

Physique
et « humanités scientifiques »
Autour de la réforme de l'enseignement de 1902
∞
Études et documents

Nicole Hulin (ed.) *P. U. Septentrion – histoire des sciences - 2000 - Extraits – p.139 – 142*

Quelques réflexions sur la constitution d'une théorie physique

Comme nous venons de le voir les difficultés rencontrées par la théorie cinétique des fluides, la diversité des analogies mécaniques utilisées pour rendre compte des phénomènes électromagnétiques en général et de la lumière en particulier conduisent un certain nombre de physiciens à rejeter toutes interprétations qui se fondent sur l'existence des atomes ou de l'éther. Henri Poincaré se plaît à affirmer que « l'expérience est la source unique de la vérité »; dans sa réflexion sur les méthodes de la physique, il décrit minutieusement les opérations qui conduisent des faits établis par l'expérience à la loi qui régit le phénomène étudié, une généralisation sans laquelle la prévision est impossible :

« Les circonstances où l'on a opéré ne se reproduiront jamais toutes à la fois. Le fait observé ne recommencera donc jamais; la seule chose qu'on puisse affirmer, c'est que dans des circonstances analogues, un fait analogue se produira. Pour prévoir il faut donc au moins invoquer l'analogie c'est-à-dire déjà généraliser. »⁷¹

Et H. Poincaré continue : « l'expérience ne nous donne qu'un certain nombre de points isolés, il faut les réunir par un trait continu »⁷², il faut donc interpoler; quant à la courbe tracée, elle passera entre les points observés et près de ces points, mais elle ne passera pas par ces points eux-mêmes, « ainsi on ne se borne pas à généraliser l'expérience, on la corrige »; c'est peut-être sur cette opération que pèse le plus la croyance du physicien à l'unité et à la simplicité de la nature, ainsi la loi expérimentale obtenue tient-elle de l'hypothèse : la simplicité rigoureuse de la loi de Mariotte fut un temps un gage de sa vérité, avant que les expériences de Regnault n'en fassent une loi approchée. Mais une accumulation de lois empiriques n'est pas une science.

Avec Pierre Duhem, nous avons pu entrevoir la lente et difficile élaboration des concepts, avec Henri Poincaré, la manière d'obtenir les lois mathématiques à partir des expériences; dans la leçon inaugurale qu'il présenta à la Faculté des sciences de Lille en 1892, P. Duhem livre ses premières réflexions sur le processus idéal de construction des théories physiques, celles-ci traduisent des convictions qui sont encore très proches de l'inductivisme. Il semble bien qu'à cette époque P. Duhem mésestime les difficultés que rencontre le physicien qui veut faire correspondre une grandeur algébrique ou géométrique à chaque notion physique, il ne prend alors en exemple que des grandeurs qui correspondent à des notions simples à concevoir parce qu'elles correspondent plus ou moins directement à des qualités sensibles : le chaud, l'intensité lumineuse; ainsi à la notion de chaud le physicien fait correspondre une certaine grandeur « qu'il appelle la température et qu'il choisit de manière que ses propriétés mathématiques les plus simples représentent les propriétés de la notion de chaud »⁷³. De cette correspondance, il s'ensuit que « toute loi physique relative au chaud, loi énoncée par une proposition du langage ordinaire, est traduite symboliquement par une proposition mathématique concernant la température »⁷⁴. Ainsi, le physicien se trouve-t-il en possession d'un certain nombre de définitions de diverses grandeurs et d'un certain nombre de relations exprimées par des propositions mathématiques; ce sont ces relations que l'on peut rapprocher des lois expérimentales citées par Henri Poincaré en 1900, et que P. Duhem nomme hypothèses. Pour Pierre Duhem, ces relations portent sur des grandeurs physiques définies avec un haut degré d'arbitraire et elles sont établies sans que l'expérience soit dépassée c'est-à-dire sans recourir à des images ou à des analogies mécaniques. À l'opposé, pour Henri Poincaré, ces relations expriment des rapports entre quelque chose et quelque autre chose et ces « quelques choses »,

« nous [les] appelions autrefois *mouvements*, et nous [les] appelons maintenant *courant électrique*. Mais, Poincaré s'empresse d'ajouter, ces appellations n'étaient que des images substituées aux objets réels que la nature nous cachera éternellement. Les rapports véritables entre ces objets réels sont la seule réalité que nous puissions atteindre, et la seule condition, c'est qu'il y ait les mêmes rapports entre ces objets qu'entre les images que nous sommes forcés de mettre à leur place. Si ces rapports nous sont connus, qu'importe si nous jugeons commode de remplacer une image par une autre »^{75,76}.

À cette étape du travail du physicien, la physique n'est encore qu'une accumulation de lois empiriques, celle-ci n'est pas plus une science, qu'un tas de pierres n'est une maison; il convient donc, selon P. Duhem, d'élever certaines de ces lois au rang de principes et d'en développer logiquement les conséquences.

Une théorie physique établie selon cette méthode ne présenterait rien d'hypothétique puisqu'elle ne dépasserait guère l'expérience :

« Une théorie physique est une représentation systématique d'un ensemble de lois expérimentales; elle prend pour point de départ des hypothèses choisies de manière à représenter certaines de ces lois; elle les combine par le raisonnement mathématique pour en tirer des conclusions qu'elle soumet au contrôle de l'expérience. L'expérience fournit donc la matière des définitions et des hypothèses sur lesquelles repose toute théorie; tout résultat de la théorie doit être une loi d'expérience; l'analyse mathématique est l'instrument qui met la matière en œuvre pour en tirer les résultats. Cette règle très simple fixe les rapports que doivent garder entre elles, dans la construction d'une théorie, la méthode mathématique et la méthode expérimentale. »⁷⁸

P. Duhem se montre ici en accord avec l'inductivisme de son temps, mais il sait déjà qu'aucune théorie ne réalise cet idéal :

« Newton peut lancer l'*hypotheses non fingo* (je ne feins pas d'hypothèse); Ampère peut intituler son ouvrage : *Théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques uniquement déduite de l'expérience*; en fait, il est aisé de montrer que leurs hypothèses ne sont pas la simple traduction symbolique des lois expérimentales. »⁷⁹

Quelques années plus tard, P. Duhem récusera cet inductivisme⁸⁰, ou plutôt, il considérera qu'il ne vaut que lorsque la science reste proche de l'expérience commune. P. Duhem considère alors que :

« Les termes symboliques que relie une loi de physique ne sont plus de ces abstractions qui jaillissent spontanément de la réalité concrète; [mais] ce sont des abstractions produites par un travail d'analyse lent, compliqué, conscient, le travail séculaire qui a élaboré des théories physiques. »⁸¹

[...]

Pierre Duhem relève encore une plus grande complexité dans la démarche du physicien expérimentateur :

« Ainsi, lorsque Regnault faisait une expérience, il avait des faits devant les yeux, il observait des phénomènes; mais ce qu'il nous a transmis de cette expérience, ce n'est pas le récit des faits observés; ce sont des données abstraites que les théories admises lui ont permis de substituer aux documents concrets qu'il avait réellement recueillis [... Ainsi, une] expérience de physique est [-elle] l'observation précise d'un groupe de phénomènes accompagnée de l'*interprétation* de ces phénomènes; cette interprétation substitue aux données concrètes réellement recueillies par l'observation des représentations abstraites et symboliques qui leur correspondent en vertu des théories physiques admises par l'observateur. »⁸⁸

Il s'ensuit « qu'une expérience de physique ne peut jamais condamner une hypothèse isolée, mais seulement tout un ensemble théorique »⁸⁹. P. Duhem s'accorde avec E. Mach pour penser qu'il n'est pas possible d'avoir une compréhension complète et pénétrante d'une loi physique si l'on ne connaît pas au moins en gros, « les principes erronés que cette loi a remplacés et les efforts qu'elle a du faire pour les supplanter »⁹⁰.

[...]

71. Poincaré (H.), *La Science et l'hypothèse*, *op. cit.* in n.1, p. 159.

72. *Ibid.*, n. 159.

73. Duhem (P.), « Quelques réflexions au sujet des théories physiques », *Revue des questions scientifiques*, janvier 1892, pp. 139-177, *op. cit.* in n.10, pp. 1-39 (voir p. 4).

74. *Ibid.*, p. 5.

75. Poincaré (H.), *La Science et l'hypothèse*, *op. cit.* in n.1, p. 174.

76. Notons que les idées développées ici par Henri Poincaré sont proches de la théorie des rapports d'Ampère. (Barthélemy Saint-Hilaire (J.), *Philosophie des deux Ampère*, Paris, Didier et C^{ie}, 1866, pp. 138-156).

77. Duhem (P.), « Quelques réflexions au sujet des théories physiques », *op. cit.* in n.73, p. 7.

78. *Ibid.*, p. 33.

79. *Ibid.*, p. 9.

80. Brenner (A.), *Duhem – Science, réalité et apparence*, Paris, Vrin, 1990, chapitre 1.

81. Duhem (P.), « Quelques réflexions au sujet de la physique expérimentale », *Revue des questions scientifiques*, juillet 1894, pp. 179-229, *op. cit.* in n.10, pp. 147-197 (voir p. 183).

82. Duhem (P.), *La Théorie physique, son objet – sa structure*, *op. cit.* in n.63, p. 194.

83. Poincaré (H.), *Thermodynamique*, Paris, Carré, 1892, p. 65.

84. Duhem (P.), *op. cit.* in n.22, p. 227.

85. Mach (E.), *La Mécanique, exposé historique et critique de son développement*, traduction de la quatrième édition par E. Bertrand, 1904, Paris, Jacques Gabay, 1987 (voir p. 1-2).

86. Mach (E.), *Die Principien der Wärmelehre*, Leipzig, J. A. Barth, 1896; *Principles of the Theory of Heat*, Translation from the 2nd edition, 1900, by T. J. Mc Cormack; Dordrecht, Reidel Publishing Company, 1986.

87. Mach (E.), *op. cit.* in n.85, p. 81.

88. Duhem (P.), « Quelques réflexions au sujet de la physique expérimentale », *op. cit.* in n.81, p. 150.

89. *Ibid.*, p. 155.

90. Duhem (P.), « Analyse de l'ouvrage de Ernst Mach : La mécanique... », 1903, *op. cit.* in n.22, pp. 443-462 (voir p. 449).