axiomatisation une tentative de créer de toutes pièces les bases de l'arithmétique. **Au contraire, il faut admettre qu'un certain nombre de notions fondamentales sont claires par elles-mêmes et données avec toute la précision désirable.**

Ce dernier paragraphe a le mérite de distinguer clairement l'arithmétique primitive de l'arithmétique idéale, cette dernière étant celle traditionnellement visée par la mathématique et dont Hermann WEYL dénonçait déjà l'excès ontologique dans son ouvrage *Philosophy of Mathematics and Natural Science* (1926) :

If one wants to speak, all the same, of numbers as concepts or ideal objects, **one must at any rate refrain from giving them independent existence**; their being exhausts itself in the functional role which they play and their relations of more or less

Partant de ces deux sciences primitives – géométrie et arithmétique –, GONSETH fait émerger une *logique primitive*, en devenir :

c'est à travers la géométrie, à travers l'arithmétique qu[e la notion du « logique pure »] *va se constituant*, du moins partiellement. **Son sens n'est pas donné a priori, il se fait au fur et à mesure que la pensée progresse.** C'est en ce sens que les relations les chaînes de conséquences qu'on peut établir dans le monde des formes géométriques ou dans celui des nombres entiers apportent aux notions de relation logique et de conséquence logique une partie de leur signification. Ce ne sont naturellement pas les seules sources de signification [...] mais il importe de les avoir aperçues sous l'angle de la réalisation de concepts en voie d'abstraction.

A mesure que *le logique pur* va ainsi précisant sa signification, on aura déjà remarqué — conséquence peut-être imprévue — que la signification de *la logique* va s'estompant et se diversifiant.

Cela n'est pas sans rappeler BERGSON, toujours dans *L'évolution créatrice* :

Logique et géométrie s'engendrent réciproquement l'une l'autre [...]. C'est de l'extension d'une certaine géométrie naturelle, suggérée par les propriétés générales et immédiatement aperçues des solides, que la logique naturelle est sortie. C'est de cette logique naturelle, à son tour, qu'est sortie la géométrie scientifique,

Et GONSETH de mettre à jour, comme il l'a fait pour la géométrie et l'arithmétique, l'aspect *primitif* de la logique, opposé à son caractère idéal, *a priori* et normatif, trop souvent dogmatiquement enseigné en mathématique :

la logique est une méthode à la fois « finale » et « objective », dont l'objet primitif est à rechercher dans *les réalités les plus immédiates et les plus communes* du monde physique ; et **dont les fins sont celles de l'action.** En un mot : la logique devra prendre l'aspect d'une science naturelle de caractère très primitif, qu'on pourrait peut-être appeler **la physique de l'objet quelconque.**

[...]

Vous me demandez, au fond si je reconnais la nécessité de recourir à une logique préalablement établie, à laquelle il faudrait accorder une valeur absolue ; aux principes fondamentaux de laquelle tout le contenu des mathématiques resterait suspendu. Il est bien clair que je ne saurais ratifier cette *primauté* du logique

[...]

**la déduction n'a pas besoin**, pour s'exercer, **d'une méthode** déductive **explicitement formulée.** Elle manie avec succès les nécessités pratiques, sans attendre l'énoncé de principes abstraits pour sa justification.

Comme annoncé, nous avons présenté une démystification des idées de l'*objet*, du *vrai* et du *nécessaire* (logique), en distinguant (suivant GONSETH) un fondement primitif (pratiquement assuré) de l'idéalisation que semble irrémédiablement en faire notre esprit.

GONSETH propose, pour ce « préjugé macroscopique » qu'est l'objet, une explication quant à

notre penchant naturel à l'excès ontologique (que nous avons dénoncé avec QUINE) :

**Au sens même où nous disons que la couleur ou le temps sont des formes intuitives de notre connaissance, il nous faut donc dire que l'objet est une des formes primaires sous laquelle se présente la connaissance et dans lesquelles se manifeste l'incidence du plan mental sur le plan naturel.**

C'est de l'objet en tant que « forme intuitive de notre connaissance » (KANT n'est pas si loin) que nous tirons, *via* notre expérience et notre capacité primitive à déduire, les notions primitives du vrai et de la rigueur (logique), notions que nous nous empressons dangereusement d'idéaliser :

Pour ce qui nous concerne, c'est spécialement par l'intermédiaire des lois de l'objet que nous voyons s'introduire l'idée du vrai. Qu'elles appartiennent à la catégorie des règles arithmétiques ou géométriques, ou plus spécialement à celle des lois prélogiques, elles sont pratiquement infaillibles dans leur domaine naturel de validité. Par une pente qui lui est, semble-t-il, naturelle, l'esprit imagine une infaillibilité absolue, une adéquation sans réserves à des réalités déterminées une fois pour toutes jusque dans leur essence... et en fait les attributs d'une vérité idéale. C'est alors elle qu'il voit réalisée, plus ou moins parfaitement, dans tous les cas concrets.

[...]

l'idéal de rigueur qu'on imagine assez couramment réalisé par les spéculations des mathématiciens n'est pas plus immuable que les autres notions fondamentales, dont quelques-unes (celle d'axiome, p. ex. ou même celle de vérité) nous ont présenté un visage si changeant.

Nous ne développerons pas le troisième stade axiomatique de la connaissance (après le primitif et l'idéal) développé par GONSETH : il s'agit de son aspect *formel*, vidé de tout contenu, qui se réduit à un jeu combinatoire réglé par une grammaire, motivé par des objets et propriétés primitifs dont l'on souhaite capter l'« essence ». Le succès de cette entreprise (à laquelle on rattache souvent le nom de HILBERT) n'est plus à démontrer en mathématique depuis le vingtième siècle – et n'est pas sans rappeler furieusement DUHEM qui formalisait phénomènes physiques en mathématiques.

Le formalisme a par ailleurs l'immense avantage de *cerner où se fonde* la certitude des énoncés mathématiques : *in fine*, dans notre capacité à *jouer*, jeu dont le jugement de la bonne application des règles ressort du domaine *primitif* de notre connaissance. Et GONSETH de nous rappeler ce fondement :

**Les jugements à la fois imparfaits et efficaces, inachevés et lourds de sens par lesquelles notre intuition nous introduit dans la connaissance du monde restent les modèles les plus sûrs que la pensée puisse imiter dans son développement.**

Évidemment se pose la question (adressée à HILBERT par FREGE en 1899) du rapport des formes au *contenu visé* : en quoi une déduction formelle (donc vide) serait-elle porteuse de sens ? (Nous voyons un parallèle avec HAHN critiquant la pensée comme pouvant décider des faits : pourquoi les formes pourraient-elles décider du contenu ?)

Proposons une image : la méthode formelle creuse des tunnels dans la roche, préparant le passage aux éventuels fluides (contentuels) qui voudront bien les parcourir. Selon sa nature, le fluide pourra s'infiltrer ici mais pas là. La main humaine n'est cependant pas de la facture divine qui décidera de l'immersion des tunnels. Hermann WEYL nous parle merveilleusement de ces formes (symboles) comme réceptacle à quelque chose de plus grand, sans mettre au rebut le désir idéalisant propre à l'être humain :

In axiomatic formalism, [...] consciousness makes the attempt to 'jump over its own shadow,' to leave behind the stuff of the given, to represent the transcendent -- but how could it be otherwise?, only through the symbol. [...] It cannot be denied that a theoretical desire, incomprehensible from the merely phenomenal point of view, is alive in us which urges toward totality. Mathematics shows that with particular clarity; but it also teaches us that that desire can be fulfilled on one condition only, namely, **that we are satisfied with the symbol and renounce the mystical error of expecting the transcendent ever to fall within the lighted circle of our intuition.** »

Résumons le point de cette section : d'après GALILÉE et DUHEM, les lois naturelles (physiques) se formulent en langage mathématique. Mais *quid* des lois *mathématiques* ? Les trois mythes que nous venons de dénoncer, extensions métaphysiques de bien-fondés pragmatiques, porte un coup sérieux à leur statut. Laissons GONSETH synthétiser :

La connaissance intuitive représente déjà une élaboration simplificatrice conforme aux nécessités de l'action.

[...]

Dans cet ordre d'idée, le point extrême est représenté par les notions fondamentales de l'être, du vrai et du possible. A l'esprit qui accepte de les voir **abandonner leur auréole d'absolu**, elles révèlent également leur caractère schématique ; l'être ayant été primitivement conçu à partir des choses ; le vrai visant avant tout nos jugements ; et le possible sortant par abstraction de certaines libertés qui nous sont naturelles.

## Relativité de la connaissance à la vie.

Nous ne pouvons échapper à parler de lois biologiques et ce à double titre. D'une part car la biologie a vu depuis BERNARD l'émergence de ses lois propres, d'autre part car il nous semble particulièrement singulier que la vie, dont selon BERGSON a émergé notre intelligence (instance *via* laquelle nous saisissons les lois naturelles), puisse prétendre à porter un regard rétrospectif sur elle-même – *en* elle-même et *depuis* elle-même.

Il n'est pas anodin que le terme *déterminisme*, dont la position dogmatique sévit malheureusement encore parfois en physique, trouve sa genèse *en dehors de* la physique, chez BERNARD. Il importe de citer ses *Principes de médecine expérimentale* (1947) afin de mesurer les dérives qu'a pu prendre le mot *déterminisme* :

On nous a reproché d'avoir employé un mot nouveau, le *déterminisme*, mot malsonnant.

On m'a beaucoup critiqué sur ce mot : *déterminisme*. Les uns m'ont dit que c'était un mot barbare que je forgeais inutilement. Je dois dire tout d'abord que j'ai employé ce mot pour dire tout simplement que tout phénomène de la nature avait ses *conditions déterminantes*. Mais j'ai vu ensuite que je n'étais pas l'inventeur du mot. Il se trouve donné, dans le dictionnaire de Bouillet, comme synonyme de fatalisme. Or, je l'emploie dans un sens opposé. Mais qui qu'il en soit, voici ma pensée [...] :

Je pose comme un principe scientifique que personne ne contestera, je pense, que dans les phénomènes de la nature brute ou vivante, il n'y a pas d'*effets sans cause*, c'est-à-dire que quand un phénomène apparaît, c'est qu'il y a eu une condition *déterminante* de cette manifestation. Hé bien ! je dis : **le savant n'a pas d'autre objet que de chercher à connaître cette condition déterminante, afin de régler ensuite le phénomène à son gré**, ou, en d'autres termes et d'une manière générale, le savant doit rechercher le *déterminisme* des phénomènes qu'il observe. **Fallait-il dire le *conditionalisme* ?** J'avoue que j'aurais reculé. Mais, employez le mot que vous voudrez, la chose essentielle est de savoir qu'il faut distinguer dans tout phénomène ces deux choses.

Au passage, le résidu déterministe de la mécanique newtonienne n'est que (suite à la traduction mise en évidence par DUHEM) le pâle reflet du déterminisme *mathématique* de cette théorie : or ce dernier n'est même pas (toujours) vérifié ! Témoin le dôme dit « acausal » (on devrait dire « non déterminant ») de NORTON (2003) où une forme bien choisie de dôme, sur lequel peut rouler une bille déposée initialement sur son sommet, autorise une *infinité* de solutions aux équations de NEWTON régissant la trajectoire de la bille (le déterminisme mathématique se traduisant par l'*unicité* des solutions).

BERNARD pourrait sembler affirmer l'existence d'une mythique causalité (seule manière de dévoyer ses propos comme le font les tenants du déterminisme actuels). Or les lignes suivantes dénoncent le danger de confusion entre une cause déterminante et la forme langagière qu'elle prend, tout en reléguant la recherche des causes premières à la métaphysique :

ce sur quoi nous nous accordons le plus, c'est de représenter les choses par leur apparence et cette tendance est si puissante en nous que nous conservons ces locutions fondées sur l'apparence des choses, même quand nous avons appris que cette apparence est trompeuse. [...] Ainsi un des écueils de la méthode expérimentale est de prendre les apparences pour des réalités.

Notre esprit est convaincu – car il ne peut pas comprendre les choses autrement – qu'il y a une cause première à tout phénomène. Seulement, ce qu'il faut savoir en méthode expérimentale, c'est que cette cause première que nous ignorerons toujours dans son essence ne nous est traduite que par les apparences que nos sens nous révèlent. Par conséquent, si nous pouvons regarder la notion de la cause première en elle-même comme une vérité métaphysique qui fait partie de notre être, nous devons considérer la forme que nous lui donnons comme empreinte de toutes les imperfections de notre nature et par suite susceptible d'être discutée et perfectionnée.

Dans les sciences, le mot *force* indique à la fois la cause première en elle-même et désigne la forme que nous lui donnons. Quant à la cause première en elle-même, nous n'avons pas à nous en préoccuper. Newton dit que, *par cela seul qu'un homme se livre à la recherche des causes premières, il prouve qu'il n'est pas un homme de science*. En effet, le savant ne peut connaître que les phénomènes et leurs *causes prochaines*, c'est-à-dire leurs conditions d'existence. Cette connaissance seule constitue la science et permettra à l'homme d'étendre sa puissance sur la nature qui l'entoure. *Quant à la forme apparente de cette cause première*, que nous l'appelions vitalité, électricité, attraction, affinité, *nous ne devons jamais la regarder*, je le répète, *que comme une convention de langage susceptible d'être modifiée avec les progrès de la science*. Mais cette convention de langage qui ne nous apprend rien sur la nature de la *cause première*, exprime, ainsi que nous le verrons, ce que nous connaissons relativement aux *causes prochaines* des groupes de phénomènes que nous classons sous ces dénominations de forces diverses.

[...]

Par ce qui précède, je ne prétends pas dire qu'il faille exclure toute considération théorique sur la vie et sur les lois qui régissent les phénomènes propres aux êtres vivants. Bien loin de là. En raisonnant sur la manière dont on comprend la vie, on indique le point de vue auquel on est placé et la direction que l'on donne à ses recherches. Il est donc utile d'avoir une théorie sur la vie. Il est bon de chercher à grouper les phénomènes et de leur trouver une cause ou force commune qui s'exprime par une loi. Mais ce que je veux, c'est *qu'on ne prenne pas toutes les considérations théoriques comme des choses démontrées par cela seul qu'on les a imaginées*. Nous n'arriverons jamais à connaître la cause première de la vie pas plus que les autres.

Pour appuyer cette position, BERNARD cite NEWTON face aux prétendues cause de la gravitation :

Newton nous apprend lui-même qu'il n'a jamais eu l'idée de croire à la réalité d'une force quelconque. Il a trouvé la loi expérimentale et mathématique du mouvement des corps, qui s'exprime en disant : que les corps sont attirés en raison inverse du carré de la distance et en raison directe de la masse. Il n'y a que cela de vrai ; c'est le fait qu'il faut croire. Maintenant, quant à la cause qui opère ce rapprochement des corps en raison de la masse et de la distance, Newton ne la connaît pas, seulement il ajoute que les choses se passent comme s'il y avait une attraction vers le centre de la terre, *quasi esset attractio*. Dès lors il s'ensuit que, pour la commodité du langage, on parle de l'attraction comme d'une propriété des corps ou comme d'une force dont on expose les lois. Ce n'est là qu'une simple convention scientifique. Il en est de même de toutes les forces physiques qu'on peut imaginer. On parle d'électricité vitrée et d'électricité résineuse ; aucun physicien ne croit à leur réalité ; il ne croit qu'aux faits qu'il trouve plus commode d'expliquer par cette hypothèse que par une autre. Il en est de même de tous les effets que l'on attribue à la chaleur, à la lumière, à l'affinité ; il n'y a que les faits qui soient vrais ; les forces qui expliquent ne sont que conventionnelles, mais nécessaires pour l'intelligence des choses. L'expérience donne le phénomène de la chute des corps, mais l'attraction est une fiction de l'esprit.

Nous pourrions également citer son *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* (1947) où se retrouvent des propos à consonance fortement duhemienne :

Il faut donc éviter avec soin toute espèce de système, et la raison que j'en trouve, c'est que *les systèmes ne sont pas dans la nature, mais seulement dans l'esprit des hommes*. [...] *Les systèmes tendent donc à asservir l'esprit humain, et la seule utilité que l'on puisse, suivant moi, leur trouver, c'est de susciter des combats qui les détruisent en agitant et en excitant la vitalité de la science*.

BERNARD, enfin, prêche l'humilité quant à l'utilisation des lois naturelles : ce n'est pas parce que nous connaissons les prévisions météorologiques que nous commandons la pluie et le beau temps !

Ce n'est que par une locution qui flatte notre orgueil que nous arrivons à dire qu'alors nous maîtrisons la nature. Nous ne sommes pas en effet les maîtres ; nous ne faisons qu'obéir en croyant commander. Le mécanicien, qui est sur sa locomotive, ne dirige la matière qu'autant qu'il se soumet servilement et scrupuleusement aux lois de la vapeur que la science expérimentale lui a appris à connaître. S'il voulait s'écarter de cette loi et faire agir autrement les phénomènes naturels, immédiatement il serait victime de son audace. Un chimiste qui fait un corps composé nouveau ne commande pas à la matière de se regrouper suivant sa volonté. Il ne fait que se placer dans les conditions où l'expérience lui a appris que ces corps pouvaient se combiner et produire le composé qu'il veut obtenir. De même, le médecin et le physiologiste n'arriveront à se rendre maîtres des phénomènes de la vie qu'en connaissant les lois de la santé et de la maladie et en plaçant l'organisme dans les conditions où les phénomènes morbides ne pourront pas survenir ou dans des conditions où ils pourraient disparaître une fois produits.

De même que le physicien et le chimiste, le médecin, dans ces cas ne maîtrisera pas la nature, mais lui obéira servilement, s'il peut avoir le bonheur de découvrir la loi.

Le médecin, comme on le voit, ne commandera ni plus ni moins aux lois de la vie que le physicien ne commande à la nature brute.

Nous voici à présent éclairé sur le sens que le fondateur de la médecine expérimentale donnait aux lois biologiques.

Venons-en à cette vie portant regard sur elle-même. BERGSON nous guidera à travers *L'évolution créatrice*.

La mise en garde est claire dès l'introduction :

notre pensée, sous sa forme purement logique, est incapable de se représenter la vraie nature de la vie, la signification profonde du mouvement évolutif. Créée par la vie, dans des circonstances déterminées, pour agir sur des choses déterminées, comment embrasserait-elle la vie, dont elle n'est qu'une émanation ou un aspect ? Déposée, en cours de route, par le mouvement évolutif, comment s'appliquerait-elle le long du mouvement évolutif lui-même ? Autant vaudrait prétendre que la partie égale le tout, que l'effet peut résorber en lui sa cause, ou que le galet laissé sur la plage dessine la forme de la vague qui l'apporta. [...] En vain nous poussons le vivant dans tel ou tel de nos cadres. Tous les cadres craquent. Ils sont trop étroits, trop rigides surtout pour ce que nous voudrions y mettre. Notre raisonnement, si sûr de lui quand il circule à travers les choses inertes, se sent d'ailleurs mal à son aise sur ce nouveau terrain. [...]

[...] une intelligence tendue vers l'action qui s'accomplira et vers la réaction qui s'ensuivra, palpant son objet pour en recevoir à chaque instant l'impression mobile, est une intelligence qui touche quelque chose de l'absolu. L'idée nous serait-elle jamais venue de mettre en doute cette valeur absolue de notre connaissance, si la philosophie ne nous avait montré à quelles contradictions notre spéculation se heurte, à quelles impasses elle aboutit ? Mais ces difficultés, ces contradictions naissent de ce que nous appliquons les formes habituelles de notre pensée à des objets sur lesquels notre industrie n'a pas à s'exercer et pour lesquels, par conséquent, nos cadres ne sont pas faits.

Il importe d'insister fortement sur la genèse de l'intelligence à partir de la *vie*, tournée(s) vers l'*action*, une des thèses principales de *L'évolution créatrice* :

Nous sommes faits pour agir autant et plus que pour penser ; — ou plutôt, quand nous suivons le mouvement de notre nature, c'est pour agir que nous pensons.

[...]

les tendances intellectuelles, aujourd'hui innées, que la vie a dû créer au cours de son évolution, sont faites pour tout autre chose que nous fournir une explication de la vie.

En conséquence, BERGSON dénonce le danger d'excès métaphysique dont nous parlions dans une précédente section :

L'intelligence, à l'état naturel, vise un but pratiquement utile. Quand elle substitue au mouvement des immobilités juxtaposées, elle ne prétend pas reconstituer le mouvement tel qu'il est ; elle le remplace simplement par un équivalent pratique. Ce sont les philosophes qui se trompent quand ils transportent dans le domaine de la spéculation une méthode de pensée qui est faite pour l'action. [...] Notre intelligence ne se représente clairement que l'immobilité.

BERGSON nous précise alors les modes que prétend user notre intelligence pour accéder à la compréhension de la vie :

Quand on songe à l'intérêt capital, pressant et constant, que nous avons à conserver nos corps et à élever nos âmes, aux facilités spéciales qui sont données ici à chacun pour expérimenter sans cesse sur lui-même et sur autrui, au dommage palpable par lequel se manifeste et se paie la défectuosité d'une pratique médicale ou pédagogique, on demeure confondu de la grossièreté de surtout de la persistance des erreurs. **Aisément on en découvrirait l'origine dans notre obstination à traire le vivant comme l'inerte et à penser toute réalité, si fluide soit-elle, sous forme de solide définitivement arrêté.** Nous ne sommes à notre aise que dans le discontinu, dans l'immobile, dans le mort. *L'intelligence est caractérisée par une incompréhension naturelle de la vie.*

[...]

cette connaissance toute *formelle* de l'intelligence a sur la connaissance *matérielle* de l'instinct un incalculable avantage. **Une forme, justement parce qu'elle est vide, peut être remplie tour à tour par un nombre indéfini de choses, même par celles qui ne servent à rien. De sorte qu'une connaissance formelle ne se limite pas à ce qui est pratiquement utile, encore que ce soit en vue de l'utilité pratique qu'elle a fait son apparition dans le monde.** Un être intelligent porte en lui de quoi se dépasser lui-même.

Ces propos pourraient trouver écho chez CANGUILHEM, *La connaissance de la vie* (1952) :

à travers la relation de la connaissance à la vie humaine, se dévoile la relation universelle de la connaissance humaine à l'organisation vivante. La vie est formation de formes, la connaissance est analyse des matières informées. Il est normal qu'une analyse ne puisse jamais rendre compte d'une formation et qu'on perde de vue l'originalité des formes quand on n'y voit que des résultats dont on cherche à déterminer les composantes. **Les formes vivantes étant des totalités dont le sens réside dans leur tendance à se réaliser comme telles au cours de leur confrontation avec leur milieu, elles peuvent être saisies dans une vision, jamais dans une division.**

Et BERGSON de renchérir :

En renonçant ainsi à l'unité factice que l'entendement impose du dehors à la nature, nous en retrouverons peut-être **l'unité vraie, intérieure et vivante.**

Nous voyons ici suggérée une Loi de la Nature, nos majuscules marquant leur aspect tout différent des lois dont nous avons pu parler jusqu'alors, leur caractère indicible et transcendant. Comment ne pas entendre la description du mystique dans le *Tractacus* (1922) de WITTGENSTEIN ?

6.52 Nous sentons que, à supposer même que toutes les questions scientifiques *possibles* soient résolues, les problèmes de notre vie demeurent encore intacts. A vrai dire, il ne reste plus alors aucune question ; **et cela même est la réponse.**

6.521 La solution du problème de la vie, on la perçoit à la disparition de ce problème.

## Conclusion.

En tant qu'être vivant, pour agir, l'homme induit de son expérience, *via* l'habitude, des lois qu'il formule dans un langage formel, à visée mathématique, dont les termes s'interprètent en autant d'objets physiques et les énoncés en autant de phénomènes physiques. Le caractère formel du langage légitime, par un contrôle des règles des dérivations, la rationalité du discours. Le choix des lois, guidé par l'expérience et l'analogie, n'est qu'affaire de commodité, leur pertinence est mesurée par la proximité aux faits des interprétations de leurs conséquences. Il n'est question ni de vérité ni de causalité, toutes deux reléguées à la métaphysique, mais de sauver les apparences. Le désir d'explication (à caractère dangereusement métaphysique) deviendra simplement recherche d'une commodité plus simple et plus élégante. La confiance, enfin, en une telle démarche est motivée par ses succès (et échecs !) passés : la démarche scientifique est, à condition d'être comprise, un bon guide d'action, toujours en devenir.

Mais ce serait oublier que l'homme est avant tout *soumis aux lois de sa nature* : celles qu'il doit découvrir et suivre afin de réaliser pleinement sa vie.