



HAL
open science

Duhem : convention, classification et critères de choix

Anastasios Brenner

► **To cite this version:**

Anastasios Brenner. Duhem : convention, classification et critères de choix. 2016, pp.12. hal-04283040

HAL Id: hal-04283040

<https://hal.science/hal-04283040>

Submitted on 13 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Preprint version française « Duhem: konwencja, klasyfikacja i kryteria wyboru » (Duhem : convention, classification et critère de choix), trad. polonaise Elzbieta Walerich, numéro spécial *Konwencjonalizm*, Krzysztof Szlachcic (dir.), *Przełąd filozoficzny*, 99, 3, 2016, p. 15-28.

DUHEM : CONVENTION, CLASSIFICATION ET CRITÈRES DE CHOIX

Anastasios Brenner

Introduction

À la fin du XIX^e siècle se développe une doctrine originale qui jouera un rôle essentiel dans les débats philosophiques contemporains. Cette doctrine consiste à mettre en avant la notion de convention, c'est-à-dire à souligner une certaine liberté dans le choix des principes au point de départ d'une théorie scientifique. Assez naturellement, elle a été caractérisée de conventionnalisme. Pierre Duhem, au côté d'Henri Poincaré, est l'une des figures importantes de ce courant de pensée. C'est lui qui initie une conception conventionnaliste en matière de sciences expérimentales.

En posant l'existence de conventions cachées au cœur de la science, on coupe court aux tentatives traditionnelles de fondation. Une convention est posée : elle ne possède pas de nécessité ; elle est simplement motivée. Il est inutile de chercher un enracinement univoque dans l'expérience ou dans la raison. On sort du cadre de la philosophie traditionnelle de la connaissance. L'introduction du terme de convention au sujet de la connaissance scientifique était suffisamment audacieuse pour être remarquée. Certes, « convention » se dit de plusieurs manières. On pourrait forger une expression spécifique pour désigner chacun de ses sens : fonctionnel, axiomatique, judiciaire, normatif et instrumental. Au fond, le terme de convention ne sert qu'à résumer une série de problèmes : le langage de la science, les hypothèses fondamentales, la décision expérimentale, les critères rationnels et la théorie de l'instrument. Les positivistes logiques pourront puiser à cette source des arguments en faveur de leur conception axiomatique. Karl Popper trouvera également ici des éléments pour construire son réfutationnisme.

Quelle que soit la vigueur du conventionnalisme, il ne manque pas de soulever des interrogations. Ainsi, Gaston Bachelard, qui a subi l'influence de Poincaré et de Duhem au début de son œuvre, ne tarde pas à prendre ses distances. Il formule une critique du « scepticisme instruit ». Bachelard n'ignore pas que Duhem tempère sa définition formelle de la théorie en faisant appel à la notion de classification naturelle. Mais ce réalisme de second ordre ne lui semble pas assez robuste pour tenir compte des nouvelles théories physiques. Il

en vient à prôner un rationalisme dynamique qui fait une part au réalisme. La philosophie française des sciences prendra dès lors une autre direction.

Le but de cet article est de dégager les conditions d'émergence du conventionnalisme duhémien et d'en sonder la signification.

1. *L'analyse de la méthode expérimentale*

On peut faire remonter l'introduction du terme de convention dans les débats épistémologiques à l'année 1891. Dans les « Les Géométries non euclidiennes », Poincaré écrit : « Les axiomes géométriques ne sont [...] ni des jugements synthétiques à priori ni des faits expérimentaux. Ce sont des *conventions* »¹. Il est clair que la notion de synthétique *a priori* vise la conception des mathématiques d'Emmanuel Kant. L'expression « faits expérimentaux » renvoie, quant à elle, à la vision de John Stuart Mill. Poincaré rejette ici ces deux solutions classiques. L'emploi remarqué du terme de convention par Poincaré signale un changement d'attitude.

Poincaré n'est pas le seul à l'époque à employer le terme de convention. Dans l'un de ses premiers écrits philosophiques, « Quelques réflexions au sujet des théories physiques », Duhem y a également recours : « Parmi les hypothèses sur lesquelles repose une théorie mécanique, il en est un grand nombre qui n'ont pas l'expérience pour source et qui découlent seulement des *conventions* exigeantes arbitrairement posées par le physicien »². En d'autres termes, le scientifique est libre dans le choix de ses hypothèses. Dans cet article, Duhem donne déjà sa définition de la théorie physique, qui ne vise pas une explication du monde matériel, mais une simple représentation des lois expérimentales. On peut noter ici la proximité de Duhem et de Poincaré. Or l'article de Poincaré paraît seulement quelques semaines avant celui de Duhem³. Nous devons admettre que les deux auteurs ont introduit simultanément et indépendamment le concept de convention. Nous pouvons même ajouter que Duhem précède Poincaré dans cet usage philosophique du concept pour une science de la nature telle que la physique.

¹ Henri Poincaré, « Les géométries non euclidiennes », *Revue générale des sciences pures et appliquées*, t. 2, 1891, pp. 769-774, p. 773 ; repris dans Poincaré, *La science et l'hypothèse* (1902), Paris, Flammarion, 1968, p. 75.

² Pierre Duhem, « Quelques réflexions au sujet des théories physiques », *Revue des questions scientifiques*, t. 31, 1892, pp. 139-177, p. 19. Pour une étude du développement de la pensée de Duhem, nous renvoyons à notre livre *Duhem : science, réalité et apparence*, Paris, Vrin, 1990.

³ « Les géométries non euclidiennes » de Poincaré paraissent dans la livraison du 15 décembre 1891 de la *Revue générale des sciences* ; « Quelques réflexions au sujet des théories physiques » de Duhem, dans le numéro daté de janvier 1892 de la *Revue des questions scientifiques*.

En 1894, Duhem publie « Quelques réflexions sur la physique expérimentale ». Il y propose une analyse de la méthode expérimentale qui sera remarquée et énonce sa thèse selon laquelle les hypothèses subissent le contrôle expérimental globalement. En effet, dans ses articles antérieurs, Duhem se montrait encore proche de l'inductivisme. Il en va ainsi de « Quelques réflexions au sujet des théories physiques », auquel l'article de 1894 fait pendant. Mais c'est dans l'article sur la méthode expérimentale que Duhem souligne le rôle indispensable de la théorie. Il a bien conscience d'innover ; les premières lignes en témoignent : « Qu'est-ce qu'une expérience de physique ? Voilà une question qui étonnera sans doute plus d'un lecteur [...] ; est-il besoin de la poser et la réponse n'est-elle pas évidente ? »⁴. Duhem met en question ici ce qui passe généralement pour non problématique. Si l'on devait se préoccuper du rôle de l'hypothèse ou de la théorie, cette obligation ne s'imposerait pas en ce qui concerne l'expérience. On répondrait que l'expérience de physique n'est qu'une extension de l'expérience ordinaire ou bien qu'elle ne diffère guère de l'expérience scientifique en général. Or Duhem va montrer que l'expérience de physique est fondamentalement différente de l'expérience ordinaire. Elle ne ressemble pas non plus aux expériences effectuées dans une science comme la physiologie.

L'expérience de physique recouvre, selon Duhem, une activité complexe. Elle compte plusieurs étapes et diverses opérations. D'entrée de jeu, Duhem distingue dans l'expérience deux parties, l'observation et l'interprétation. Et il insiste sur cette seconde partie : « Pour pouvoir faire cette interprétation, il ne suffit pas d'avoir l'attention en éveil et l'œil exercé ; il faut connaître les théories admises ; il faut savoir les appliquer, il faut être physicien »⁵. Il reste à savoir en quoi consiste l'interprétation. Duhem procède à l'examen attentif d'une expérience d'Henri Victor Regnault sur la compressibilité des gaz⁶. Ce choix est intéressant : la longue et patiente expérimentation de Regnault a abouti à des résultats d'une remarquable précision, dépassant largement le seuil atteint par son prédécesseur Gay-Lussac. Regnault figure, avec Fizeau et Foucault, parmi les grands expérimentateurs qui ont illustré la physique française du milieu du XIX^e siècle. Ses résultats expérimentaux ont été acceptés par la communauté scientifique. Duhem nous convie à reconstruire rationnellement la démarche

⁴ Duhem, « Quelques réflexions sur la physique expérimentale », *Revue des questions scientifiques*, t. 31, 1894, pp. 179-229, p. 179. Ce texte est reproduit dans notre recueil *Les textes fondateurs de l'épistémologie française* (Paris, Hermann, 2015) ainsi que les articles de plusieurs autres penseurs discutés ici. Duhem reprend son analyse de la méthode expérimentale avec quelques variantes dans *La théorie physique* (1906), Paris, Vrin, 2011, p. 218 seq.

⁵ Duhem, « Quelques réflexions sur la physique expérimentale », p. 180. Cf. *La théorie physique*, p. 219.

⁶ Henri Victor Regnault, « Relation des expériences entreprises pour déterminer les principales lois et données numériques qui entrent dans le calcul des machines à vapeur », *Mémoires de l'Académie des sciences*, t. 21, 1847, pp. 3-748.

expérimentale. On peut supposer que Regnault et ses aides ont été témoins d'une série de faits ou de phénomènes. Par exemple, « Dans un viseur, Regnault a vu l'image d'une certaine surface de mercure affleurer à un certain trait »⁷. Mais ce n'est pas ce fait qu'il consigne dans son compte rendu expérimental. Il transcrit la valeur du volume occupé par le gaz. L'expérimentateur a donc remplacé la « donnée concrète » par une « abstraction ». Le concept introduit reçoit son sens par le biais des définitions de la théorie. Son application au dispositif qui a été construit en vue d'obtenir des mesures précises engage toute une série d'autres concepts. Ces nouveaux concepts débordent le domaine dont relève l'investigation empirique, à savoir la théorie des gaz. L'expérimentateur fait ainsi appel implicitement à diverses théories physiques aussi bien que mathématiques. Ces considérations permettent à Duhem d'avancer une thèse que la suite de son article viendra confirmer : « Une expérience de physique est 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 »⁸. Il ne s'agit pas de faire une image du phénomène, mais de le transcrire à l'aide d'un langage mathématisé. Il y a un écart entre le symbole et la chose symbolisée. D'où la nécessité d'une mise en correspondance entre les choses concrètes et les éléments de la théorie.

Les concepts introduits par Regnault ne sont pas seulement des abstractions ; ce sont des concepts qui peuvent être maniés mathématiquement. Les propriétés physiques donnent lieu à une évaluation numérique précise et se prêtent à des calculs mathématiques. Ce recours au langage mathématique assure à la physique une remarquable efficacité : on s'efforcera d'amener les autres sciences à ce degré de développement. Mais cette mathématisation n'est pas sans conséquences, et l'expérimentateur doit en tenir compte. Les êtres mathématiques sont d'une exactitude absolue, d'une précision infinie. En revanche, notre perception connaît des limites. Certes, les instruments scientifiques peuvent grossir un phénomène, améliorant nos capacités d'observation. Il n'en demeure pas moins que nos lectures sont toujours entachées d'imprécision. L'instrument a permis de réduire l'imprécision, non de l'éliminer. Le physicien doit prendre en compte cette incertitude. Il le fera habituellement en nous livrant une fourchette de valeurs. Duhem nous convie à réfléchir sur cette pratique : « C'est cette vérité essentielle pour l'intelligence de la méthode expérimentale, c'est la correspondance d'un même groupe de faits à une infinité de propositions théoriques différentes, que l'on

⁷ Duhem, « Quelques réflexions sur la physique expérimentale, p. 181. Cf. *La théorie physique*, p. 220.

⁸ Duhem, « Quelques réflexions sur la physique expérimentale, p. 182. Cf. *La théorie physique*, p. 221-222.

exprime en énonçant cette proposition : les résultats d'une expérience de physique ne sont qu'*approchés* »⁹.

Il n'y a pas de correspondance d'élément à élément entre les faits empiriques et les jugements théoriques. Inversement, comme le soutiendra Duhem dans *La théorie physique*, une pluralité de faits empiriques peut se réduire à un seul fait théorique : ainsi on peut observer sur des instruments différents — un thermomètre à mercure, électrique, à gaz — le phénomène général de la variation de la température. L'analyse approfondie de la méthode expérimentale conduit à une prise de conscience de la complexité du rapport entre le réel et le langage mathématique. Or les lois scientifiques sont fondées sur cette méthode ; il en résulte qu'elles sont également « *approchées* », comme le montre Duhem dans la seconde partie de l'article.

Il y a plus : le travail de Regnault lui a permis d'obtenir une plus grande précision que ses prédécesseurs. Ce n'est pas seulement l'usage d'instruments perfectionnés qui est en cause, mais une représentation théorique plus adéquate de l'instrument : « Cette précision croissante s'achète, il est vrai, par une complication croissante, par l'obligation d'observer, en même temps que le fait principal, une série de faits accessoires, par la nécessité de soumettre les constatations brutes de l'expérience à des manipulations, à des transformations de plus en plus nombreuses et délicates ; ces transformations que l'on fait subir aux données immédiates de l'expérience, ce sont les *corrections* »¹⁰.

Ces corrections, l'expérimentateur a pu les accomplir grâce à une représentation théorique de l'instrument. En effet, dans l'esprit de l'expérimentateur, l'instrument se dédouble : à côté de l'instrument réel, il conçoit un « instrument schématique ». La théorie explique le fonctionnement de l'instrument et permet ainsi de tenir compte de certaines contraintes dans la mesure des propriétés physiques. Plus tard, Duhem soulignera que l'expérimentateur présuppose toujours une théorie de l'instrument. Souvent ces corrections sont présentées comme allant de soi. En réalité, elles dépendent de la théorie. Un approfondissement de la théorie de l'instrument a une incidence sur les corrections : malgré toutes les précautions de Regnault, l'examen critique de son expérience révèle une cause d'erreur non rectifiée. En somme, les valeurs sont non seulement *approchées*, ce sont des valeurs corrigées.

⁹ Duhem, « Quelques réflexions sur la physique expérimentale, p. 201, souligné dans le texte. Ce passage ne figure pas dans *La théorie physique*.

¹⁰ Duhem, « Quelques réflexions sur la physique expérimentale, p. 203-204, souligné dans le texte. Cf. *La théorie physique*, p. 236.

L'expérience de Regnault qui a servi jusqu'ici d'exemple est une expérience non problématique. Duhem va prolonger son exposé par l'examen de deux autres expériences, celle de Foucault et celle de Wiener. La discussion de l'expérience récente et controversée de Wiener permet à Duhem d'introduire sa grande thèse : on ne peut jamais condamner une hypothèse isolée. Il ressent néanmoins le besoin d'étayer cette thèse par l'analyse de l'expérience déjà ancienne de Foucault, dont les conclusions ne sont plus contestées. Ce dernier exemple débouche sur la critique de l'expérience cruciale et la mise en cause de la conception classique qui fera l'objet d'une analyse indépendante.

2. La naissance d'un mouvement de pensée

Gaston Milhaud est l'un des premiers à percevoir la portée générale des analyses de Poincaré et de Duhem. Conjuguant les éléments fournis par les deux savants dans « La science rationnelle » de 1896¹¹, il souligne les interprétations théoriques qui s'intercalent entre l'observateur et la chose observée ainsi que la part de convention explicite ou implicite. Cette conclusion concerne tout système déductif et s'applique aussi bien à la géométrie qu'à la physique. Milhaud étend ainsi la thèse de Poincaré. Il évoque encore le fait qu'une observation implique des corrections qui sont accomplies à la lumière des théories admises. Nous retrouvons l'une des opérations caractéristiques de la méthode expérimentale selon Duhem.

Le vocabulaire exprimant l'aspect conventionnel de la connaissance scientifique permet à Milhaud de caractériser ce qui dépasse les données empiriques, révélant l'activité propre de l'esprit. Il s'agit de dénoncer un empirisme étroit. Milhaud est amené à introduire des expressions qui sont absentes chez Poincaré et chez Duhem : la contingence, la création et l'activité de l'esprit. Par là il rattache leurs analyses à un mouvement intellectuel plus large, qui remonte à Émile Boutroux et à son ouvrage de 1874, *De la contingence des lois de la nature*¹².

Milhaud est bientôt rejoint par Édouard Le Roy. Celui-ci souligne à son tour la nouveauté des analyses de Poincaré et de Duhem¹³. Le Roy perçoit également un lien profond entre

¹¹ Gaston Milhaud, « La science rationnelle », *Revue de métaphysique et de morale*, t. 4, 1896, pp. 280-302. Pour plus de détails sur ces discussions, voir notre ouvrage *Les origines françaises de la philosophie des sciences*, Paris, PUF, 2003.

¹² Émile Boutroux, *De la contingence des lois de la nature* (1874), Paris, PUF, 1991.

¹³ Édouard Le Roy, « Science et philosophie », *Revue de métaphysique et de morale*, t. 7, pp. 375-425, 501-562, 708-731 ; t. 8, pp. 37-72. Voir aussi « La science positive et les philosophies de la liberté », *Premier congrès international de philosophie*, Paris, Armand-colin, 1900, pp. 313-341.

l'affirmation de la nature conventionnelle des principes scientifiques et la thèse du contrôle global des hypothèses. En effet, Poincaré a montré que les hypothèses fondamentales de la physique n'entretiennent pas un rapport simple et direct avec l'expérience ; ces hypothèses recèlent une part de convention ou définition. Quant à Duhem, il a mis l'accent sur la complexité du contrôle expérimental : en vertu de la liaison des différentes parties de la physique, c'est tout un ensemble d'hypothèses qui confrontent le tribunal de l'expérience. Lorsque Poincaré fait remarquer que les principes de la mécanique présupposent une définition de la mesure du temps, il touche à une question de méthode expérimentale. Inversement, Duhem conclut de la complexité du contrôle expérimental au libre choix des principes. Le Roy relève, tout comme Milhaud, la convergence de ces analyses avec Boutroux, mais aussi avec Bergson, dont il adopte la perspective philosophique.

On ne saurait trop insister sur le rôle joué par Milhaud et par Le Roy. Ils ont incité Poincaré et Duhem à expliciter les conséquences philosophiques de leurs premières prises de position et leur ont suggéré plusieurs pistes d'exploration. Mais leurs formulations ont pu paraître plus radicales.

Il en est résulté un mouvement de pensée qu'on ne tardera pas à appeler conventionnalisme. Ainsi, l'historien de la philosophie Dominique Parodi écrit en 1919 : « *Conventionnalisme*, mobilisme et pluralisme, on pourrait ainsi désigner [...] les tendances les plus extrêmes de notre temps »¹⁴. Toutefois, il exempt Poincaré de cette « tendance extrême ». Mais il n'en développe pas moins une position critique vis-à-vis du conventionnalisme. Ce passage étant issu d'un cours prononcé en 1908, il se pourrait que Parodi ait utilisé le terme dès cette époque. Quoiqu'il en soit, Léon Brunschvicg l'emploie en 1912 dans *Les étapes de la philosophie mathématique*. Il écrit, en parlant des précurseurs de Poincaré : « L'exactitude de cette description pourrait faire illusion sur la portée que lui confère effectivement la doctrine nominaliste, ou mieux conventionaliste, de Helmholtz »¹⁵. Si Brunschvicg repousse également un conventionnalisme radical, il s'efforce de développer une position intermédiaire entre le logicisme et le formalisme, qui puise dans les arguments de Poincaré.

En définitive, cette doctrine qui fait une part à la convention aura un impact plus profond dans les pays de langue allemande. Lorsque Albert Einstein propose la théorie de la relativité restreinte en 1905, il se saisit des idées de Poincaré pour justifier la liberté prise avec les principes de la physique classique. Il se peut qu'il ait eu connaissance des thèses de Duhem.

¹⁴ Dominique Parodi, *La philosophie contemporaine en France* (1919), Paris, Alcan, 1920, p. 19. Cf. p. 220.

¹⁵ Léon Brunschvicg, *Les étapes de la philosophie mathématique* (1912), Paris, PUF, 1972, p. 366.

Rappelons que c'est Friedrich Adler, ami et voisin d'Einstein au cours de ses années zurichoises, qui traduit *La théorie physique* de Duhem. Moritz Schlick, dans son projet de développer une théorie de la connaissance adaptée aux progrès de la science, trouve une source d'inspiration dans ce même terreau¹⁶. Les positivistes logiques, à la suite de Moritz Schlick, prennent l'habitude de qualifier les conceptions de Duhem et de Poincaré de conventionnalistes¹⁷. Rudolf Carnap se réclame un temps de cette doctrine. Simultanément en Autriche Otto Neurath, Hans Hahn et Philipp Frank, qui vont fonder le Cercle de Vienne, débattent du conventionnalisme dont ils retiennent plusieurs thèses. Ainsi cette doctrine figure comme l'une des influences décisives sur le positivisme logique.

Même les auteurs qui rejettent l'esprit du conventionnalisme doivent désormais tenir compte des résultats de son analyse de la connaissance scientifique. Par exemple, Popper, dans l'ébauche de *la logique de la découverte scientifique*, publiée sous le titre *Les deux problèmes fondamentaux de la théorie de la connaissance*, consacre une longue discussion à cette doctrine. Il connaît bien l'objection que constitue la critique de la réfutation et de l'expérience cruciale formulée par Duhem. En même temps, il peut s'appuyer sur le rejet duhémien de la méthode newtonienne, dans sa tentative de développer une conception rigoureusement déductiviste.

Popper dégage bien la démarche du conventionnaliste. Celui-ci cherche des lois simples et pratiques, mais s'accommode d'une corrélation éventuellement compliquée entre les concepts et la réalité. Il consent à un écart entre le modèle théorique et les objets concrets. D'où une vision épistémologique particulière : « Nous ne pouvons jamais réaliser dans la nature un mouvement inertial, pas plus qu'une horloge totalement exacte ou un étalon de mesure que nous pourrions transporter partout sans avoir à le corriger. Mais nous pouvons produire tout cela artificiellement, en produisant des 'modèles' qui satisfont avec une grande approximation aux *concepts idéaux* définis de manière strictement implicite »¹⁸. Or cette problématique de l'idéalité des concepts physiques est clairement développée par Duhem : La théorie newtonienne rapporte les mouvements à un repère « idéal »¹⁹. Popper s'écarte du conventionnalisme et développe une philosophie fondée sur la réfutation et engagée dans une direction réaliste. Il n'en demeure pas moins qu'il doit admettre l'existence de conventions : son choix de la réfutation en tant que critère de démarcation entre la science et les autres formes d'activités humaines est bien qualifié de convention. Il en va de même des règles

¹⁶ Voir Moritz Schlick, *Allgemeine Erkenntnislehre* (1918), Berlin, Springer, 1925.

¹⁷ Voir Otto Neurath, *Manifeste du Cercle de Vienne* (1929), Paris, Vrin, 2010, p. 112.

¹⁸ *Id.*, § 24, p. 196.

¹⁹ Duhem, *La théorie physique*, pp. 256, 293.

méthodologiques qu'il propose, des énoncés de base, de l'universalité des lois scientifiques. Popper a en fait tenu compte des leçons du conventionnalisme.

3. *Classification naturelle et critères de choix*

Comment Duhem évite-t-il un conventionnalisme radical ? Revenons à l'objet de la théorie scientifique : représenter un ensemble de lois expérimentales. Mais le travail du physicien ne s'arrête pas après qu'il a regroupé une première série de lois ; il cherche à améliorer sa théorie en l'étendant et en la rendant plus précise. Duhem maintient l'idéal d'une théorie unitaire en physique — c'est une raison pour repousser la multiplication de modèles discordants. On voit réapparaître l'idée de progrès. La définition de la théorie doit être complétée : « La théorie n'est pas seulement une représentation économique des lois expérimentales ; elle est encore une *classification* de ces lois »²⁰. Il ne s'agit nullement d'une simple précision, mais d'un complément essentiel ; car Duhem déclare aussitôt après que « la théorie tend à se transformer en une classification naturelle »²¹. En résumant une multitude de lois expérimentales à l'aide d'un petit nombre de principes, la théorie confère une organisation. Elle n'a pas seulement un rôle économique, mais également un rôle heuristique ; la théorie, « devançant l'expérience », donne lieu à des découvertes. Duhem rapporte plusieurs cas de prédictions frappantes, comme la « tache de Poisson », qui vient confirmer la théorie ondulatoire de la lumière proposée par Augustin Fresnel. Duhem cherche à rendre compte, à la fois, de la valeur prédictive des théories et du progrès scientifique.

On peut toutefois se demander si Duhem, en parlant de classification naturelle, ne revient pas sur la définition « positiviste » de la théorie qu'il a donnée initialement. Peut-on affirmer simultanément que la théorie s'attache seulement aux phénomènes et qu'elle saisit des rapports réels et profonds ? On note que Duhem s'efforce de conjuguer les deux affirmations entre lesquelles nous avons cru voir une incompatibilité ; il écrit dans la même phrase : « La théorie physique ne nous donne jamais l'explication des lois expérimentales ; [...] mais plus elle se perfectionne, plus nous pressentons que l'ordre logique dans lequel elle range les lois expérimentales est le reflet d'un ordre ontologique »²². Duhem prend des précautions : il n'affirme pas que la théorie fournit d'emblée une image réelle, mais qu'elle *tend vers* une classification *de plus en plus* naturelle. Nous suggérons la distinction suivante :

²⁰ *Id.*, p. 30.

²¹ *Id.*, p. 32.

²² *Id.*, p. 35.

autant le but *d'une théorie* est simplement de coordonner des lois expérimentales, autant *la physique théorique*, dans son évolution historique, a une direction. Trois siècles de physique mathématique expliquent le caractère de plus en plus adéquat de la « partie représentative », du langage de la science. Duhem admet, du reste, que l'analyse logique n'épuise pas la nature de la physique ; contrairement aux positivistes logiques, pour lesquels seul le contexte de justification a une pertinence philosophique, il n'hésite pas à introduire le contexte de découverte, à faire appel à l'histoire des sciences. On retiendra que Duhem n'exclut pas tout réalisme, mais qu'il faut bien distinguer entre l'ordre logique de la construction de la théorie et l'ordre historique du développement de la science.

Revenons maintenant à la définition que Duhem donne de la théorie : « Une théorie physique n'est pas une explication. C'est un système de propositions mathématiques, déduites d'un petit nombre de principes, qui ont pour but de représenter aussi *simplement*, aussi *complètement* et aussi *exactement* que possible, un ensemble de lois expérimentales »²³. Ce que Duhem craint c'est une régression explicative qui nous conduirait de cause en cause vers une explication ultime. Comme il le précise plus loin, il veut éviter la tentation d'une « explication métaphysique », laquelle reviendrait à nier l'autonomie de la physique et à restreindre la liberté du théoricien²⁴. Une théorie scientifique n'est plus conçue comme l'explication des causes profondes, mais comme une représentation abstraite des lois. L'originalité de Duhem n'est pas dans l'usage du terme de représentation, depuis longtemps usuel chez les physiciens ; elle réside dans le fait que cette représentation concerne les lois et non les phénomènes. Nous avons ainsi une construction à deux étages, et le rapport au réel est désormais médiatisé par les lois expérimentales. On trouve ici l'ébauche de la conception que développeront les positivistes logiques : une théorie est un système axiomatique ; son interprétation empirique est fournie par des règles de correspondance comprenant notamment des procédés de mesure.

Soulignons maintenant trois termes qui figurent dans cette définition de la théorie : simplicité, complétude et exactitude. On comprend pourquoi Duhem les évoque : il a remis en cause la méthode newtonienne des inductions ainsi que l'expérience cruciale, bref les schémas classiques de la justification. Les hypothèses sont désormais librement choisies, ce qui ne veut pas dire qu'elles sont arbitraires ; le théoricien doit motiver son choix. D'où l'appel à des critères rationnels. Et il suffit de poursuivre notre lecture pour rencontrer

²³ *Id.*, p. 24 ; je souligne.

²⁴ *Id.*, p. 70.

d'autres critères, tels que la cohérence et la fécondité²⁵. Même si ces deux critères additionnels ne sont pas explicitement consignés dans la définition de la théorie physique, ils ont leur importance.

Duhem fournit au cours de son ouvrage des éléments d'analyse à propos de chacun de ces concepts constitutifs de l'activité scientifique. Approfondissons à présent ce qui a trait à l'exactitude : « Les diverses conséquences que l'on a ainsi tirées des hypothèses peuvent se traduire en autant de jugements portant sur les propriétés physiques des corps [...] ; ces jugements, on les compare aux lois expérimentales que la théorie se propose de représenter ; s'ils concordent avec ces lois, au degré d'approximation que comportent les procédés de mesure employés, la théorie a atteint son but »²⁶. En matière de physique, l'exactitude c'est la concordance au degré d'approximation requis. Il faut tenir compte de la nature des procédés de vérification. Cette notion doit être rapportée aux opérations constitutives de la démarche scientifique. Il en va de même pour les autres critères.

L'exactitude pouvant désigner la conformité, il en résulte que la conception traditionnelle de la vérité ne semble pas pertinente en ce qui concerne la pratique du physicien. Duhem formule cette mise en garde : « Une théorie *vraie*, ce n'est pas une théorie qui donne, des apparences physiques, une explication conforme à la réalité ; c'est une théorie qui représente d'une manière satisfaisante un ensemble de lois expérimentales »²⁷.

En effet, Duhem ne conçoit pas la théorie comme une explication des choses. Nous percevons des régularités dans les phénomènes que nous observons, et le scientifique doit simplement les ordonner. Duhem semble même vouloir se passer de la notion de vérité. En évoquant la pratique scientifique des créateurs de la physique, il écrit : « Tout ce qu'ils ont pu faire, c'est de se placer en face de la foule des lois tirées directement de l'observation [...] et de tracer une représentation symbolique de ces lois, représentation [...] dont *on ne peut même plus dire proprement qu'elle soit vraie* »²⁸.

Les critères sont en rapport avec la définition de la théorie en tant que représentation. Très attentif à l'histoire des sciences, Duhem a repéré les arguments par lesquels les scientifiques ont l'habitude de justifier leurs théories. Ce sont ces arguments qui importent, et non pas les prétendues méthodes inductives ou déductives mises en avant.

²⁵ Quelques lignes après sa définition de la théorie, Duhem marque l'importance de l'exigence de non-contradiction ou cohérence au sujet des hypothèses théoriques : « Ces hypothèses peuvent [...] être formulées d'une manière arbitraire. La contradiction logique, soit entre les termes d'une même hypothèse, soit entre diverses hypothèses d'une même théorie, est la seule barrière absolument infranchissable devant laquelle s'arrête cet arbitraire », *La théorie physique*, p. 25. Ce point est développé à nouveau p. 334-335. La capacité prédictive ou fécondité fait l'objet du § 5 « La théorie devançant l'expérience », 1^{ère} partie, chap. 2.

²⁶ *Id.*, p. 25-26.

²⁷ *Id.*, p. 26 ; souligné dans le texte.

²⁸ *Id.*, p. 405 ; je souligne. Cf. p. 507-509.

Conclusion

Récapitulons. Duhem affirme le libre choix des hypothèses au fondement d'une théorie dans les sciences mathématisées de la nature. Cette liberté permet au scientifique de s'affranchir de certaines contraintes. Il n'a pas à donner un sens empirique à chaque transformation mathématique, à chaque étape du développement théorique. Il suffit qu'à un moment donné une traduction soit possible. Simultanément, Duhem approfondit la structure interne de la théorie. Il y a une interdépendance entre les définitions et les hypothèses. Certaines définitions reviennent à choisir un système parmi d'autres ; elles recouvrent en réalité une prise de position dont on aura à évaluer la fécondité.

La solution que Duhem suggère par le biais de ces critères de choix soulève à son tour des difficultés. Ces critères recèlent une certaine ambiguïté. La cohérence d'une théorie renvoie-t-elle à la coordination logique de ses hypothèses ou à sa compatibilité avec d'autres théories déjà acceptées. Par simplicité doit-on entendre le formalisme mathématique ou l'ensemble théorique incluant les affirmations au sujet du monde ? Ou encore, la complétude désigne-t-elle la quantité de faits concernés ou la diversité de phénomènes réunis ? Les critères de choix ou valeurs rationnelles sont susceptibles d'interprétations différentes, et la communauté scientifique peut se diviser entre défenseurs et adversaires d'une théorie, les uns et les autres se targuant de bonnes raisons. De plus, ces valeurs peuvent entrer en conflit les unes avec les autres. Par exemple, la théorie géocentrique de Ptolémée était compatible avec la physique aristotélicienne, alors que la théorie héliocentrique de Copernic permettait de réduire le nombre de mouvements circulaires. Il faut donc dans des situations concrètes de décision établir une préférence entre les valeurs en question. L'imposante œuvre d'histoire des sciences produite par Duhem fournit de nombreux exemples en ce sens.

Le problème des valeurs rationnelles intervenant dans le choix des théories resurgira chez nombre de penseurs du XX^e siècle : Bachelard, Kuhn, Hempel, etc.²⁹ Il recevra un approfondissement considérable. Mais le mérite revient à Duhem d'avoir ouvert cette voie.

²⁹ Nous avons exploré ce problème dans *Raison scientifique et valeurs humaines*, Paris, PUF, 2011.