

**Zeitschrift:** Revue de Théologie et de Philosophie  
**Herausgeber:** Revue de Théologie et de Philosophie  
**Band:** 30 (1942)  
**Heft:** 122

**Artikel:** Philosophie des sciences  
**Autor:** Secrétan, Claude  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-380412>

### **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:** 01.02.2026

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

## PHILOSOPHIE DES SCIENCES

---

Sous le titre : *Le physicalisme dans le cadre de l'empirisme intégral* (1), M. Julien Pacotte développe une communication qu'il avait présentée en 1935 au Congrès international de philosophie scientifique consacré à l'« unité de la science ».

L'empirisme considère le monde physique comme une expérience qui embrasse la perception, l'effort moteur et l'action volontaire. La science serait « le développement de l'expérience humaine du monde physique ».

Certaines expériences intégrales, telles que l'extension dans le temps, la continuité qualitative en extension, la préimagination, l'intersubjectivité, interviennent dans la plupart des démarches de l'esprit : ce sont les expériences primordiales.

La correspondance — imparfaite — entre les éléments du réel et quelques éléments de certains édifices formels permet de reculer les limites du savoir : la nature de la connaissance formelle du réel est une *correspondance* entre un système formel et des éléments isolés par nous dans le réel.

La *légalité scientifique* met des schèmes formels en rapport avec le réel : un schème unique peut s'appliquer à une série indéfinie de cas semblables.

« L'induction logique ne peut être que l'inférence, étendant le domaine d'applicabilité aux différents termes. Or la similitude concerne les circonstances : circonstances d'échelles, conditions expérimentales... Il y a déjà de ce côté une incertitude... D'autre part, l'association du schème envisagé ne découle en aucune manière de la similitude des circonstances. A ces deux titres, l'induction est essentiellement douteuse » (p. 13).

L'empirisme intégral n'admet pas l'idée d'une probabilité mathématique de l'induction logique.

N. B. — Le retard avec lequel sont publiées ces pages ne doit être imputé qu'à la rédaction de la *Revue* et non à l'auteur.

(1) *Actualités scientifiques et industrielles*, n° 343. Paris, Hermann, 1936.

« La probabilité subjective attachée à l'induction est... en rapport avec la fréquence de la réussite. Mais si cette fréquence est finalement statistique, auquel cas seulement il est permis de recourir à la notion de probabilité mathématique, il ne s'agit plus de la probabilité de l'induction : il s'agit... d'une induction relativement sûre concernant une légalité de nature statistique... Il existe une *légalité statistique* objective au même sens que toute autre légalité scientifique ; son domaine d'applicabilité concerne des circonstances diverses, mais il en est ainsi pour toute légalité ; elle ne signifie aucunement notre ignorance. » (*Ibid.*)

Il ne faudrait pas prendre le réel pour du formel réalisé, comme l'a fait la métaphysique ancienne qui a peuplé l'univers d'entités qu'elle considérait comme plus réelles que l'expérience immédiate.

« L'orientation physicaliste marque une voie où l'intelligence peut s'avancer dans les conditions d'objectivité les meilleures, selon les critères les plus évidents » (p. 14).

Les expériences non formelles ne se présentant pas comme des unités détachées, mais se tenant en une continuité, l'on est amené à l'idée d'objectivité ou d'*intersubjectivité*.

La continuité des expériences tient au sujet lui-même. Les sujets n'étant pas isolés, l'intersubjectivité est éprouvée comme une expérience primordiale.

« C'est l'identification trompeuse du formel et du réel qui vient... nous faire renoncer à cette donnée incontestable. Tantôt nous posons le sujet comme un élément formel, identique ; tantôt nous brisons l'expérience et n'en retenons que des éléments, comme les sensations isolées, qui concernent un seul sujet ; tantôt nous fixons obstinément la multiplicité des vivants et la différence entre les phénomènes biologiques, internes et les phénomènes physiques interbiologiques... l'intelligence... nous révèle des légalités en présence desquelles notre intuition d'intersubjectivité s'exerce dans un domaine plus vaste... comme nos possibilités immédiates de prévision s'exercent, à partir de la légalité scientifique, sous forme d'induction. De même qu'il n'y a aucune prévision possible en dehors de la prévision immédiate et de l'induction, il n'y a aucune affirmation d'intersubjectivité possible en dehors de l'expérience immédiate d'intersubjectivité et de la forme mixte qu'elle prend devant un savoir scientifique véritable... C'est... cette *induction (d'intersubjectivité)* qui nous fait passer à l'inconscient et au monde moléculaire, car le réel est de la nature d'une expérience, laquelle est toujours donnée dans un sujet, quel qu'il soit... Il ne faut retenir de l'affirmation du sens commun concernant l'existence des corps que l'affirmation d'intersubjectivité qu'elle contient ; ce qui s'y ajoute du côté de l'essence, comme les idées de substance identique, de substrat et ainsi de suite, est le produit d'une métaphysique instinctive identifiant le réel et le formel et doit être tenu pour illusoire... La métricité de l'espace et du temps inspirée de la géométrie et de la cinématique qualitatives ébauchées dans l'expérience immédiate est vague,

limitée mais intersubjective... On part d'une correspondance observée uniquement sur sa propre personne, entre le phénomène psychologique et le comportement spatial ; on étend à autrui le domaine d'applicabilité de la correspondance » (p. 15-20).

Le *physicalisme* soutient « l'idée d'une science de toute la nature utilisant, comme la physique, l'expérience primordiale de spatialité mais admettant les types les plus divers de légalité ».

Si la physique réussit à retrouver la légalité proprement spatiale dans son propre domaine, n'importe quelle science de la nature, d'après le *physicalisme*, y peut réussir aussi.

A l'inverse du *physicalisme*, l'empirisme intégral admet qu'il y a une psychologie objective qui n'est pas isomorphe à la science spatiale du comportement. La science *physicaliste*, qui est la science spatiale de l'action humaine, peut servir de point de départ pour une théorie volitionnelle de l'action.

De toutes les sciences, seule la psychologie proprement dite, ne se rattacherait pas aux sciences *physicalistes*.

La science du comportement envisage l'irritabilité biologique, les réflexes, les émotions, l'action, comme autant de modalités du comportement spatial, en ignorant systématiquement toute conscience propre du vivant. « L'action est un comportement intelligible comme intervention du vivant dans les phénomènes extérieurs ; cette intervention introduit dans le milieu non biologique un ordre nouveau » (p. 31).

On peut assigner trois fonctions distinctes à la périphérie du vivant. D'abord la surface du corps présente au milieu des champs de pression : dans ce cadre l'homme module le langage, manipule les solides, construit la machine. Ensuite la surface du corps présente aussi des zones sensorielles. On y observe des phénomènes dont la structure rappelle, dans une certaine mesure, celle du monde environnant : l'épiderme se modèle sur un objet, le tympan vibre différemment suivant la fréquence et l'amplitude des vibrations. Enfin certains mouvements spéciaux (du globe oculaire, des antennes, des doigts) sont en rapport avec les zones sensorielles de la périphérie.

« Corrélativement, la morphologie interne nous présente des organes moteurs et des organes sensoriels, et l'on distingue parmi les organes moteurs ceux qui concernent spécialement les organes sensoriels (muscles de l'œil, par exemple). L'unité de l'action dans le monde extérieur au vivant trouve une certaine image dans la continuité anatomique profonde du système nerveux. L'action n'est pas le fait d'un organe qui réplique à l'excitation, mais d'organes spécialisés recevant l'excitation et donnant la réplique » (p. 34).

Du point de vue purement *physicaliste*, la formation d'une habitude consiste en l'extension progressive du domaine d'applicabilité d'un schème formel, lequel, ne concernant d'abord qu'un cas unique, s'applique ensuite à une succession de cas relatifs au même être vivant. S'il s'agit de plusieurs êtres vivants, la répétition apparaît comme une imitation.

« Dans un domaine extrêmement vaste de la nature, il ne peut guère être question que d'une connaissance physicaliste : ainsi, par exemple, en physique, en cytologie, en botanique. Plus précisément, une connaissance non physicaliste, dans ce domaine, est aux confins des possibilités de l'homme : elle relève d'une expérience intime évanouissante. Mais de toute manière, la démarche consistant à franchir les limites du physicalisme en supposant, sous l'apparence phénoménale, des entités correspondant aux grandeurs et aux complexes divers des systèmes formels, doit être écartée : elle appartient au passé, aussi bien pour la science, que pour la métaphysique.

Mais la biologie, dans les régions les plus proches de l'homme, nous ouvre un horizon. La science physicaliste du comportement du vivant demeure autonome, même dans l'étude de l'activité humaine la plus élevée : mais le physicalisme, ici, doit être surmonté... l'empirisme intégral ne peut pas reconnaître la conception physicaliste de l'intersubjectivité. Nous avons accepté... l'idée d'une psychologie objective non isomorphe à la science physicaliste du comportement. Il s'agit... de préciser les conditions véritables du passage de la science spatiale à la psychologie... notamment dans la théorie de l'action. L'expérience physicaliste est une zone dans le champ de l'expérience intime. Cette zone a été définie par les expériences primordiales acceptées : l'expérience de la spatialité, notamment les données de coïncidence et de simultanéité, est une condition essentielle de la science physicaliste... passer au delà du physicalisme, cela signifie pour l'empirisme intégral, admettre d'autres expériences primordiales » (p. 36-37).

La science physicaliste n'est pas exclusivement expérience spatiale, mais bien aussi activité logique ou expression conventionnelle. La logique qui s'applique à des systèmes formels comme au souvenir et à la préimagination du réel n'est point un phénomène spatial. Une convention n'est pas qu'un schème valable pour une série de cas : l'applicabilité du schème dérive du conditionnement du réel par la volonté ou les volontés accordées. Il n'est possible d'édifier une théorie de l'expérimentation scientifique comme de l'expression conventionnelle que sur la base d'une théorie volitionnelle de l'action. Le fait que le physicalisme étudie uniquement le comportement spatial ne doit pas nous faire perdre de vue qu'il met en œuvre tout un appareil d'expériences qui ne sont pas uniquement spatiales (logique formelle, logique réelle, souvenir, imagination, préimagination inductive, action volitionnelle, expérimentation scientifique, expression conventionnelle). La science physicaliste emploie cet appareil qui ne constitue toutefois pas son objet.

« Développons au contraire l'expérience de cet appareil : nous constituons une théorie de la connaissance scientifique et, du même coup, une théorie de l'action volontaire... nous dépassons... le physicalisme en explicitant... l'intersubjectivité des opérations auxquelles il se livre et non seulement celle de leur objet » (p. 38).

La perception elle-même est une expérience primordiale, comportant

(comme toutes les expériences primordiales, excepté l'expérience arithmétique) ce que l'auteur appelle une *marge d'évanouissement* qui se traduit par une marge d'incertitude.

« L'expérience immédiate de la perception porte en elle-même l'attente d'un affinement, et l'intelligence note ici deux plans et une correspondance entre les deux plans. Toute la série des plans correspondant aux degrés successifs de spatialisation est comme polarisée : chacun est polarisé par le suivant et l'ensemble l'est par un pôle idéal, inexistant. La perception dite interne ou organique est... un plan de spatialisation peu poussée. Nous saisissons ce plan comme polarisé par un plan de polarisation plus avancée : le plan de l'organisme. C'est pourquoi la perception en question est appelée organique. ...La science met en pleine lumière la correspondance, laquelle est une correspondance psychophysique, en ce sens que le plan de plus haute spatialisation est appelé physique. ...Dans la perception franchement externe, nous percevons sans égocentrisme : l'attention aux effets perspectifs indique un déplacement de l'intérêt. Il y a là... une voie par laquelle nous quittons l'espace physique et abordons l'espace proprement psychologique... Le corps vivant dont la science physicaliste étudie le comportement spatial sera désormais un corps central. Il s'y attache un sujet semblable à celui qui édifie la science physicaliste. Ce sujet perçoit et sa perception est externe ou organique. Il se souvient du perçu, il imagine, il préimagine. Il a une activité logique formelle ou réelle. Il préimagine selon les schèmes formels : il induit » (p. 39-40).

Le lien entre la préimagination et la réalisation est une réalité psychophysique.

Il y a deux types de préimagination. Elle est prévision seulement, lorsqu'elle s'applique à un phénomène dans lequel le corps central n'intervient pas. Mais la préimagination peut être réalisatrice. « Je puis prévoir qu'une personne va faire tel mouvement ; je puis imaginer que je le fasse, le vouloir et le faire. Mon vouloir se pose, ici, sur ma préimagination : elle se change en préimagination réalisante » (p. 41).

Dès que le vouloir se pose sur le préimaginé, le physicalisme est abandonné, la réussite prouvant qu'une partie du réel doit être attribuée à l'activité de l'intelligence humaine.

« La positivité psychologique servant de matière à la préimagination volitionnelle paraît se détacher progressivement du substitut psychologique de l'activité organique et se déplacer vers les éléments d'une représentation du monde extérieur. Ce changement indique le changement corrélatif de la perception, laquelle passe d'une donnée peu spatialisée, capable de représenter vaguement l'état organique, à une donnée nettement spatiale interprétée comme représentation du monde physique... Le tact rétinien se change en intuition visuelle... Le second aspect remarquable de l'évolution du sujet volitionnel est la participation toujours plus réduite de la volonté dans un acte plusieurs fois répété : finalement le sujet ne pense plus



qu'au but, comme l'archer à la cible... Le phénomène de l'habitude... se présente en psychologie sous un jour nouveau. La répétition... amorce une légalité permanente, au sens de l'induction... la phase d'intervention de la volonté coïncide avec celle de l'établissement de l'habitude... Nous pouvons rapporter à l'activité d'une intelligence une partie de la légalité de type relativement universel offerte par le réel : l'habitude acquise de l'homme.

Il est permis d'étendre au delà de l'homme une telle origine intellectuelle de l'intelligibilité des choses. Par voie de continuité, on peut remonter assez haut dans la série des vertébrés ; par voie d'analogie, il est peut-être permis de passer aux insectes : l'intelligibilité de la biologie serait, dans une large mesure, l'effet de l'intervention de sujets volitionnels... Le monde spatial n'est qu'une polarisation du monde psychologique au sens que nous avons précisé : la continuité psychologique profonde à laquelle nous donnons le nom de sujet pourrait bien être un phénomène présent là où se manifeste une totalité organique marquée. La volonté serait alors un phénomène atomique, biologique et cosmique : la légalité dépendrait surtout de la nature volitionnelle du réel. L'empirisme intégral est ouvert à de telles intuitions, si évanescentes qu'elles soient. Mais il ne peut leur accorder la prépondérance, car la volonté lui apparaît comme un simple aspect fragmentaire de la créativité continue de l'esprit » (p. 42-45).

L'auteur se demande enfin, d'une part si l'idée de science doit se limiter à celle de science physicaliste, d'autre part si la science représente toute la connaissance humaine.

Du point de vue historique les deux traits essentiels de la science sont l'intersubjectivité et la spatialité. La science peut être définie comme le développement de l'expérience humaine du monde physique.

« La science physicaliste... définit son objet par la condition de spatialité : elle satisfait, de ce côté, au critère d'objectivité le plus sûr... d'autre part, elle propose comme intersubjectif, indépendamment d'une correspondance systématique du psychique et du physique, son propre appareil de recherche : logique, expression conventionnelle et expérimentation, donc l'action volontaire... Logique, action selon la science, expérimentation scientifique, expression conventionnelle ne sont pas de simples phénomènes spatiaux. Elles sont avant tout des démarches de l'esprit. La science physicaliste les utilise. Elles ne sont pas son objet. Si l'on veut limiter la science au physicalisme, leur étude ne sera pas une science mais l'acquisition d'un instrument de recherche » (p. 47).

Mais cet « instrument » n'est-il pas plutôt précisément l'objet même de la science ? Si c'est le cas, les théories de la science, de l'expérimentation, de l'expression conventionnelle, loin d'être une introduction à la science, constituent la science elle-même, prise dans son acception la plus élevée.

« On s'en tient ordinairement, dans la théorie de l'action, à l'idée de science appliquée... la théorie de l'action comme complément de la science physicaliste ne s'en tient pas là... telles représentations appartenant à la science physicaliste de l'action deviennent le contenu de la préimagination réalisatrice. »

Il n'est de science que des faits. Mais la science les insère dans des systèmes intellectuels, elle schématise, idéalise et invente. La science est essentiellement inventive... La science formelle du réel est inventive en ce sens qu'elle recherche et combine des schèmes qui puissent être mis en rapport avec le réel. Elle l'est également à un autre titre : elle imagine ce qui ne lui apparaît pas... la science physicaliste de l'action se trouve être inventive en l'un et l'autre sens. Construire une figure satisfaisante à telles conditions données, c'est dans l'esprit de la géométrie : imaginer ou préimaginer un dispositif technique permettant telles opérations, c'est, aux mêmes titres, dans l'esprit de la science physicaliste elle-même. Et dès que la préimagination est obtenue, il suffit que le vouloir s'y pose pour que naisse la réalité préimaginée.

Ainsi, l'invention technique est, comme invention, une construction de la science physicaliste de l'action, comme la construction d'un cercle tangent à trois cercles est chose proprement géométrique. Toutefois, l'idée de science physicaliste des actes comme point de départ de la théorie volitionnelle attire... l'attention sur le caractère imitatif de l'action... la représentation proposée par la science spatiale de l'activité humaine... sert de fond à la représentation sur laquelle se pose le vouloir. Le contenu de la préimagination volitionnelle... est tantôt plus imitatif, tantôt plus inventif. Les deux possibilités d'imitation et d'invention se présentent sous un jour spécial si l'on introduit les idées de finalité physicaliste et de finalité volitionnelle. L'imitation fait coïncider la finalité volitionnelle avec la finalité physicaliste. Ainsi, la philosophie qui accentue, dans le tableau de l'évolution biologique et historique, telle finalité physicaliste et nous propose d'y conformer notre vouloir, fait simplement appel à notre propension à l'imitation — du moins si elle ne s'élève pas aux plans humaniste et métaphysique de la compréhension des valeurs... Une science physicaliste du comportement d'expérimentation... doit relever dans la trame historique des actes... de l'homme, tout ce qui contribue à rendre le monde plus intelligible... L'activité technique met toujours en évidence des phénomènes naturels... il y a, dans certaines activités — dans le laboratoire surtout — une mise en évidence plus remarquable des phénomènes... Mais le spectacle des laboratoires... ne nous donne aucune idée de l'expérimentation elle-même... la théorie volitionnelle de l'action... nous présente l'expérimentation comme une action entreprise dans le but de compléter sur l'un ou l'autre point les schèmes de l'action spatiale... Il s'agit tantôt de préciser les phénomènes physico-chimiques, par exemple de les mesurer, tantôt, de préciser les caractéristiques de l'appareil utilisé. Dans un cas c'est proprement l'expérimentation scientifique ; dans l'autre, c'est seulement l'expérimentation technique... l'expérimentation est imitative à un haut degré ; elle est plus ou moins inventive » (p. 48-50).

Il conviendra de distinguer, pour l'expression conventionnelle aussi, entre les plans physicaliste et volitionnel.

Sur le premier, le signe est une correspondance constatée, une association de fait. Sur le second, il faut envisager l'expérimentation comme étant plus qu'un simple comportement spatial de l'homme. Quant au langage, la science



physicaliste s'étend au verbe sans saisir la correspondance des mots et des choses comme une convention : « La théorie volitionnelle s'attache à la préimagination volitionnelle en principe permanente et universelle de l'association du mot et de la chose, à leur correspondance avec un élément formel identique. La science physicaliste du langage prépare simplement la théorie volitionnelle de la signification ; la science physicaliste des symboles prépare la théorie volitionnelle de leur utilisation » (p. 51).

Voici les conclusions de l'auteur : le physicalisme, qui annonce une doctrine plus large, opère un vide qui stimule la pensée. L'appareil de recherche du physicalisme est intersubjectif. Cet appareil peut être lui-même considéré comme un objet de science : l'expression conventionnelle et l'expérimentation étant alors envisagées comme des actions volontaires et non comme la traduction psychologique d'un phénomène spatial. Il faudra qu'une théorie psychologique de l'action vienne compléter la science physicaliste du comportement. L'objet véritable de la science est, pour M. Pacotte, l'expérience humaine du monde physique. Le physicalisme donnera à l'action une « représentation spatiale théorétique de la trame des actes des hommes ».

Les combinaisons de l'imagination à partir des données de cette trame (en même temps que la préimagination d'une trame conforme aux fins du vouloir et la préimagination devenue réalisatrice) seront mises en évidence par la théorie volitionnelle de l'action.

« Quant à l'humanisme, qui est la sphère de la compréhension des valeurs humaines et des motifs derniers de l'action, il s'ouvrira davantage à une science qui retrouve l'homme dans la nature et l'esprit dans l'homme » (p. 52).

\* \* \*

M. Georges Matisse intitule son étude : *Interprétation philosophique des relations d'incertitude et déterminisme* (1).

Le monde physique se confond, pour nous, avec certaines données sensorielles. Elles ne nous livrent pas toujours les éléments représentatifs de la réalité dont la connaissance faciliterait le plus la compréhension des phénomènes en simplifiant autant que possible leurs relations. Le monde extérieur est un système dont l'invariant est un élément qui n'est pas intuitif comme la masse, le mouvement, la couleur ou l'intensité de radiation. Cet élément fondamental ne suggère ni image ni idée, mais nous sommes capables de calculer sa valeur, à laquelle la Mécanique donne le nom d'Action.

Les physiciens ont dû admettre la *discontinuité* de la réalité physique et, avec elle, de l'Action. « Le monde objectif s'avère formé de grains de grandeurs fixes, indivisibles, ayant pour mesure les quanta d'Action. Un quantum d'Action exprime une certaine grandeur d'univers » (p. 4).

Un événement d'univers ne saurait être plus petit qu'un quantum, ni être précisé à moins d'un quantum près. Dans l'« Espace-Temps » (univers quadridimensionnel) il ne faut pas se représenter le quantum comme un point sans

(1) N° 361 des *Actualités*. Paris, Hermann, 1936.

dimensions. Le quantum doit être « une petite pelote d'activité ». Sa concentration décroît depuis son centre et s'efface progressivement en rayonnant continuellement dans l'Espace-Temps.

Nous ne connaissons le quantum d'Action que par certains de ses effets. Sa valeur quantitative n'est obtenue que comme produit ou quotient des grandeurs numériques de deux ou plusieurs facteurs physiques intuitifs : par exemple produit d'une longueur et d'une quantité de mouvement ; ou d'une énergie et d'un temps ; ou d'une fréquence et d'un moment d'inertie ; quotient d'une énergie par une fréquence. Il faut que l'un des facteurs au moins comporte la notion de temps. Dans la détermination de ces grandeurs, d'où l'on part pour calculer l'Action, on ne saurait dépasser une certaine précision : c'est l'écart minimum. Le produit de ces écarts minima ne sera jamais inférieur à la valeur d'un quantum. C'est la raison immédiate des relations d'incertitude. « Les relations d'incertitude — ou mieux de précision antagoniste — signifient-elles qu'il y a indéterminisme des processus de la nature ? Nullement. Vouloir préciser ponctuellement la position et l'instant d'un quantum d'Action est aussi impossible et inadéquat aux conditions réelles que demander quel est le *point* lumineux du soleil : on ne peut indiquer un point unique. Tous les points du disque satisfaisant à la condition imposée, la solution du problème forme un ensemble dont on peut seulement indiquer avec plus ou moins de précision les bornes » (p. 7).

On peut expliquer autrement encore les relations d'incertitude, par la perturbation qu'introduisent dans un phénomène les procédés physiques de mesure : à l'échelle atomique, cette perturbation est du même ordre de grandeur que le phénomène lui-même. La direction et la vitesse d'un électron sont troublées par le faisceau lumineux qui doit l'éclairer. L'énergie d'interaction de particules en mouvement et du champ initial qui les projette est altérée par le champ électrique et magnétique employé pour dévier ces particules : il en résulte une altération de la fréquence et de la phase de l'onde. Heisenberg croit même que la perturbation introduite ainsi par les instruments de mesure entraîne une indétermination essentielle des phénomènes naturels. Selon lui, ce serait une illusion que de croire que l'objet observé soit indépendant du système d'observation. Il en résulterait des erreurs non négligeables à l'échelle atomique. Ce serait une conception intuitive erronée qui nous ferait croire le moi sans influence sur le non-moi.

M. Matisse se demande si la raison foncière des relations d'incertitude doit être cherchée dans le trouble apporté par l'observateur au phénomène observé : « Ce que l'on mesure, ce n'est pas le phénomène initial avant la déflexion par les moyens de mesure — on ignorera toujours ce qu'il pouvait être — c'est le phénomène dans les conditions de l'observation... Il est impossible — contrairement à l'hypothèse faite par Heisenberg — de connaître par une première expérience préalable... la valeur rigoureusement exacte de la quantité de mouvement.

En comprenant dans le système des conditions, outre celles qui produisent le phénomène, les appareils et agents physiques de mesure et l'observateur

lui-même... on constitue un système fermé, englobant l'enregistrement du phénomène. Dans un tel système, les mesures prises sont valables sans qu'il y ait à mettre en jeu les perturbations surajoutées.

Ce n'est donc pas dans le trouble apporté par les observations sur le phénomène primitif inconnu qu'il faut chercher la raison essentielle des relations de précision antagoniste. Les agents physiques par lesquels nous acquérons la connaissance des choses de l'Univers imposent, par leur constitution naturelle même, une limite de précision à toute mesure, à toute détermination » (p. 9-11).

La structure de la lumière ne nous permet pas de distinguer deux points très rapprochés, et c'est surtout par les phénomènes optiques que nous connaissons les objets et les événements. De même, deux événements trop rapprochés par le temps empiètent l'un sur l'autre, et nous ne pouvons plus les discerner l'un de l'autre. Il faut une certaine durée minima pour qu'un événement se construise, acquière les caractères qui le définissent : « Au-dessous d'une certaine durée, par exemple, on ne peut dire si un rayonnement a une couleur définie. Pour un temps plus court encore, moindre qu'une période (ou pour quelques périodes), il n'y a même pas encore de lumière. Aucun effet photo-chimique n'est produit sur la rétine ou sur la plaque photographique » (p. 11).

Ainsi la nature même des agents physiques assigne une limite à la précision de toute détermination.

Mais la raison profonde des relations de précision antagoniste, c'est que les propriétés géométriques ne sauraient être dissociées des propriétés dynamiques. Dans la description des phénomènes réels, les théories scientifiques ont fait usage d'entités-limites : êtres géométriques ou mécaniques *continus* ou sans étendue (lignes, surfaces, points, multiplicités spatio-temporelles, instants de la durée). Ce sont autant d'êtres conceptuels sans réalité aucune. Une géométrie est une science spéculative, elle se rapporte à des fictions, ce n'est pas une science de la nature.

La Physique a affaire à des êtres objectifs, étendus dans l'espace. Les entités-limites, que nous avons façonnées et introduites dans nos théories, ne se comportent pas comme les éléments sensibles du monde physique.

L'impossibilité dans laquelle on s'est trouvé de faire « plaquer » les théories admises (impliquant la continuité) avec la loi empirique de répartition de l'énergie rayonnante dans une enceinte fermée en équilibre thermique, a mis en évidence cette inadéquation essentielle : « Pour retrouver la loi, il a fallu, de mauvais gré, introduire la discontinuité et les quanta d'Action. Les physiciens-mathématiciens montrèrent longtemps de l'humeur pour ce qu'ils considéraient comme des façons incorrectes de l'énergie radiante. Plus tard, Heisenberg découvrit les « relations d'incertitude » (p. 13).

Le monde qu'étudient les physiciens est oscillant (oscillations du champ électro-magnétique, des molécules, des électrons dans l'atome) et discontinu ; il est constitué par des éléments très petits, mais non de dimensions nulles, qui, au lieu d'être délimités avec netteté, s'effacent graduellement dans le

milieu abstrait. Pour rendre compte des propriétés du monde réel et de leurs changements on ne peut se contenter des coordonnées d'espace et de temps, adaptées à une description mécanique des phénomènes. Il faut leur adjoindre d'autres paramètres définissant des grandeurs non intuitives (entropie, potentiel thermo-dynamique, flux d'induction ou, en physique ondulatoire quantique, fonctions d'onde de Schrödinger).

« Tant est puissante l'habitude de l'expérience quotidienne, que les savants mêmes qui ont découvert les données capitales de la nouvelle Physique et les ont traduites en formules quantitatives correctes, ne parviennent pas encore à affranchir leur pensée spéculative des images caduques anciennes. Leurs théories explicatives sont pleines de photons, d'électrons, de chocs, de spins, de quantités de mouvement, de vibrations et d'ondes. En même temps... ils déclarent que ces éléments ont une position indéterminée sur le rayon ou une direction incertaine... Un électron est un phénomène-objet qu'on perçoit par l'éclaboussement de lumière qu'il produit et les lois de l'optique ne permettent pas de préciser la position d'un foyer au delà d'un écart minimum. Cette imprécision est inhérente à la nature de la lumière... si l'on confesse que le « photon » et l'« électron » sont à des places indéterminées dans le faisceau des rayons lumineux ou électrisés, ne serait-ce pas parce que le photon et l'électron n'ont pas d'existence (pas plus que le rayon) ? Nous créerions de toutes pièces, par notre représentation figurée inadéquate, les difficultés insurmontables que nous rencontrons... L'indétermination n'est donc pas dans les phénomènes, c'est-à-dire la connaissance sensible, mais dans le système symbolique par lequel nous cherchons à les représenter » (p. 14-15).

Ne conviendrait-il pas d'abandonner des notions qui, suffisant à traduire l'allure et les propriétés quantitatives des phénomènes à l'échelle macroscopique, se révèlent incapables d'exprimer les relations du monde atomique ? Ne faudra-t-il pas leur substituer des concepts nouveaux, ne se laissant rattacher à aucune représentation intuitive, que l'on adaptera progressivement aux résultats des expériences de microphysique. « Seuls, dans ce naufrage, les quanta d'Action survivent avec leur valeur fixe, mais sans frontière dans l'Espace-Temps » (p. 16).

L'adoption de ces notions nouvelles modifiera, en l'élargissant, la conception classique de la causalité. Cette « causalité généralisée lie l'événement qui se produit, non seulement à l'antécédent immédiat, mais à tout le passé, non seulement à des conditions contiguës, mais à tout un corps de circonstances éloignées. Chaque événement est comme un objet en plein air qui reçoit un éclaircissement de toutes les régions du ciel. Des relations mathématiques précises entre les variables définissent les états successifs d'un phénomène qui se développe : il y a donc un déterminisme rigoureux. Mais ces relations contiennent autre chose que des coordonnées de temps et d'espace... On peut dire que la causalité lie un événement à toute une portion de l'Univers physique, dans le présent et durant une longue période de son passé historique » (p. 17-18).

Si la notion de probabilité d'un état ou d'un fait a dû être introduite dans

la Physique quantique, cela ne veut pas dire qu'un événement ne soit pas déterminé, mais que nous ignorons quelles conditions amèneraient sa venue ou si ces conditions nécessaires et suffisantes sont remplies dans le cas actuel. Le fait même que le résultat moyen statistique obéit à une loi permettant de calculer d'avance sa probabilité, n'est-il pas une preuve de ce déterminisme ? On pourrait objecter que le réel est indéterminé dans la mesure où la connaissance scientifique est incertaine comme la connaissance sensorielle dont elle n'est que le prolongement. Toutefois, avec les progrès des sciences, le nombre de cas s'accroît chaque jour où est évidente la liaison d'un événement avec des circonstances qui en sont la condition nécessaire et suffisante. « Généralisant ce résultat, l'étendant par induction à tous les phénomènes, nous affirmons le déterminisme universel. La doctrine contraire, celle de la non-détermination des événements, ne peut produire à son actif un seul cas où la thèse soit prouvée de façon indéniable. Affirmer qu'il y a déterminisme, c'est dire que le monde actuel procède, par transformation, des mondes qui l'on précédé. Affirmer le non-déterminisme, c'est soutenir qu'il y a, à chaque instant, création de mondes nouveaux, en série infinie, sans aucun rapport avec les mondes précédents » (p. 21).

On distingue deux modalités de liaison entre des états ou des événements. Si l'état ou l'événement final ne dépend que de l'état ou de l'événement initial et du temps, le système est *holonome* (position d'une planète sur son orbite ; quantité d'énergie dégagée ou absorbée au cours d'une réaction chimique). La loi différentielle régissant la variation d'état ou la liaison de deux événements très voisins permet alors de déterminer l'état ou l'événement au bout d'un temps connu. Par contre, la grande classe des systèmes héréditaires sont soumis à une loi différentielle de transformations non intégrales : l'état d'un tel système à un instant donné dépend non seulement de l'état du système à une époque antérieure, mais encore explicitement de toute la série des états intermédiaires par lesquels le système considéré a passé. « Il semble bien que le monde physique constitue un système héréditaire non-holonome. La détermination des événements se fait progressivement : la relation des événements éloignés devient pour nous de plus en plus incertaine. Cela veut dire que les liaisons élémentaires ne sont pas intégrables et que nous ne savons pas, par la seule connaissance de l'état actuel d'un système-événement, ce qu'il sera à une époque éloignée » (p. 23).

Heisenberg remarque : « On ne peut prédire le résultat d'une détermination future de la position. A chaque nouvelle observation, la représentation mathématique du fait physique se modifie d'une manière discontinue ; parmi un grand nombre de possibilités, l'observation en choisit une comme se produisant effectivement ; le paquet de probabilités élargi est remplacé par un plus petit, représentant le résultat de l'observation... La dimension de l'électron dépend de l'expérience qui a servi à déterminer sa position (1) ».

(1) W. HEISENBERG, *Les principes physiques de la Théorie des quanta*, trad. Champion et Hochard, p. 29.



On ne séparera pas le « monde réel » de la connaissance perceptive et l'on dira que « les faits se déterminent de proche en proche, c'est-à-dire se réalisent progressivement au cours du temps, puisque nous les connaissons successivement » (p. 24).

En résumé, ni la structure des objets phénomènes, ni celle des agents physiques au moyen desquels nous les percevons, ne permettent une connaissance plus précise que celle qu'indiquent les relations d'incertitude. L'esprit traite comme si elles étaient indépendantes certaines propriétés quantitatives qui sont physiquement inséparables et varient simultanément en raison inverse l'une de l'autre. Le produit de leurs variations minima ne peut être inférieur au « quantum d'Action ». Les quanta d'Action ou grains d'événements, disséminés ou agglutinés, constituent les mondes et leur rayonnement.

Dans un appendice, M. Matisse examine encore les modalités de la quantification du temps. Les matériaux de notre connaissance sont des représentations sensibles disparates, parfois incohérentes, que nous essayons de raccorder à l'aide de concepts abstraits : temps, espace, causalité, matière. Selon Heisenberg, ces notions coordinatrices sont incompatibles entre elles : la notion de causalité, notamment, dès qu'il s'agit de phénomènes d'ordre infinitésimal, ne saurait se concilier avec l'espace et le temps tels qu'on les conçoit d'ordinaire.

L'expression des relations d'incertitude comporte au moins une grandeur dynamique dans laquelle intervient la notion de temps.

Dans la conception classique, le temps est doté des attributs suivants : homogénéité, continuité et uni-extensivité. On pourrait, en modifiant ces attributs, supprimer l'incompatibilité entre temps et causalité.

« Cela conduit à concevoir le temps soit comme une extensivité discontinue ou plutôt quantifiée, à une dimension, soit comme un *continuum* à deux dimensions dont l'une excessivement petite, une sorte de bande indéfinie très étroite. Cette modification imposerait à la détermination du temps et des grandeurs dynamiques (quantité de mouvement, fréquence, Action...) une limite supérieure de précision » (p. 26).

Suggérée par l'observation des phénomènes, dont elle reflète les propriétés, la notion du temps physique est liée à la fréquence des variations périodiques caractérisant certains de ces phénomènes. La fréquence ne pouvant être infinie, on est amené à « quantifier » le temps, considéré alors comme formé d'éléments ultimes, indivisibles.

Il y aurait une autre façon de quantifier le temps et de retrouver ainsi les relations d'incertitude. On lui accorderait deux dimensions, l'une indéfinie, l'autre très petite. Il ne saurait y avoir d'événement instantané, punctiforme dans la durée. Avec le temps à deux dimensions, la plus petite valeur fixée sur sa dimension indéfinie ne sera pas un point mais une ligne très courte dont la longueur (correspondant à la largeur de la bande du temps) représenterait la durée minimum, soit le quantum du temps.

Claude SECRÉTAN.