Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 11 (1929)

Artikel: Les deux directions de la pensée scientifique
Autor: Piaget, Jean
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-740981

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 06.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

LES DEUX DIRECTIONS
DE LA PENSÉE SCIENTIFIQUE[1]

PAR

Jean PIAGET

La création, au sein d'une Faculté des Sciences, d'un enseignement d'histoire de la pensée scientifique, nous paraît constituer un évènement significatif. L'une des exigences les plus nettes de l'esprit scientifique contemporain est, en effet, l'exigence de la réflexion: non content d'appliquer à l'expérience les notions et les principes dont la science est faite, le savant veut savoir d'où viennent ces notions et ce que valent ces principes. L'étonnant effort de révision dont témoignent dans tous les domaines les sciences en ces dernières années ne saurait s'expliquer sans ce retour de la pensée scientifique sur elle-même, sans ce besoin qu'elle éprouve toujours plus de saisir sa propre nature.

La science pose donc, par son existence même, un problème aux savants. En tant que processus d'adaptation de l'esprit au réel, elle constitue le plus intéressant des phénomènes psychologiques — je dirais presque biologiques puisque les schèmes mentaux dont la science est faite dépendent en leur racine de l'organisation psycho-physiologique elle-même. Or, comment résoudre ce problème sans procéder génétiquement, sans retracer avant tout l'histoire de la pensée scientifique ? Etudier

[1] Leçon d'ouverture donnée le 26 avril 1929 en la chaire d'Histoire de la pensée scientifique de la Faculté des Sciences de l'Université de Genève.

la science dans sa genèse et son développement, faire l'histoire et la psychologie des notions sur lesquelles elle repose, montrer comment les formes de l'esprit humain s'élaborent au contact des faits, telle est nécessairement la méthode à suivre pour qui veut comprendre la nature et le fonctionnement de l'esprit scientifique. L'histoire de la pensée scientifique est donc elle-même une science. C'est de ce point de vue et en psychologue qu'il convient de conduire un tel enseignement.

Assurément, une telle conception ne va pas sans danger. Avant d'étudier le développement des sciences en tant que phénomène psychologique, il importerait, pour dominer les questions, d'être spécialiste en chaque science aussi bien qu'historien. Mais, à supposer que de telles qualités puissent être réunies chez un même homme, elles ne suffiraient pas sans l'esprit psychologique. La science n'est pas née, en effet, par génération spontanée. C'est grâce à une lente et laborieuse maturation que les notions scientifiques se sont dégagées de celles du sens commun. Seule l'étude expérimentale de l'intelligence, y compris l'intelligence dite « primitive » et celle des enfants, est susceptible de nous faire comprendre cette genèse, de même que l'analyse de tous les êtres vivants, y compris les plus rudimentaires, est nécessaire à la compréhension de la nature biologique de l'homme. Il est donc possible d'étudier en psychologue l'histoire de la science sans cesser pour autant d'avoir l'esprit scientifique. Si un tel enseignement peut faire figure de parasitisme dans une Faculté des Sciences, il est même permis d'espérer que ce parasitisme se transformera en symbiose, à supposer qu'une telle évolution soit biologiquement réalisable !

Au reste, l'union de la psychologie expérimentale avec l'histoire des sciences est loin d'être chose nouvelle à Genève. L'inoubliable enseignement de Théodore Flournoy suffit à démontrer ce que la psychologie peut apporter à l'étude de la pensée scientifique. Gardons-nous de laisser se perdre une telle tradition et efforçons-nous, dans le mesure de nos moyens, de nous inspirer de cette grande mémoire. A cet égard, ce m'est un devoir agréable que de dire ma reconnaissance profonde aux deux continuateurs les plus directs de Flournoy, mes maîtres Arnold Reymond et Edouard Claparède, qui m'ont révélé, le

premier la signification philosophique de l'histoire des sciences et le second la valeur de l'investigation expérimentale pour la psychologie de l'intelligence.

Cherchons maintenant, à titre d'introduction, à analyser les deux directions principales de l'évolution des sciences. La pensée scientifique, nous semble-t-il, oscille entre deux pôles. Par les mathématiques l'esprit explique la réalité physique, mais, par la biologie, la réalité physique rend compte de l'esprit et des mathématiques elles-mêmes. Ce double mouvement soulève une série de questions essentielles, car le cercle apparent où il paraît nous enfermer définit un rythme qui domine toute l'histoire du progrès scientifique.

I.

A un premier point de vue, l'histoire des sciences peut être conçue comme une réduction progressive du réel aux mathématiques. La nature est assimilée par l'esprit, grâce aux schèmes spatiaux et numériques. Les éléments mesurables ou même qualitatifs des choses sont ainsi peu à peu incorporés dans un réseau de relations et de cadres dus au pouvoir constructeur de l'activité rationnelle.

Cet idéal essentiel de la science s'est manifesté dès les débuts de la réflexion grecque. Pythagore rêvait de rendre compte de la nature au moyen des seules ressources du nombre entier. Platon, après avoir montré en termes immortels que les vérités mathématiques subsistent au-dessus de la réalité sensible, proclamait la nécessité d'une dialectique spéciale pour redescendre des Nombres idéaux à l'univers physique et expliquer celui-ci. Seulement, avec la témérité propre aux débuts de toute réflexion, les Grecs ont cru pouvoir opérer le passage de la mathématique à la réalité par le seul secours de la déduction et sans faire appel à l'expérience [1]. En outre, et sans doute en vertu du même réalisme logique, les mathématiciens grecs se

[1] M. Lalande (*Les Théories de l'Instruction et de l'Expérimentation.* Boivin, 1929) fait remarquer (p. 22-23) que même le traité d'Archimède est conduit axiomatiquement.

sont méfiés de toute notion impliquant le mouvement, la continuité ou l'infini [1]. D'où l'échec final de la science antique: à part certaines découvertes astronomiques et à part la statique d'Archimède — deux conquêtes qui ont été précisément possibles sans expérience ni notion dynamique — il n'y a pas eu de science physique chez les Anciens [2]. Mais la rigueur de la mathématique grecque et le rêve d'une déduction coextensive au réel suffisent à nous indiquer dans quelle direction s'oriente nécessairement l'esprit humain lorsqu'il veut assimiler les choses à sa raison.

L'union du réel et des mathématiques s'opère dès la Renaissance, grâce à un assouplissement des mathématiques et à une mathématisation corrélative de l'expérience. Descartes donne à cet idéal nouveau la valeur d'un programme quasi-définitif pour la science moderne. Les causes finales, le dynamisme subjectif et l'empirisme qualitatif du sens commun qu'Aristote et la scolastique avaient cru pouvoir restaurer à la faveur de la carence du géométrisme platonicien, cèdent ainsi définitivement le pas devant l'élan de la science nouvelle. La cause se confond dorénavant avec la raison *(causa seu ratio...)* et les schèmes spatiaux ou arithmétiques s'affinent jusqu'à faire corps avec la réalité sensible. La déduction mathématique et l'expérience physique sont dès lors indissolublement liées l'une à l'autre.

L'histoire des sciences exactes, du XVIIe siècle à nos jours, a pleinement réalisé la vision prophétique de Descartes. Non sans heurt, il est vrai: la notion de force, réapparue avec Leibniz et Newton, n'a cessé de préoccuper les physiciens qu'avec la relativité contemporaine, ce triomphe du cartésianisme généralisé. Mais on peut dire que tout progrès marquant dans l'évolution des sciences physiques a contribué à resserrer

[1] Voir sur ce point l'ouvrage de M. A. Reymond, *Histoire des Sciences exactes et naturelles dans l'Antiquité gréco-romaine*. Blanchard, 1924. Selon M. Reymond, cette timidité des mathématiques grecques serait due à l'influence des arguments de Zénon d'Elée.

[2] La physique d'Aristote n'est, en effet, qu'une codification de l'imagination qualitative propre au sens commun. Nous avons même retrouvé chez les enfants de 7 à 10 ans les aspects essentiels de la notion aristotélicienne de la force, à commencer par le schéma de l'ἀντιπερίστασις. (Voir notre ouvrage sur *La Causalité physique chez l'Enfant*, Alcan, 1928.)

l'union des mathématiques et du réel. La physique newtonienne, corrélative de l'analyse infinitésimale, la constitution des sciences chimiques modernes due à l'introduction de la mesure, la conquête des principes de conservation, la théorie cinétique et l'atomisme contemporain, tout aboutit à cette même conclusion: l'expérience n'est possible que grâce aux cadres spatiaux ou numériques, ses résultats ne sont intelligibles que dans la mesure où ils donnent prise à la déduction mathématique. La science oscille ainsi entre l'établissement des lois et la découverte des causes. Mais la loi ne saurait être qu'un rapport numérique et la cause se confond avec la déduction géométrique ou analytique [1].

Or ces mathématiques, auxquelles la science tend ainsi à réduire peu à peu le réel, quelles sont leurs relations avec l'expérience ? Non seulement, comme on l'a dit et redit, elles ne se fondent pas sur l'observation physique, mais encore, et là est le miracle de l'esprit humain, elles anticipent constamment sur l'expérience elle-même.

Elles ne se fondent pas sur l'expérience. Même si, dans les civilisations primitives et chez les Egyptiens, les préoccupations d'échange commercial ou de mesure du sol ont pu conduire empiriquement à la découverte de certaines propositions arithmétiques ou géométriques, il est bien clair que, dès les Grecs, la rigueur mathématique s'est élevée au-dessus de la constatation expérimentale. L'expérience peut être occasion à des problèmes nouveaux, et elle l'est sans cesse. Elle peut ainsi conduire le mathématicien à élaborer ses schèmes dans une direction où ses intérêts ne l'auraient pas porté d'emblée. Mais jamais la mathématique n'invoque l'expérience, à la manière de la physique, comme critère de vérité. Une proposition mathématique est vraie dans la mesure où elle est rationnellement démontrée et non dans la mesure où elle s'accorde avec la réalité empirique. Là-dessus tout le monde est du même avis.

[1] Il est inutile d'insister davantage sur ces vérités bien connues. Les célèbres ouvrages de M. L. Brunschvicg et de M. E. Meyerson ont établi, avec une pénétration et une érudition inégalables ce que nous nous bornons, dans cette première partie, à rappeler brièvement.

Or, et l'on ne saurait trop s'étonner de cela, les mathématiques, qui ne doivent donc rien à l'expérience pour ce qui est de leur vérité, s'accordent cependant toujours avec la réalité physique au point d'anticiper parfois, à des années de distance, sur l'expérience future. Les schèmes géométriques ou analytiques peuvent être élaborés sans souci aucun de la réalité. Cependant, dans la mesure même où ils sont rationnels, on est assuré, non seulement que l'expérience ne les mettra jamais en défaut, mais encore, et c'est là le point paradoxal, que l'expérience les remplira tôt ou tard et s'adaptera exactement à eux. L'exemple le plus beau de cette insertion du réel dans les cadres préparés par les déductions mathématiques est sans contredit celui de la géométrie riemanienne. Voilà une construction audacieuse en marge de la géométrie classique, contredisant même ce fameux postulatum d'Euclide que, à défaut de démonstration, l'on considérait comme imposé par l'observation directe. Voilà donc le type de ces libres créations de l'esprit mathématique insouciant du réel. Or, un demi siècle après ce défi à la réalité physique, il se trouve que la physique elle-même en vient à considérer la géométrie riemanienne comme plus apte à rendre compte des phénomènes gravifiques que la géométrie euclidienne. La théorie de la relativité utilise sans plus le cadre ainsi préparé et l'expérience donne raison à ce coup de génie. Autre exemple, également récent: en 1900, Ricci et Levi-Civita, désireux de dégager la forme des équations différentielles indépendamment des systèmes de coordonnées, fondent un « calcul différentiel absolu ». Ce schème, pur travail de luxe de mathématiciens épris de rigueur, devient quelques années plus tard l'instrument essentiel dont se sert M. Einstein: sans le calcul tensoriel, la théorie de la relativité eût été, en effet, privée de sa technique spécifique. Il serait facile d'accumuler les exemples. Rappelons-en un seul encore: les nombres « imaginaires » — ce nom suffit à indiquer l'« intention du législateur » à leur sujet ! — sont nés d'une simple généralisation des opérations arithmétiques: on sait cependant leur rôle actuel dans la théorie des variables complexes, par conséquent dans toute l'analyse, et ses applications innombrables.

Mais il y a plus. Non seulement les mathématiques anticipent

ainsi sur l'expérience, en lui fournissant ses cadres, mais encore on peut dire qu'elles constituent une sorte de création: la construction, par l'esprit, d'une réalité nouvelle.

A l'intérieur même des mathématiques, cette création est évidente. Partant de quelques axiomes, peu nombreux et pauvres de contenu, et de quelques définitions, le mathématicien, au moyen d'opérations constructives, élabore l'ensemble des nombres et cet univers immense de relations que constituent les êtres arithmétiques et géométriques. Le raisonnement mathématique apparaît donc comme constructif, ainsi qu'on l'a souligné si souvent en ces dernières années : alors qu'en tous les autres domaines de la science la déduction pure n'engendre que chimères et que le progrès des connaissances suppose un appel continu à l'observation et à l'expérience, la déduction mathématique est au contraire réellement productive.

Or, cette construction, loin de planer au-dessus de la réalité, loin même de se borner à fournir des cadres au réel, aboutit, peut-on dire, à transformer notre univers en sa structure même: les données qualitatives de la perception sont peu à peu refoulées par une réalité rationnelle qui les contredit en apparence, mais les explique en dernière analyse. Le monde change ainsi d'architecture, une réalité nouvelle élaborée par l'esprit supplante invinciblement la réalité sensible. Bornons-nous à un exemple, l'un des plus connus d'ailleurs: celui des principes de conservation, et en particulier le principe d'inertie ou de conservation du mouvement. Un tel principe ne saurait résulter sans plus de l'expérience, puisque sa vérification supposerait une observation durant éternellement. Bien plus, il est si peu l'expression de la réalité immédiate qu'Aristote, dont la physique épouse servilement les contours de la perception directe, a pu fournir toute une théorie du mouvement et de la force en contradiction avec la notion d'inertie. En effet, ce que nous présente sans cesse l'observation, c'est l'exemple de corps paraissant se mouvoir d'eux-mêmes ou tendre spontanément au repos. Seulement, avec Galilée et Descartes, il apparaît que ce dynamisme d'origine animiste, tout en pouvant, à la rigueur, s'accommoder de l'expérience (Galilée est net sur ce point) ne saurait donner lieu à une déduction rationnelle

des faits. Dès lors, en vertu simplement des exigences de l'explication mathématique, l'idée d'inertie est introduite et transforme notre vision du monde au point que l'on sait: une réalité construite par l'esprit vient ainsi supplanter la réalité empirique et sensible. On en pourrait dire autant de tous les autres principes de conservation.

Bref, les mathématiques émanent de la pensée, mais elles sont orientées vers la réalité: nécessaires à la coordination et à la formation de l'expérience, elles aboutissent en fin de compte à l'explication du réel et à son élaboration rationnelle. Comment cet accord de la pensée et des choses est-il possible ? Voilà le premier problème que se doit d'étudier l'histoire de la pensée scientifique. C'est le problème central de la pensée occidentale, depuis Descartes et Leibniz, mais il ne saurait être discuté avec fruit que sur le terrain de la science positive. La théorie philosophique de la connaissance pose la question en soi et dans l'absolu: comment la connaissance est-elle possible ? Plus modeste en ses fins et précise en sa délimitation, l'histoire de la pensée scientifique se demande simplement: comment la connaissance s'est-elle accrue, par quel mécanisme s'accroît-elle ? Ainsi délimité, le problème demeure, il est vrai, de nature psychologique, mais ce serait enlever à la science toute possibilité de prendre conscience d'elle-même que de ne pas lui rappeler qu'elle est œuvre de pensée. L'union de la mathématique et de l'expérience, c'est l'idéal que poursuit la science, mais c'est en même temps le mystère suprême que la science se doit d'expliquer. La science, nous l'avons dit en commençant, est à elle-même son propre problème.

II.

Accord de la pensée et des choses, adaptation des instruments intellectuels à la réalité, ne serait-ce pas là une question biologique ? Si, malgré le cercle inévitable sur lequel nous reviendrons tout à l'heure, nous posons comme donné, une fois pour toutes, l'univers défini par la science physico-mathématique, et, au sein de cet univers, notre corps avec son

hérédité, ses organes, son insertion spatiale dans le milieu ambiant, alors la relation de l'esprit avec les choses ne peut-elle être conçue comme un phénomène biologique ? Les mathématiques ne constituent-elles pas une adaptation au milieu, tout comme la perception visuelle ou l'intelligence entière ? Sous peine de se considérer lui-même, en tant que savant, comme n'ayant aucune prise sur le réel, le biologiste est bien obligé, en effet, de considérer son cerveau, sa pensée, ses perceptions et les cadres spatiaux qu'il apporte en partie dès la naissance, comme adaptés au milieu extérieur. Quel est le mécanisme de cette adaptation ?

Ces réflexions nous conduisent à la seconde direction essentielle de l'évolution des sciences: la direction biologique. La réduction du réel aux mathématiques ne constitue, en effet, que l'un des deux aspects du développement de la pensée scientifique. L'autre courant, antithétique en apparence mais complémentaire en réalité, ne tend à rien moins qu'à expliquer la pensée, y compris les mathématiques, au moyen des lois de l'organisation biologique et, par conséquent, de la réalité physique elle-même. A la biologie nous rattachons naturellement la psychologie expérimentale. On nous le permettra non seulement à cause des tendances actuelles de cette dernière science, mais parce que, l'histoire nous le montre précisément, la plupart des grands biologistes ont été psychologues, à ne citer que Lamarck et Darwin.

Le courant biologique, notons le tout d'abord, s'est montré de tout temps plus ou moins indépendant du courant mathématique. Contrairement à la physique et à la chimie, qui n'ont accompli de progrès que dans la mesure où elles ont su utiliser les relations numériques et les schèmes spatiaux, la biologie a pu se développer selon ses méthodes propres. Dès l'antiquité nous observons ce phénomène, comme si les aptitudes mathématiques et les aptitudes biologiques ne pouvaient être représentées dans les mêmes cerveaux avec la même intensité. Platon était géomètre au point de parvenir à une vision anticipée de la physique mathématique, mais il n'était guère biologiste. Aristote, au contraire, a fondé la classification zoologique en même temps, peut-on presque dire, que l'anatomie compa-

rée, mais il était si peu mathématicien qu'il a défiguré le géométrisme de son maître et étouffé l'idéal scientifique du platonisme sous une physique enfantine. La médecine et la physiologie, d'autre part, se sont développées par voie expérimentale bien avant de demander à la physique et à la chimie la collaboration essentielle dont elles profitent aujourd'hui. L'anatomie et la classification des êtres organisés se sont constituées en fonction de l'observation et de tendances logiques fort intéressantes à étudier [1], mais indépendantes des mathématiques. La théorie de l'évolution est née de préoccupations diverses, parmi lesquelles la psychologie a joué un certain rôle (dans l'adaptationnisme lamarckien) et même la démographie (dans le sélectionnisme darwinien) mais qui sont restées étrangères à l'esprit mathématique. Enfin la psychologie expérimentale a dû à la physiologie et à la pathologie le meilleur de ses inspirations.

Ce n'est certes pas à dire que la biologie n'ait rien à attendre du courant mathématique. Sans parler de la biométrie moderne si importante pour la théorie de l'hérédité, ni de la psychophysique, la tendance profonde de la biologie est assurément de devenir physico-chimique et, par là, de rentrer dans le mouvement d'ensemble que nous avons décrit précédemment. Mais il n'en est pas moins vrai qu'une physique ou même une chimie qualitatives ne sont guère concevables (malgré la valeur réelle de quelques théories antérieures à Lavoisier) tandis que la biologie est tout de même parvenue à certains résultats par voie d'analyse directe et sans le secours de la mesure proprement dite.

Un tel fait trouve immédiatement son explication. Les phénomènes biologiques, étant infiniment plus complexes que les phénomènes physico-chimiques, résistent plus longtemps à l'analyse mathématique, cela va de soi. Mais leur complexité même va de pair avec la réalisation de multiples formes d'organisation qui sont l'objet d'une sorte d'intuition grossière de la part de l'esprit humain. Comme le disait Aug. Comte, en biologie

[1] Voir sur ce point l'excellent ouvrage de H. Daudin, *Les classes zoologiques et l'idée de série animale*, Alcan, 1926.

on connaît le tout avant la partie, tandis qu'en sciences physiques c'est l'inverse. Notre psychologie étant calquée sur notre organisme, il nous est, en effet, possible de parvenir d'emblée à un certain degré d'approximation, dans la connaissance biologique, alors que notre sens commun, en ce qui concerne la matière et le monde extérieur, est précisément faussé par ces *a priori* biomorphiques (l'animisme, le finalisme etc., résultent ainsi d'une projection du sens interne dans les choses).

Dès lors, en ce qui concerne les rapports entre la pensée et la réalité, l'orientation biologique aboutit à un résultat inverse à celui de l'orientation mathématique. La pensée étant liée à la vie elle-même comme à sa condition essentielle d'existence, tout progrès de la biologie aboutit naturellement à éclairer le mécanisme de la pensée. Alors que les mathématiques expliquent la réalité physique par la pensée, en ramenant peu à peu les choses aux schèmes dus à l'activité de l'esprit, la biologie, au contraire, explique la pensée par la réalité physique en réduisant les mécanismes psychologiques à ceux de l'organisation physiologique. La pensée, pour le biologiste, est le produit d'une série d'adaptations, et ces adaptations s'expliquent par les lois habituelles de la morphogenèse, de l'hérédité et de l'accommodation indivudelle.

Dès les origines de la biologie moderne, pour ne pas dire dès Aristote, nous voyons cette tendance se dessiner clairement. Lamarck, par exemple, qui faisait jouer aux excitations psychiques et aux habitudes le rôle que l'on sait dans le mécanisme de l'évolution, expliquait en retour ces habitudes elles-mêmes par l'interaction du milieu et de l'organisme. Que la conception lamarckienne ait un peu trop simplifié les choses, on s'en est suffisamment aperçu depuis, mais il est significatif de voir le créateur de l'évolutionnisme considérer d'emblée les facteurs psychiques comme conditionnés par les relations entre l'organisme et le milieu ambiant. Darwin, de son côté, rêvait de rendre compte des instincts et de l'intelligence elle-même au moyen du jeu de la sélection naturelle.

Aujourd'hui un nombre imposant de travaux expérimentaux ont en partie donné corps à ces espérances. En particulier les

recherches de psychologie animale et de psychologie de l'intelligence, celles de Jennings, de Thorndike, de Claparède, de Rabaud, de Verlaine, et surtout les belles études de Kœhler sur l'intelligence des anthropoïdes, ont établi l'existence d'une certaine continuité entre l'intelligence humaine et l'intelligence animale et entre celle-ci et l'organisation biologique elle-même. Les recherches de la « Gestaltpsychologie » de Wertheimer et Kœhler sont significatives à cet égard: sans rien vouloir enlever à l'originalité des structures intellectuelles — bien au contraire — cette doctrine parvient cependant à établir leur parenté avec les structures biologiques. La tendance qui pousse les contemporains à expliquer la pensée par l'organisation biologique n'est, il est vrai, nullement comparable à ces essais grossiers de réduction du supérieur à l'inférieur, si fréquents au XIXe siècle: il s'agit, au contraire, d'une mise en relations, d'une recherche des mécanismes communs. Mais cette recherche aboutit à montrer la solidarité du vital et du psychologique.

En bref, le problème des rapports entre la pensée et les choses — ce problème précisément que pose l'union de la déduction mathématique et de l'expérience physique — n'est, au point de vue biologique, qu'un cas particulier du grand problème des relations entre l'organisme et son milieu. A cet égard, il est extrêmement frappant de comparer l'histoire des idées psychologiques à l'histoire des notions biologiques: on s'aperçoit, en effet, que des solutions entre lesquelles ont oscillé et oscillent encore les biologistes sont assez exactement parallèles aux solutions des psychologues dans le problème de l'intelligence. Par exemple, au lamarckisme intégral, qui explique les modifications de l'organisme par une pression continue du milieu, correspond l'empirisme associationniste qui conçoit l'esprit comme le résultat des empreintes du monde extérieur: les deux doctrines s'accordent ainsi à faire de l'organisme une cire molle, travaillée en tous sens par le milieu ambiant. Au vitalisme correspond le spiritualisme, ainsi que chacun l'a d'ailleurs aperçu. Au préformisme de certains auteurs récents, pour lesquels l'évolution est une explicitation continue de gènes préexistant à leurs manifestations, correspond l'apriorisme de ceux qui conçoivent l'esprit comme un emboîtement

de structures prédéterminées avant toute expérience: de même que Bateson, par exemple, a fait l'hypothèse d'une préformation des gènes qui se sont manifestés au cours de l'évolution — y compris des gènes nuisibles à l'espèce —, de même Russell en est venu à supposer que les idées germant en chacun de nos cerveaux existaient de toute éternité — y compris les idées fausses ! Le mutationnisme trouverait d'autre part son équivalent dans certaines théories conventionalistes de l'intelligence. Ce parallélisme, qu'il serait possible de poursuivre entre les doctrines biologiques et les idées psychologiques, est d'autant plus curieux que la plupart des auteurs n'en ont aucune conscience, — chacun se limitant à son domaine sans se demander où conduiraient ses idées dans les domaines connexes.

Il va de soi que notre rôle n'est nullement, ici, de choisir entre ces doctrines, puisque nous nous bornons à faire de l'histoire et à chercher comment l'esprit humain s'y est pris pour poser et résoudre les questions scientifiques. Le seul résultat que nous ayons à retenir de ces considérations sur l'évolution convergente de la biologie et de la psychologie, est donc le suivant: quelle que soit la manière dont les biologistes conçoivent la relation de l'organisme avec son milieu, leurs solutions sont comparables à celles des psychologues en ce qui concerne le problème de l'intelligence. Dans l'esprit comme dans le corps, il existe des éléments acquis au cours de l'existence individuelle et des cadres innés auxquels l'individu ne saurait échapper. Les premiers — qui correspondent à ce que les biologistes appellent l'« accommodation » non héréditaire — résultent de l'expérience. Les seconds — correspondant à l'adaptation héréditaire — constituent les notions fondamentales (notions de cause, de classe, de nombre, d'espace, etc.) qui s'imposent *a priori*. Le problème subsiste, en biologie comme en psychologie, de savoir si l'adaptation héréditaire résulte des accomodations individuelles ou si elle a une toute autre source. Dans les deux cas l'adaptation psychologique ne sera jamais expliquée que par la biologie.

Ceci nous ramène aux mathématiques, car nulle part ne s'aperçoit mieux que dans un tel domaine l'existence de l'« adaptation » intellectuelle. L'harmonie préétablie, si l'on

ose s'exprimer ainsi, des mathématiques et de la réalité physique, constitue, en effet, le plus bel exemple d'une correspondance entre les formes héréditaires de l'esprit et le milieu extérieur. L'espace et le nombre eux-mêmes auxquels les sciences physico-chimiques tentent de ramener le réel, apparaîtront donc au biologiste comme un résultat de l'évolution organique.

Bornons-nous à la notion d'espace. Et, pour ne pas être juge et partie, interrogeons à son sujet non pas un psychologue, ni même un biologiste, mais un mathématicien pur, Henri Poincaré. L'espace, comme l'a démontré Poincaré après Kant, ne saurait s'expliquer entièrement par l'expérience que l'individu acquiert peu à peu du monde extérieur. En effet, si nous « voyons » les choses selon trois dimensions et conformément à l'espace euclidien, ce n'est pas que la réalité physique elle-même nous y oblige. Preuve en soient précisément les schèmes spatiaux dont se servent les théories physiques les plus récentes. A côté de l'expérience individuelle il y a donc une source plus profonde à la notion d'espace: la structure héréditaire de nos organes et de notre esprit. Il faut ici distinguer deux choses. Il y a en premier lieu ce que nous pouvons appeler l'« intuition » spatiale, c'est-à-dire l'ensemble des éléments représentatifs qui constituent notre espace. Puisque notre intuition d'un espace euclidien à trois dimensions ne provient pas du milieu ambiant, force est, en effet, de la rattacher à notre hérédité organique. Il nous est impossible de *voir* les choses selon 4, 5 ou *n* dimensions, quoique nous puissions les *concevoir* telles. Mais si nous étions plats et rampants, ou organisés de toute autre manière que la nôtre, nous « verrions » le monde à deux ou à quatre dimensions et selon des modes non-euclidiens. Notre espace intuitif est donc le prolongement de nos organes (de notre œil, de nos canaux semi-circulaires, etc.). Il est, comme dit Poincaré, non pas « vrai », mais « commode », étant donnée leur structure. En termes biologiques l'espace intuitif fait donc partie de notre « hérédité spéciale » et une mutation de nos organes pourrait altérer notre géométrie. Mais, en second lieu, il y a dans notre espace quelque chose de plus profond encore: un jugement *a priori*, ainsi que s'exprime Poincaré. C'est la notion de groupe,

l'opération nécessaire à la constitution de toute perception spatiale. On ne conçoit, en effet, aucune géométrie, théorique ou pratique, sans la notion de groupe. Pour suivre des yeux un mouvement, le bébé, dès les premiers jours de son existence, doit constituer des « groupes », et l'on ne voit pas comment il en serait autrement chez un Poisson ou un Invertébré. En termes biologiques, il y aurait donc dans le noyau même de la notion d'espace un élément faisant partie de l'« hérédité générale », des lois les plus constantes de l'organisation animale.

Ce que nous venons de dire de l'espace, nous pourrions le répéter de bien d'autres instruments intellectuels fondamentaux. La logique des relations, par exemple, si importante dans l'élaboration des mathématiques, est implicitement contenue dans ces rapports actifs que Kœhler a signalés à propos de la perception animale. Bref, plus avance la connaissance psychologique des notions dont nous nous servons, y compris et surtout des notions que la science a utilisées, plus on découvre la complexité des racines biologiques qu'elles supposent. Loin de résulter d'une simple pression des choses sur l'esprit — d'une « accomodation » individuelle — les formes essentielles de l'esprit humain tiennent aux lois mêmes de l'organisation biologique — à l'adaptation héréditaire.

III.

Il nous reste à conclure.

En ce qui concerne les rapports de la pensée et des choses, les mathématiques et la biologie forment un cercle. Les premières expliquent la réalité physique par l'esprit, la seconde explique l'esprit par la réalité physique. Le réel est assimilé peu à peu grâce aux cadres mathématiques, mais, grâce à la biologie, nous comprenons comment le réel ainsi élaboré élabore lui-même la vie, l'esprit et les mathématiques.

Ce cercle est plus général encore: l'homme explique l'univers et l'homme s'explique par l'univers. Par les mathématiques la

science construit l'univers, mais, par la biologie, la science s'explique elle-même comme un résultat de l'interaction de l'organisme et de son milieu. En fin de compte les sciences sont ainsi ordonnées, non pas selon une hiérarchie linéaire, mais en cercle: les mathématiques mènent à la biologie par l'intermédiaire des sciences physico-chimiques et la biologie mène aux mathématiques par l'intermédiaire de la psychologie.

Mais un tel cercle est loin d'être absolu. Non seulement l'imperfection actuelle de nos sciences (et cela surtout dans les domaines biologique et psychologique) rendent illusoire une telle manière de présenter les choses, mais encore, même en faisant abstraction de la lenteur du progrès scientifique, le cercle dont nous parlons ne saurait jamais boucler réellement. Il s'agit donc moins d'un cercle que d'un balancement périodique, ou, pour conserver notre image, d'une spirale. En effet, pour qu'il y eût cercle, il faudrait que les deux termes en présence — pensée et réalité — fussent achevés l'un et l'autre et donnés une fois pour toutes. Or, c'est précisément loin d'être le cas.

La pensée, tout d'abord, apparaît au psychologue, non plus comme un système statique de notions et de catégories, mais comme une activité constructrice, une élaboration de soi par soi. Comme telle, la pensée évolue. Que cette évolution soit créatrice ou ne consiste qu'en une explicitation, en une formulation progressive de l'implicite, peu importe ici. Ce qui est certain, c'est que le sentiment de la rigueur rationnelle est susceptible de varier d'un stade à l'autre du développement intellectuel. La rigueur selon Descartes n'est pas identique à la rigueur telle que les Grecs la concevaient, et celle-ci elle-même n'a rien de commun avec le raisonnement magique ou animiste de la mentalité préscientifique. De nos jours encore, on assiste à des crises dans l'évolution du raisonnement scientifique. Les disputes des mathématiciens sur la valeur et l'emploi du principe du tiers-exclus en sont un excellent exemple: que l'on adopte ou non le point de vue de Brouwer et que l'on considère la discussion comme relevant de la logique formelle ou de la logique appliquée, il reste assuré que certains raisonnements qui ont paru inattaquables jusqu'à ces derniers temps cessent

désormais d'emporter la conviction des mathématiciens les plus exigeants [1].

Le réel, de son côté, n'est pas plus achevé que la pensée. L'assimilation de la réalité par l'esprit est au contraire en pleine crise aujourd'hui. Lorsque l'on suit, année après année, les essais de conciliation de la théorie de la relativité avec celle des *quanta* on ne peut même s'empêcher d'être surpris de la rapidité déconcertante avec laquelle se succèdent les modèles de l'atome. Mieux que tous ceux du passé, ces schèmes transitoires nous font comprendre combien la configuration du réel dépend sans cesse de l'activité constructrice de nos raisonnements mathématiques et ne saurait ainsi aboutir à une codification définitive et absolue.

L'échange mutuel entre les choses et la pensée ne peut donc être ramenée à une figure statique. On ne voit pas comment les mathématiques et la biologie nous enfermeraient un jour dans un cercle bouclant rigoureusement. Il s'agit bien plutôt d'un processus périodique, d'une spirale sans fin. Peut-on cependant assigner des lois d'évolution à un tel processus ? C'est là le dernier point qu'il nous reste à examiner.

S'il s'agit de lois *a priori* on ne voit évidemment pas de quoi on les tirerait. Ce ne saurait être de la réalité elle-même, puisque celle-ci est toujours conçue à travers les schèmes de notre esprit. Certes on peut dire que la réalité explique l'évolution des sciences, car la science expérimentale est une conquête progressive du réel. Mais le réel n'est jamais donné en soi: la science ne se l'assimile qu'au moyen des cadres mathématiques. Il est donc vain de prétendre établir les lois de la science en invoquant la réalité, comme si la réalité était extérieure au raisonnement scientifique et faisait pression sur lui du dehors.

La clef de l'évolution des sciences serait-elle au dedans de nous ? Peut-on assigner à la pensée scientifique une structure fixe, qui dirigerait de l'intérieur le développement du savoir ? Toute déduction *a priori* est, sur ce point, radicalement impossible. Les cadres de notre esprit apparaissent comme une

[1] Voir sur ce point l'intéressant article de M. R. Wavre, *Y a-t-il une crise des mathématiques* ? Revue Mét. Mor.. 1925.

simple axiomatique, qui n'épuise jamais le principe fonctionnel de la pensée, et non comme un système de lois imposant une direction immuable au devenir scientifique.

S'il existe des lois d'évolution, dans le développement de la pensée scientifique, on ne saurait donc les mettre en lumière qu'après coup et sans engager l'avenir. C'est en quoi, et il me plaît de conclure sur cette note, l'histoire de la pensée scientifique est nécessaire à la science pour prendre conscience de son propre fonctionnement. Les concepts et les principes dont les sciences font usage ne sont pas éternels. Sans avoir été imposés tels quels par la réalité, sans non plus avoir été déduits *a priori* de la structure de la pensée, ils se sont développés sous l'influence d'une interaction entre les choses et l'esprit. Pour saisir leur nature il importe ainsi de connaître leur histoire. L'idéal interne auquel obéit la science est le produit de sa propre évolution. L'histoire de la pensée scientifique est par conséquent le meilleur serviteur de la science, le meilleur défenseur de cette entière et radicale autonomie, qui caractérise nécessairement l'esprit scientifique.