Zeitschrift: Revue de Théologie et de Philosophie
Herausgeber: Revue de Théologie et de Philosophie
Band: 28 (1940)
Heft: 114-115: Mélanges offerts à M. Arnold Reymond

Artikel: Intuitions immédiates et médiates
Autor: Wavre, Rolin
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-380376

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: 14.12.2025

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

INTUITIONS IMMÉDIATES ET MÉDIATES

Quelques physiciens éminents se sont demandé si la notion d'espace est encore adéquate à l'échelle atomique. C'est en réfléchissant à cette question que j'ai rédigé ces pages que je suis heureux de pouvoir dédier dans ce recueil à M. Arnold Reymond. La question que je veux examiner est celle-ci : Pour quelles raisons croit-on que l'espace doit être sous-tendu à tous les phénomènes, quelle qu'en soit l'échelle? J'aurai à rappeler naturellement la genèse de l'espace sensible ; puis ce que la géométrie vient ajouter au continuum sensoriel, ce que la mécanique classique ajoute encore à la notion d'espace et l'insertion des forces dans ce continuum par la théorie de la relativité.

Mais on risquerait de se méprendre sur le sens de cet article si on ne prenait pas en considération les prolégomènes que voici : Quelles que soient nos tendances philosophiques, nous devons convenir que la seule manière d'appréhender positivement l'univers matériel est d'être attentif aux actions qu'il exerce sur notre organisme. L'astronomie, par exemple, établit des relations mathématiques entre les radiations qui des astres parviennent à notre rétine. Ces relations s'interprètent dans une géométrie relative à un espace conçu comme extérieur à nous. Géométrie et espace sont des intermédiaires utiles, peut-être indispensables à cette échelle. L'expérience la plus fine ou la plus recherchée des sciences physiques revient toujours à susciter un groupe de sensations à partir d'un autre groupe. Des catégories générales de sensations se sérient, s'alignent en quelque sorte suivant certains modes. L'espace et le temps sont les principaux. Les principes de conservation de la masse, de l'énergie, apportent de grandes simplifications dans le fouillis primitif des sensations. L'existence de lois régissant la matière revient, au point de vue qui nous intéresse

ici, à la constatation que le nombre des relations mathématiques à écrire entre les ensembles de sensations ne se renouvelle pas ou n'augmente pas à proportion du nombre des phénomènes étudiés.

La coordination primitive des sensations.

Dès le premier âge, les êtres organisés effectuent une synthèse plus ou moins consciente de leurs sensations visuelles, tactiles et motrices en une sorte d'espace sensible. On a beaucoup insisté — Höffding, Poincaré, Nicod — sur ces espaces visuels, tactiles, moteurs, et sur la genèse de la représentation spatiale unique. Le fait que l'enfant est capable de marcher prouve qu'il a coordonné d'une manière pratique ces différents genres de sensations. Qu'il préexiste dans l'esprit une sorte de pouvoir coordinateur, intuition pure du continuum spatial suivant la conception de Kant élargie, ou une notion semi-consciente du groupe de déplacements suivant Poincaré, je n'ai pas ici à prendre parti à ce sujet. Je veux simplement faire deux remarques :

1. La rétine reçoit des corps physiques une multitude de photons ; la sensation tactile vient de ce qu'une myriade d'atomes conjuguent leurs efforts. Sans ce grand nombre d'éléments, la sensation n'existerait pas. Elle est donc un phénomène statistique, et cela même si nos sens sont prolongés et affinés par des instruments d'optique. Ainsi le continuum sensoriel à trois dimensions est un espace de moyenne. Il est amorphe au début. Le maniement des solides, qu'il faut, à ce point de vue, appeler des agrégats invariables ou renouvelables par déplacement de sensations, viendra plus tard lui conférer une certaine ossature.

2. La perception simultanée de phénomènes extérieurs engendre l'idée d'espaces sensoriels, et le sentiment des successions celui du temps. Mais cette séparation si naturelle des deux schèmes et l'isolement des sensations spatiales à l'égard des autres, cinématiques et dynamiques comme la vitesse et la force, est favorisée par le fait que nous vivons dans un milieu relativement statique à cette échelle. Ni forces appréciables ni accélérations concomitantes ne troublent à chaque instant les sensations que le bébé éprouve de la part des objets qui l'entourent (la pesanteur étant pratiquement annulée par la réaction du sol). La cinématique et la dynamique ne s'insèrent pas au point de départ dans la notion d'espace. Et la synthèse primitive se résout en espace-temps. L'enfant doit subir une rééducation pour éviter de se mettre en danger sur une route, sa coordination s'étant faite dans un milieu plus calme.

L'agent de police de la place Saint-François pourrait, pour exercer son métier plus facilement, faire du quotient de la distance par la vitesse une entité fondamentale remplaçant soit l'espace soit le temps. L'automobile à cent mètres faisant du cent à l'heure dans sa direction serait aussi dangereuse qu'une autre à dix mètres faisant du dix à l'heure. Une coordination où ce quotient interviendrait primitivement lui permettrait de mesurer directement l'imminence d'une collision et la présence du danger.

a) Au point de vue qui nous intéresse ici, il n'est pas absurde de se demander comment se ferait la coordination primitive des sensations, si le quantum d'action de Planck était considérable en unités habituelles. Cette hypothèse est équivalente à supposer l'existence d'un bébé atomique qui, s'il n'est pas tué par l'arrivée d'un photon, serait pris dans des champs de force considérable et impressionné par des faits individuels et non plus de moyenne. Sa synthèse pourrait-elle se faire comme la nôtre en hiérarchisant les trois plans statique, cinématique, dynamique, ou au contraire les champs de force ne s'incorporeraient-ils pas à la synthèse primitive ? On peut se poser la question.

b) Si la vitesse de la lumière était de 300 mètres ou même de 30 centimètres par seconde, pourrions-nous séparer l'espace du temps? Ne serions-nous pas dans quelque chose ressemblant davantage à un espace de son, tous les objets étant sonores ? Cette hypothèse revient d'ailleurs à imaginer un géant des dimensions de la voie lactée. Aurait-il l'idée d'un solide ? Le ciel étoilé nous apparaît, à tort d'ailleurs, comme formé d'éléments simultanés, il n'en serait rien pour le géant qui pourrait rattraper la lumière.

Comme le remarque L. de Broglie, la mécanique quantique fait interférer dès le point de départ les éléments dynamiques, cinématiques et géométriques. N'interféreraient-ils pas dans la synthèse primitive du géant ou du bébé atomique ? En approfondissant ces problèmes, en les traitant mathématiquement, on pourrait peut-être se rendre compte que la grandeur de la vitesse de la lumière et les effets statistiques, la petitesse du quantum de Planck et le calme de notre ambiance sont des facteurs primordiaux pour notre synthèse primitive des sensations.

La géométrie et le prolongement de l'espace.

Les solides, plusieurs auteurs y ont insisté, jouent un rôle fondamental dans la genèse de la géométrie. En les maniant, nous faisons des

expériences élémentaires de physique à notre échelle. Ces expériences confirment en première approximation quelques principes que l'esprit a formulés ensuite et qu'on appelle les vérités géométriques. Les constatations mentales faites au cours de telles expériences viennent ensuite se hiérarchiser en propositions successives qui se relient entre elles non plus matériellement comme les sensations dans l'espace sensible, mais mentalement, de sorte que la plupart se déduisent d'un nombre restreint d'entre elles. Je n'ai pas à me demander si la logique qui préside à ces actes mentaux n'est elle-même que la page la plus générale de la physique, comme M. Gonseth paraît l'affirmer. Les deux extrêmes sont pris ici en opposition : l'espace sensible, physiologique, d'une part, et la géométrie science abstraite, de l'autre. Dès ce moment où la géométrie est née, l'espace paraît tiré à deux exemplaires, l'un sensoriel, l'autre déductif, si bien que pour savoir si les médianes d'un triangle se coupent en un même point, nous avons, à cet âge de l'intelligence, deux ressources : tracer au hasard un triangle matériel et ses médianes, et faire une constatation matérielle, ou déduire la proposition d'autres propositions plus évidentes. Le fait que les axiomes énoncent des propriétés d'une grande évidence et d'une grande rationalité a conféré à toute la géométrie un caractère apodictique dont l'espace lui-même paraît bénéficier : suralignement mental des alignements sensibles primitifs, idéalisation des sensations. Les espaces visuels, tactiles, moteurs se situent alors dans l'espace pur, cadre vide possédant néanmoins une foule de propriétés abstraites, telles que l'homogénéité, l'isotropie, la possibilité d'y tracer les figures semblables, quelle que soit leur échelle, si petite et si grande que l'on veut. De l'accord entre les propositions d'Euclide et les agrégats de sensations à notre échelle, nous concluons par extrapolation à un accord virtuel dans le très grand et dans le très petit, deux domaines qui échappent tous deux aux données immédiates des sens sans échapper, croyons-nous, aux prises de la géométrie. La science classique, Euclide-Newton, milite en faveur de cet espace sous-tendu, à propriétés bien caractérisées, quoique vide et indépendant des dimensions. Les corps sont conçus comme se déplaçant dans ce cadre abstrait qui dépasse de beaucoup le complexus primitif des sensations. Si l'intuition pure, forme de notre sensibilité dans le langage de Kant, représente un pouvoir de coordination immédiate des sensations, elle ne nous impose pas cependant l'espace d'Euclide isotrope, infini, homogène. Il est bien certain que la similitude à toute échelle n'est

pas un fait physique, c'est une vue de l'esprit qui nous fait croire qu'un triangle intra-atomique ou intersidéral doit avoir une somme d'angles égale à deux droits ; extrapolation à ces deux échelles des propriétés reconnues aux triangles matériels de notre échelle. C'est la géométrie pure, et non le complexe primitif des sensations, qui nous incline à croire à la possibilité de s'en référer à un même espace pur, lieu où se déroulent les phénomènes et sous-tendus à l'univers matériel. Le quantum de Planck marquerait, au contraire, une limite inférieure à la validité physique de cette représentation.

La réapparition de la force.

Peut-être M. Piaget nous dira-t-il un jour le rôle des vitesses et des forces dans la synthèse primitive, et comment, si elles y ont fait leur apparition, elles en ont été par la suite éliminées ; pourquoi, en d'autres termes, le cadre primitif est le cadre spatio-temporel. Rien n'est plus intéressant à cet égard que l'histoire de la dynamique. Lorsque la force a été savamment réintroduite au temps de Galilée, elle fit parfois figure d'intruse. Descartes lui fit faire antichambre, parce qu'elle n'avait pas cette clarté et cette distinction des notions purement géométriques. Newton, lui, la proclame souveraine ici-bas et la lie à la quantité de matière et au cadre spatio-temporel en formulant le grand principe : force = masse par accélération. Mais la dynamique ne saura effectivement tirer parti de cette relation dangereusement synthétique qu'en substituant à la force une fonction mathématique qui l'exprime d'une autre manière, à partir des éléments plus simples de l'ancien cadre, position, temps et éventuellement vitesse. Alors la trajectoire et le mouvement peuvent être déduits par les seules ressources de la théorie des équations différentielles. Cette élimination de la force, cette réduction à l'ambiance spatio-temporelle, réussit à merveille chez Newton lorsqu'il exprime la force dans le phénomène de gravitation comme fonction de la position seule, les masses mises à part. D'autres avaient tendance à voir dans le principe fondamental une définition ou en tout cas une mesure de la force, cherchant à la ramener par le grand principe lui-même au cadre de la cinématique. La souveraine s'effaçait, non sans laisser la trace de son apparition sur le plan philosophique. Son existence, en effet, ne peut pas être mise en doute puisqu'elle répond aux sensations indéniables de pression, de traction, d'efforts quelconques dont nos sens témoignent. Newton était assez près de raisonner ainsi :

L'absolu de la force implique l'absolu de l'accélération, donc l'absolu d'un mouvement accéléré. Mouvement par rapport à quoi ? Par rapport à un espace absolu, au « repos ». Bien qu'aucun poteau indicateur ne nous renseignât sur notre position dans cet espace, ce milieu sous-tendu à la dynamique et solidaire de ces axiomes se voit conférer en plus un caractère cinématique. La géométrie, la dynamique ont hypostasié le sensorium primitif, en même temps qu'elles le restreignaient un peu en lui imposant des propriétés particulières.

Le sensible et le mental.

Nos remarques seraient insuffisantes si nous n'insistions pas davantage sur le contraste des deux espaces, sensible et mental. Nous voudrions dégager quelques remarques à cet égard des antinomies de Zénon, dont A. Reymond a souligné le sens profond dans son *Histoire des sciences dans l'antiquité*. Les antinomies bien connues du mouvement marquent essentiellement un heurt entre la perception de la continuité du mouvement et la conception que la trajectoire est formée d'une infinité de points. Chaque déplacement serait un transfini réalisé. Cette opposition est plus frappante encore, lorsque avec Descartes on fait du segment de droite une échelle graduée de nombres réels. La possibilité de diviser toute grandeur *ad infinitum*, vérité mathématique, nous pousse à croire à la possibilité de faire une opération semblable avec une barre matérielle au delà même de l'échelle atomique. C'est une extrapolation. Les possibilités mentales nous poussent à admettre des possibilités matérielles illimitées. Cependant, le recouvrement des deux espaces, sensible et abstrait, devient choquant dans les extrêmes. L'espace sensible s'arrête bien avant, limité qu'il est par le pouvoir séparateur de l'œil ou du microscope. L'impossibilité, établie en théorie des ensembles, d'énumérer les points d'un segment de droite dans leur ordre de succession sur la droite, l'impossibilité d'énumérer dans leur ordre de grandeur, ne fût-ce que les nombres rationnels, donc sans retour en arrière, marque, elle aussi, ce qu'a de fictif ou de dangereux la conception classique du mouvement conçu comme celui d'un point matériel décrivant dans l'espace une ligne continue et passant successivement par tous les points de la ligne. En cela, c'est Bergson qui a raison dans la partie négative de sa critique. Et Zénon apparaît comme un précurseur de la théorie des ensembles, puisque, dans quelques-unes de ces antinomies, il nommait sur le continu une infinité de points ou de circonstances cinématiques particulières. En même temps, il poursuivait son but qui était d'op-

poser l'existence du mouvement réel à la décomposition *ad infinitum* de la trajectoire. Cette opposition ne se présente que si l'on sous-tend au complexe primitif des sensations l'espace conceptuel.

Le recours à d'autres géométries.

L'analyse mathématique est assez puissante pour décrire des espaces métriques, localement euclidiens, mais où, à grande distance, les mesures de longueur se coordonneraient autrement qu'à notre échelle. Elle respecterait toute la réalité expérimentale des expériences courantes et ne manifesterait une différence que s'il existe des masses considérables ou dans le très grand. La synthèse primitive amorphe est compatible aussi bien avec ces géométries dites riemanniennes qu'avec l'euclidienne. On sait que, par l'usage d'une telle géométrie, la théorie de la relativité incorpore la force d'attraction dans le cadre spatio-temporel. Cette possibilité doit être retenue ici. Le système Riemann-Einstein rend mieux compte des observations astronomiques, en dépit des critiques qu'on lui a adressées, que le système Euclide-Newton. Pourrait-on inventer des géométries approximativement euclidiennes à notre échelle, mais hyper-riemanniennes à l'échelle atomique, pour y incorporer les forces qui règnent dans ces milieux élémentaires ? Le corpuscule, l'électron par exemple, serait comme un point singulier de la métrique. On l'a essayé. L'espace à toute échelle se serait incorporé les champs de force dans une synthèse savante. Cette tentative n'a pas réussi et la micro-physique s'est dirigée dans une autre direction.

La tentative de Rutherford et de Bohr de faire de l'atome un système solaire en petit avait cet avantage de principe de maintenir nos représentations concrètes habituelles. Cette sorte d'homothétie, licite en géométrie d'Euclide comme en mécanique classique, ramenait l'atome à notre échelle. Si utile que fût, pendant quelques décades, cette conception, il fallut néanmoins l'abandonner, puisqu'un électron, d'après l'ancienne théorie quantique, devrait sauter d'une trajectoire à une autre, brusquement, sans intermédiaire. La difficulté n'est donc pas seulement dans l'opposition entre le discontinu et le continu. Elle est due au fait que la localisation d'un corpuscule dans le cadre spatial habituel n'est plus adéquate, ne rend plus les services qu'on se croyait en droit d'attendre d'elle. Avec la révolution plus récente due à de Broglie, Schrödinger, Heisenberg, la mécanique quantique s'éloigne peut-être davantage de nos habitudes de pensée spatiale. Elle emploie, comme on sait, des espaces fictifs à six

dimensions, par exemple, pour la propagation de l'onde de probabilité associée à un système de deux particules. Les espaces de Hilbert interviennent constamment pour le calcul de la répartition des fréquences. Ce sont des espaces à une infinité de dimensions. L'ancienne mécanique avait déjà recours, à titre d'adjuvant mathématique, à des espaces dits de représentation à n dimensions ; mais le phénomène se déroulait visiblement dans l'espace ordinaire. Or, en mécanique quantique, ce sont les espaces fictifs qui jouent le rôle essentiel et les équations qui s'y écrivent ne sont plus traduisibles dans le langage habituel des mouvements bien déterminés de corpuscules dans l'espace ordinaire. Certaines dualités, ondes-corpuscules par exemple, ne se laissent pas unifier sur le plan des représentations concrètes. Ce sont les équations qui se laissent ramener l'une à l'autre dans toutes les conséquences relatives à des faits observables. Mécaniques ondulatoires et quantiques forment, elles aussi, une dualité de points de vue, que Schrödinger est parvenu à expliquer non par des analogies concrètes mais par le simple jeu des équations.

Le symbolisme opératoire.

L'astronomie situe à de justes distances les planètes et le soleil. Elle rectifie les perspectives célestes. Mais entre les Chaldéens et nous, il n'y a pas de différence essentielle au point de vue qui nous intéresse ici. Au contraire, les observations quantiques, les raies spectrales, par exemple, bien qu'elles s'insèrent en tant que sensations visuelles dans la synthèse primitive, ne sont que le signe d'actions cachées intra-atomiques, qui ne se déroulent pas à notre vue, même renforcée par un microscope. Ces sensations constituent un cryptogramme qui n'est pas immédiatement traduisible en clair pour nous, c'est-à-dire en étendue et mouvement. Il est écrit en sensations ; donc les signes sont les mêmes que pour les phénomènes à notre échelle. Mais le décryptement ne peut se faire dans un langage qui nous soit familier, c'est-à-dire que ces sensations-là ne se coordonnent pas d'une manière naturelle avec les autres. Il y a crise de la représentation concrète des phénomènes.

Nous ne sortirions pas de ce malaise, si l'on en restait à cet aspect négatif. Il convient de changer de point de vue et d'insister sur l'aspect opératoire de la nouvelle mécanique.

Certaines parties de l'analyse mathématique se laissent interpréter dans le langage des actions. Il en est ainsi de la fonction la plus élémentaire entre deux variables, x et y. Cette fonction indique la dépen-

dance entre x et y, dépendance qui se laisse interpréter par une courbe du plan $x\,o\,y$. Mais elle indique aussi les opérations à faire sur la valeur x pour obtenir la valeur y. Les équations de la micromécanique ne seraient-elles qu'un tel précepte indiquant des opérations à faire sur un groupe observé de sensations pour en prévoir un autre, qu'elles rempliraient déjà leur rôle pragmatique. Elles pourraient faire fi de l'obligation de s'exprimer dans le langage habituel du mouvement des corpuscules dans l'espace. Des harmonies mathématiques sont possibles en dehors de ce cadre. Des intuitions rationnelles complètent et prolongent les intuitions primitives. Que les physiciens coordonnent par un symbolisme mathématique les sensations qui ont leur source dans les réalités atomiques, et cela sans s'obliger à concevoir le corpuscule comme une planète décrivant d'une manière continue une trajectoire bien déterminée, personne, je crois, n'oserait le leur reprocher, d'autant plus qu'ils parviennent dans ce domaine à une précision égale ou supérieure à la précision astronomique. (Bien que leurs fonctions d'onde expriment des lois de probabilité.) Le succès pragmatique de la physique intra-atomique peut être assuré, même si elle n'est pas fidèle à nos représentations coutumières et à la division habituelle du cadre de la cinématique que les relations d'Heisenberg viennent morceler en petits compartiments d'aire proportionnelle à la constante de Planck. Aux intuitions immédiates, empruntées à la synthèse primitive, peuvent succéder des intuitions médiates, fondées uniquement sur les mathématiques. La théorie des groupes sur laquelle Juvet a insisté, les nombres hypercomplexes ont des ressources opératoires dont les physiciens ont déjà tiré parti. Les mathématiciens inventent les manières d'agir plus encore que les manières de voir, et c'est dans une élévation de tout le niveau conceptuel de la science que l'on trouverait peut-être l'issue du malaise actuel. Il faut cesser de demander à « voir » le fond caché de l'univers matériel. Cela nous permettra mieux de le « comprendre ».

Sous quelle rubrique, Monsieur Arnold Reymond, rangeriez-vous ces remarques trop hâtivement et incomplètement rédigées ? Positiviste dans ses données et ses préoccupations, notre science ne serait-elle pas à la fois pragmatique et intellectualiste, d'un pragmatisme assuré de cohérence logique grâce aux mathématiques, et prévenu contre le pluralisme par sa tendance à formuler des lois vraies pour l'univers entier ?

Genève. Rolin WAVRE.