

Laval théologique et philosophique



La synthèse en physique

Pierre Bricout

Volume 2, Number 2, 1946

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1019777ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1019777ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Laval théologique et philosophique, Université Laval

ISSN

0023-9054 (print)

1703-8804 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Bricout, P. (1946). La synthèse en physique. *Laval théologique et philosophique*, 2(2), 134–140. <https://doi.org/10.7202/1019777ar>

La synthèse en physique

«Vere scire, scire per causas»

Au cours du XIX^e siècle et jusqu'à nos jours, les sciences expérimentales ont réalisé d'immenses progrès par un emploi presque exclusif des méthodes analytiques. La matière et les organes des êtres vivants ont été disséqués et examinés à l'aide d'instruments de plus en plus puissants, qui ont fait apparaître aux yeux des observateurs surpris la prodigieuse complexité des phénomènes naturels. Tandis que l'emploi des télescopes perfectionnés recule les bornes de l'univers connu, les physiciens s'adonnent avec tant de succès à l'étude des atomes qu'ils commencent à préciser les lois qui régissent le noyau atomique, domaine infinitésimal dont les dimensions ne dépassent pas quelques milliardièmes de milliardième de millimètre.

La connaissance expérimentale progresse de plus en plus rapidement car la découverte des lois d'un phénomène nouveau permet de l'utiliser pour des mesures ou des services, qui développent d'autres branches de la science ou de la technique. Ainsi l'immense capital intellectuel que constitue la science s'accroît à intérêts composés, c'est-à-dire en proportion même de son étendue. Celle-ci est déjà suffisante pour que le développement de certaines branches s'effectue à une vitesse telle que les spécialistes aient grand peine à se maintenir constamment au courant des dernières acquisitions faites dans le domaine assez limité où ils sont obligés de se cantonner s'ils désirent apporter une contribution personnelle au progrès scientifique ou technique.

Un exemple suffira à montrer la rapidité du développement d'une technique. La découverte des rayons cathodiques en 1897 permit de préciser peu après les propriétés cinématiques des électrons. Celles-ci trouvèrent une application dans la construction des tubes électroniques dont les premiers modèles furent réalisés au laboratoire entre 1908 et 1913. Dès la fin de la guerre 1914-1918, l'emploi de ces appareils s'était déjà largement répandu dans la pratique des radiocommunications dont ils transformèrent la technique. Grâce à eux, la téléphonie sans fil réalisait de tels progrès que non seulement elle devenait apte en quelques années à assurer les services de radiodiffusion, qui permettent à des centaines de millions d'auditeurs de suivre heure par heure la vie du globe, mais elle permettait aussi le développement des techniques connexes telles que la téléphotographie et la télévision. Si l'on songe qu'un traité sur les propriétés des tubes électroniques publié vingt-cinq ans après la réalisation au laboratoire des premiers d'entre eux comprenait déjà trois volumes, soit 2,000 pages in-octavo et que l'exposé des perfectionnements de la seule télévision suffisait à alimenter une douzaine de périodiques avant le

grand bouleversement de 1939, on reste confondu devant l'effort immense d'assimilation que le progrès à cadence accélérée impose au cerveau du savant et du technicien.

Dans toutes les branches du savoir, d'innombrables journaux spécialisés ont pour tâche de diffuser largement les acquisitions du laboratoire et les réalisations des praticiens. Les valeurs numériques, les courbes, les schémas, les documents de toute nature se multiplient, éparpillés d'abord dans les divers comptes-rendus académiques et revues techniques puis rassemblés de temps à autre en volumes par des spécialistes, qui font ainsi bénéficier de leur érudition et parfois de leur critique tous ceux qui n'ont pas la possibilité ou le temps de se reporter aux mémoires originaux.

La science et la technique modernes se fondent donc sur un apport irrégulier, mais généralement abondant, d'observations de valeur très inégales obtenues par des chercheurs de langues et de disciplines diverses et qui doivent être critiquées, confrontées et recoupées avant de pouvoir être considérées comme suffisamment établies. La pratique de la publication précoce, inspirée aux savants modernes par la crainte d'être dépossédés de leur priorité par un autre chercheur ayant entrepris de son côté la même étude, s'oppose aux longues méditations et au peu de hâte avec lesquelles les expérimentateurs des *xvii* et *xviii* siècles livraient au public le fruit de leurs travaux.

Les spécialistes contemporains disposent d'un grand nombre de résultats fragmentaires, utilisables peu de temps après leur observation, ce qui favorise certes le progrès rapide des connaissances, mais ils doivent par contre soumettre ceux-ci à une critique serrée par suite de la diversité de leurs provenances et de la forme souvent succincte des communications. Ce travail d'information permanente portant sur des textes rédigés en diverses langues demande beaucoup de temps bien qu'il soit facilité par les nombreux bulletins analytiques ou revues bibliographiques. On conçoit que, si en outre le savant s'impose d'apporter une contribution personnelle, théorique ou expérimentale au développement de la branche qu'il étudie, son activité totale risque de ne s'exercer que dans un étroit domaine. Perdant plus ou moins le contact avec une science devenue trop vaste et d'autre part porté à développer à l'extrême ses facultés analytiques, le chercheur renonce souvent à effectuer une synthèse laborieuse.

Toute science parvenue à un certain degré de développement tend donc à se compartimenter au détriment de son unité que la complexité des phénomènes et leurs anomalies tendent à masquer. On peut se faire une idée du volume des connaissances acquises dans les sciences mathématiques, physiques et naturelles en jetant un coup d'œil sur les vastes encyclopédies ou traités généraux publiés en collaboration par des groupes nombreux de spécialistes qui rédigent chacun une partie des vingt, trente ou quarante tomes de grand format que comprend par exemple un traité de physique ou de chimie. Ces grands ouvrages sont de vastes exposés analytiques mettant à la disposition des chercheurs de très nombreux renseignements à la manière d'un aide-mémoire ou d'un dictionnaire; ils ne peuvent être considérés comme une synthèse de connaissances.

Il n'est donc pas inutile d'examiner attentivement dans quelles conditions pourrait s'effectuer une telle synthèse, si ardemment désirée par l'esprit humain et qui apparaît comme la forme supérieure de la connaissance. Descartes, dont la méthode est à la base de toute la science contemporaine, pensait pouvoir démontrer tout le mécanisme du monde en partant d'un certain nombre de lois fondamentales. «Il faut maintenant essayer, écrit-il dans ses *Principes*, si nous pouvons déduire de ces seuls principes l'explication de tous les phénomènes, c'est-à-dire des effets qui sont dans la nature et que nous apercevons par l'entremise de nos sens». Ainsi conçue, la synthèse cartésienne se présente comme une construction de l'esprit, assez analogue à la géométrie qui, du postulat d'Euclide, déduit les innombrables propriétés des lignes, des surfaces et des volumes en suivant à la lettre la règle du *Discours de la Méthode*: «Condenser par ordre nos pensées, en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître, pour monter peu à peu, comme par degrés, jusqu'à la connaissance des plus composés; et supposant même de l'ordre entre ceux qui ne se précèdent point naturellement les uns les autres».

Une telle méthode, proposée par un esprit mathématique, satisferait certes la plupart des cerveaux en leur présentant l'ensemble des connaissances dans un ordre correspondant à un degré de complication et d'extension croissantes. Appliquée à l'étude du monde inorganique, elle devrait en partant de l'application de quelques lois fondamentales aux constituants élémentaires de la nature (électrons, neutrons, protons) expliquer toutes les propriétés de tous les atomes, puis celles des molécules qui forment ceux-ci par association et enfin les qualités de l'agrégat de molécules qui constituent les solides, les liquides et les gaz observés directement par nos instruments de mesure. A ce stade de la synthèse, les innombrables chiffres fournis avec une précision croissante par les appareils sans cesse perfectionnés, devraient être retrouvés quantitativement. Mais il ne suffit pas de rendre compte des propriétés physiques des divers éléments pris individuellement, il faut en outre expliquer leurs réactions avec les autres éléments, les équilibres statiques qui peuvent se produire et enfin l'évolution des planètes en particulier et de l'univers.

L'ampleur d'un tel programme précisé par le développement même de la connaissance fait douter de la possibilité de le réaliser et l'on peut se demander à juste titre s'il est encore possible de soutenir la prétention que Descartes exposait dans sa lettre à Mersenne (11 mars 1690): «Pour la physique je croirai ne rien savoir, si je ne savais que dire comment les choses peuvent être, sans démontrer qu'elles ne peuvent être autrement; car l'ayant réduite aux lois des mathématiques, c'est chose possible, et je crois le pouvoir en tout ce peu que je crois savoir».

L'histoire des sciences montre en effet que la connaissance synthétique ne progresse pas nécessairement en raison du développement de l'investigation expérimentale. Un des plus célèbres exemples est fourni par l'étude de la lumière. Les lois fixant les trajectoires des rayons dans divers milieux sont bien connues depuis les travaux d'Huyghens et, sur ce point,

les opticiens modernes n'ont que bien peu de choses à ajouter au célèbre *Traité de la Lumière* publié en 1650. L'ensemble de ces propriétés est expliqué quantitativement par la théorie mécanique élaborée au début du XIX^e siècle par Fresnel et Cauchy mais celle-ci ne peut échapper à l'objection de faire appel à un milieu hypothétique, l'éther, dont les propriétés ne peuvent se rattacher à celles d'aucun corps connu. Quand Maxwell eut, un peu plus tard, créé sa célèbre théorie électromagnétique de la lumière, les physiciens purent se déclarer légitimement satisfaits puisque la nouvelle conception rendait compte de tous les faits expliqués par la précédente en faisant appel aux ondes électromagnétiques, dont l'existence et les propriétés devaient être décelées peu après par Hertz.

Il semblait donc, quelques années avant la fin du XIX^e siècle, que le mécanisme de la lumière était définitivement élucidé. Une expérience célèbre de Foucault avait été un peu hâtivement interprétée comme infirmant au profit de la théorie ondulatoire la vieille hypothèse de Newton, qui considérait la lumière comme un flux d'innombrables corpuscules de dimensions extrêmement petites se déplaçant avec l'énorme vitesse mise en évidence par les mesures. L'émission de spectres de raies par les atomes soumis à l'excitation de l'arc ou de l'étincelle électriques n'était pas expliquée quantitativement il est vrai, mais on pouvait concevoir l'existence d'oscillations atomiques susceptibles d'émettre des ondes électromagnétiques de fréquences égales à celles de radiations lumineuses analysées par le spectroscope.

Cependant un point laissait à désirer. Les excellentes mesures de Lummer (1897) sur le rayonnement des corps portés à une haute température fournissaient une loi qui ne cadrerait pas avec celle que Rayleigh avait déduite de la théorie électromagnétique de la lumière. Planck montra peu après que l'accord de la théorie et de l'expérience pouvait être rétabli si l'on admettait que l'énergie lumineuse était émise de manière discontinue et sous forme monochromatique, la quantité d'énergie ou *quantum* mise en jeu par chaque phénomène élémentaire étant rigoureusement déterminée et proportionnelle à la fréquence du rayonnement. Cette conception hardie, inexplicable à l'aide de la théorie ondulatoire, reçut de nombreuses et brillantes confirmations au fur et à mesure du développement de la physique atomique. Toute une catégorie de phénomènes nouveaux, établis expérimentalement de manière irréfutable, ne purent être expliqués que par le retour à la conception corpusculaire de Newton sans que les propriétés de la lumière à aspect ondulatoire et plus anciennement connues se soient trouvées infirmées.

Les radiations lumineuses se présentent actuellement sous un double aspect. D'importants phénomènes, tels que les interférences, ne peuvent être expliqués que par la conception ondulatoire, tandis que d'autres également nombreux et bien observés (effets photoélectriques, Compton) relèvent de la théorie corpusculaire. Malgré les efforts persévérants de divers théoriciens et expérimentateurs pour fournir une explication de ce dualisme, dont un aspect avait déjà été vu par Descartes et Huyghens, l'autre par Newton, une conception claire du mécanisme de la lumière ne s'est pas encore dégagée.

Ces indications historiques montrent combien la marche de la connaissance dans les sciences physiques diffère du progrès en mathématiques. Les théorèmes de géométrie énoncés par les Grecs n'ont rien perdu de leur validité et les sciences mathématiques s'enrichissent de manière continue en additionnant au capital des connaissances acquises les contributions personnelles de chaque chercheur. Dans les sciences physiques au contraire, les méthodes et les instruments d'observation fournissent des résultats d'abord grossiers et incertains puis de plus en plus précis et probables par suite du perfectionnement et de la multiplication des observations. Le nombre des phénomènes connus s'accroît avec le temps et la connaissance de leurs détails se perfectionne sans cesse. Les grandeurs numériques qui décrivent les propriétés de la matière sont mesurées avec une approximation qu'il est généralement possible d'évaluer et, dans la plupart des cas, il n'existe qu'une probabilité infime de trouver, par des observations plus précises effectuées ultérieurement, des résultats notablement différents.

Mais le progrès de la connaissance expérimentale des phénomènes et de leurs lois, qui permet le développement de la technique et le perfectionnement des procédés d'investigation, ne marche pas nécessairement de pair avec la synthèse de ceux-ci telle que l'entendait Descartes, c'est-à-dire avec la déduction logique de toutes leurs propriétés à partir de quelques principes fondamentaux. L'observateur de la nature est un érudit qui rassemble des faits au lieu de collectionner des textes et il n'est nullement certain qu'une claire vision d'ensemble se dégage un jour de l'accumulation des documents. L'histoire de l'étude de la lumière, résumée plus haut, montre bien, qu'après avoir effectué une pseudo-synthèse par la création des théories mécanique et électromagnétique des radiations lumineuses, les physiciens durent reconnaître que l'essence des phénomènes leur échappait.

Il semble de plus que c'est l'accroissement même de l'extension des connaissances scientifiques qui offre le principal obstacle à la réalisation d'une synthèse. Dans beaucoup de cas, en effet, les propriétés de la matière sont si nombreuses et connues avec tant de précision que la confrontation de la théorie et des résultats expérimentaux constitue pour la première une épreuve redoutable et généralement fatale.

Un excellent exemple de ce fait est fourni par les nombreuses tentatives d'explication quantitative de la conductivité électrique des métaux. Ce phénomène, dont les applications sont innombrables, a été très soigneusement étudié; il est attribué de manière générale au déplacement à l'intérieur du métal de charges électriques élémentaires ou électrons. Mais lorsqu'on désire se représenter à l'aide d'un modèle mécanique les mouvements des électrons expliquant la conductivité et toutes ses particularités, on se heurte à de grandes difficultés. Depuis que, vers 1900, la première théorie de la conduction de l'électricité par les métaux fut proposée par Drude, plus de soixante mémoires sur cette question virent le jour sans qu'aucun d'entre eux pût être considéré comme fournissant une explication pleinement satisfaisante.

Ce résultat est peu encourageant car il faut bien remarquer que la conductivité électrique n'est qu'une propriété très particulière de la matière, et que les physiciens doivent envisager au même titre l'explication de l'élasticité, de la dilatation, des points de fusion et d'ébullition, des diverses affinités chimiques, etc... La tâche est malaisée car les constantes physiques, connues avec une grande précision, permettent un contrôle extrêmement sévère des théories proposées. Dans la très grande majorité des cas, il n'est plus possible actuellement de se contenter d'un accord d'ensemble entre les propriétés calculées et les propriétés observées, en attribuant les divergences constatées aux seules erreurs probables d'observation.

Si, par bonheur, il était possible d'expliquer de manière vraiment satisfaisante une propriété déterminée, telle que l'élasticité des métaux par exemple, il faudrait de plus que le schéma adopté coïncidât ou tout au moins fût compatible avec ceux qui seraient adoptés pour rendre compte des autres propriétés. C'est l'ensemble de celles-ci qui constitue la personnalité d'un corps simple ou composé et il ne peut y avoir de véritable explication synthétique, dans le sens où l'entendait Descartes, que s'il est possible de construire, à partir de principes fondamentaux, un mécanisme du modèle possédant *toutes* les propriétés effectivement mesurables de l'élément matériel.

On peut donc se demander si l'explication mécaniste de la matière n'est pas une tâche démesurément ambitieuse en raison de l'extrême complexité des phénomènes naturels et de la précision toujours croissante avec laquelle ils sont décrits. Il existe d'ailleurs, suivant la remarque d'Henri Poincaré, «une infinité de manières d'expliquer un même phénomène» et rien ne prouve que le mécanisme imaginé pour reproduire quantitativement un groupe de propriétés observées présente une réalité intrinsèque. De plus un schéma, satisfaisant à un stade de développement de la science, a bien des chances d'être jugé inutilisable un peu plus tard, de sorte que l'édifice synthétique alternativement livré aux maçons et aux démolisseurs, a d'autant moins de chances de se trouver achevé un jour qu'on le désire plus vaste et en même temps plus fini dans ses détails.

Devant cette faillite du mécanisme, quelle semble donc être l'attitude rationnelle du philosophe de la nature ? Fixer son attention sur ce qui est donné par l'expérience et ne pourra être modifié que d'une manière infime par les progrès ultérieurs de la science, c'est-à-dire fonder toute étude sur les *lois* des phénomènes dont les instruments de mesure fournissent en général une expérience suffisamment approchée. Certes le progrès de la technique instrumentale conduira à retoucher légèrement les valeurs numériques précédemment admises en y ajoutant de nouvelles décimales mais cette approximation croissante, qui a le caractère d'une correction d'autant plus infime que la science est plus développée, ne peut modifier sensiblement notre notion des phénomènes.

Pour reprendre l'exemple de la lumière, dont la vitesse est une importante constante physique voisine de 300,000 kilomètres par seconde, il est évident qu'une retouche du nombre actuellement admis et considéré comme

exact à un cent-millième près, ne pourrait amener une révision de nos idées sur ce phénomène que s'il était démontré ultérieurement que toutes les mesures effectuées étaient grossièrement fausses, ce qui est infiniment peu probable. L'histoire de la science montre en effet que les lois sont permanentes au degré de précision des mesures expérimentales et il n'existe pas jusqu'à présent d'exemple de retouche notablement supérieure à l'erreur probable des déterminations expérimentales. Mais le savant se résout à contre-cœur à se borner à l'analyse des phénomènes. Obsédé par le principe aristotélicien «Vere scire, scire per causas», il ne peut renoncer à la recherche de la cause première.

Le drame de la physique contemporaine réside dans l'aspiration passionnée vers une large synthèse et dans les échecs répétés subis par les plus puissants chercheurs. Maxwell, Lorentz, Einstein, Louis de Broglie ont consacré la plus grande partie de leur vie à scruter la nature de l'électricité, des ondes, des champs, de l'énergie, de la lumière sans pouvoir trouver une explication vraiment satisfaisante des phénomènes *fondamentaux*.

Les innombrables succès acquis dans le domaine technique rendent cet échec encore plus cuisant. Sommes-nous condamnés à n'être que les usufruitiers d'un capital inconnu ou aurons-nous un jour la connaissance de la consistance et de l'étendue de la fortune mise à notre disposition par le Créateur ?

C'est le secret de Dieu qui a voulu probablement épargner à la créature la tentation d'un orgueil à laquelle elle était trop encline. Privé du point d'appui qui lui permettrait de soulever le monde, l'homme est invité à une meilleure appréciation de ses forces et de ses limites.

Ce n'est certainement pas par hasard que l'édifice admirable de la géométrie est fondé sur le sable mouvant du postulatum d'Euclide et on peut se demander si quelques-uns des épineux problèmes de la physique n'ont pas été définitivement placés hors de l'atteinte des chercheurs. «Pourquoi ma connaissance est-elle bornée ?» s'écrie avec anxiété Pascal. Et lui-même se donne la réponse comme mathématicien et comme physicien :

«La mathématique garde l'ordre mais elle est inutile en sa profondeur».

«Infiniment éloigné de comprendre les extrêmes, la fin des choses et leur principe sont pour l'homme invinciblement cachés dans un secret impénétrable».

Ce jugement désabusé d'un génial pionnier des sciences exactes rappelle utilement les limites de la Science à maints esprits trop enthousiastes, qui confondent le développement des techniques avec le progrès de la connaissance *scientifique*.

PIERRE BRICOUT, D. Sc.
