

# Analogie et connaissance scientifique chez Pierre Duhem

« *L'histoire de la Physique nous montre que la recherche des analogies entre deux catégories distinctes de phénomènes a peut-être été, de tous les procédés mis en œuvre pour construire des théories physiques, la méthode la plus sûre et la plus féconde* »<sup>1</sup>.

L'épistémologie duhémienne considère la théorisation en science comme un processus de structuration des lois expérimentales, les lois elles-mêmes étant une représentation des phénomènes observés. Dans le même temps, Duhem est conscient du fait que les théories scientifiques n'ont pas uniquement pour objet de permettre une économie de la pensée ; elles doivent être une image de plus en plus parfaite des relations entre les phénomènes qu'elles représentent et classent. C'est dans cette perspective que Duhem spécifie l'analogie comme un des procédés les plus féconds dans la construction d'une théorie scientifique, au sens où elle permet au savant d'aller toujours plus loin aussi bien dans la conceptualisation des phénomènes connus que dans la découverte de faits inédits. Mais, comment rendre épistémologiquement compte de l'efficacité de l'analogie dans les sciences purement théoriques telles que la chimie et la physique, lorsqu'on sait que la valeur et la célébrité de cette méthode se sont plutôt avérées dans les sciences plus empiriques, comme la zoologie et la biologie ? Le présent article veut montrer que pour répondre à cette question tout aussi cruciale qu'embarrassante, Duhem va progressivement tenter de prouver que la fécondité expérimentale et théorique de l'analogie réside tout particulièrement dans la rigueur logique et mathématique des procédés analogiques.

## I. LE PROBLÈME DE LA DÉFINITION DE L'ANALOGIE DANS L'ÉPISTÉMOLOGIE DUHÉMIENNE

L'analogie se définit comme un rapprochement qu'on effectue entre deux corps sur la base de leur similarité ou de leur dissemblance dans le rapport, la fonction, la situation ou encore sur le lien de finalité. L'« analogie de proportionnalité » renvoie à une identité de rapport entre un ou plusieurs couples d'objets. Cette définition correspond à l'étymologie du mot grec *analogia* où *ana* signifie « proportionnalité », « répétition » et *logia*, qui dérive de *logos*, prend ici le sens de « rapport »<sup>2</sup>. Au sens strict du terme, l'analogie désigne une répétition du même rapport ou une même proportion dans deux ou plusieurs rapports<sup>3</sup>. Nous retrouvons ici l'origine mathématique du mot analogie qu'on lit pour la première fois sous la plume des Pythagoriciens, où le terme a justement un sens distributif. On dira qu'il y a analogie entre les couples (a-b) et (c-d) si (a-b) équivaut à (c-d), ou si le rapport (a/b) équivaut au rapport (c/d). Dans le premier cas, il s'agit de la proportion arithmétique, et dans le second cas, on parlera de la proportion géométrique. Quel que soit le type de rapport, on parle d'analogie si c est à d ce que a est à b. C'est à cette définition, à connotation mathématique,

<sup>1</sup> P. DUHEM, *La théorie physique : son objet, sa structure*, p. 140.

<sup>2</sup> Le mot grec *logos* peut désigner plusieurs occurrences, selon les cas de figure : discours, parole, pensée, notion, raison, rapport, etc. Sur l'étymologie grecque du terme « analogie », voir J. BORELLA, *Penser l'analogie*, pp. 23-29.

<sup>3</sup> J. BORELLA, *Penser l'analogie*, p. 28.

que se réfère Platon, et c'est encore à elle qu'Aristote fait appel quand il applique l'analogie comme méthode de connaissance des phénomènes des deux règnes, végétal et animal. Dans *La République*<sup>4</sup> et dans le *Timée*<sup>5</sup>, Platon évoque l'idée de proportion en insistant particulièrement sur l'identité de rapport entre les éléments ou les couples d'éléments comparés. Dans son discours sur le « Système du monde », Timée enseigne à propos de l'analogie qu'elle est, « de toutes les liaisons, la plus belle » en ce sens qu'elle est « celle qui se donne à elle-même et aux termes qu'elle unit l'unité la plus complète »<sup>6</sup>, et qui réalise cette unité de la manière la plus parfaite. Les notions de « liaison » et de beauté, que Platon évoque et qui renvoient implicitement à l'harmonie présumée de la nature, rappellent incontestablement l'harmonie pythagoricienne des nombres qui gouvernent le monde, comme le veut la tradition de Pythagore et ses disciples. Ce qui semble retenir l'attention de Platon, c'est bien l'inamovibilité du rapport. Historien des sciences, la part que représente l'analogie dans la philosophie naturelle de Platon n'a pas échappé à la vigilance de Duhem. Le premier volume du *Système du monde* relève que « les théories physiques et astronomiques de Platon sont (...) liées de la manière la plus intime à des analogies géométriques et arithmétiques »<sup>7</sup>. Vraisemblablement, c'est aussi ce type d'analogie que convoquera Aristote dans l'*Éthique à Nicomaque*<sup>8</sup>, quand il entreprendra de définir la justice distributive ou géométrique. Chez Aristote, on parle d'analogie entre A B C et D, si le rapport A/B équivaut au rapport C/D. En termes arithmétiques, on dira qu'il y a une analogie de proportionnalité entre 1/3, 2/6 et 3/9. Dans le traité *De l'âme*<sup>9</sup>, Aristote définit clairement sa conception de l'analogie en insistant sur l'identité du rapport. De la même façon, on peut dire qu'il y a une analogie de proportion entre le couple œil/lumière et celui oreille/son, au sens où le rapport de l'œil à la lumière équivaut au rapport de l'oreille au son.

L'analogie dans la fonction est celle qui s'établit entre deux corps ou deux phénomènes totalement différents mais qui se situent dans un rapport identique, de par la fonction qu'ils exercent. Par exemple, il y a analogie entre les ailes d'un oiseau et les nageoires d'un poisson, dans la mesure où la fonction que remplissent les nageoires d'un poisson est similaire au rôle qu'occupent les ailes dans la vie d'un oiseau. On peut aussi établir une analogie entre deux corps de par leur finalité. Deux composés chimiques différents par nature peuvent donner le même résultat. Toutefois, dans le domaine plus précis des théories scientifiques, l'analogie consiste à rapprocher l'un de l'autre deux phénomènes ou deux systèmes abstraits, soit que l'un, déjà connu, serve à deviner la forme de l'autre non encore connu, soit que formulés tous deux, ils s'éclairent l'un l'autre<sup>10</sup>.

Quoique brève, cette analyse définitionnelle<sup>11</sup> rend bien compte de la complexité du concept d'analogie. Cela ne fait aucun doute, Duhem est conscient de cette difficulté et il semble bien averti des risques de confusion qui accompagnent la notion d'analogie. Même s'il ne l'exprime pas explicitement, l'auteur de *La théorie physique* se rend aussi compte du caractère empirique de l'analogie, notamment telle qu'elle transparaît dans la pensée d'Aristote. C'est certainement pour cette raison que dans *Le mixte et la combinaison chimique*, Duhem prend soin d'anticiper toute critique en faisant remarquer ceci :

« De même, la notion d'analogie découle d'une intuition inanalysable ; c'est une de ces notions indéfinissables que Pascal aurait rattachées à l'esprit de finesse et non à l'esprit

<sup>4</sup> PLATON, *La République*, VI, 511 e.

<sup>5</sup> PLATON, *Timée*, 31 c.

<sup>6</sup> PLATON, *Timée*, 31 c.

<sup>7</sup> P. DUHEM, *Le système du monde*, tome 1, p. 28 ; P. DUHEM, *L'aube du savoir*, p. 3.

<sup>8</sup> ARISTOTE, *Éthique à Nicomaque*, 1131 b 1 – 15.

<sup>9</sup> ARISTOTE, *De l'âme*, I, 7, 431 a 15 – 25.

<sup>10</sup> Voir à ce sujet R. NADEAU, *Vocabulaire technique et analytique de l'épistémologie*, pp. 9-10.

<sup>11</sup> Il faut tout de même noter que le XIX<sup>e</sup> siècle scientifique a beaucoup fait évoluer le sens de l'analogie, entre autres, grâce aux travaux de Geoffroy Saint Hilaire sur la composition matérielle et l'unité organique et aux investigations de Cuvier.

géométrique ; auxquelles cependant, il faut bien accorder une valeur scientifique sous peine de refuser le nom de science à des études telles que l'anatomie comparée. Il est impossible de marquer avec une précision qui exclut toute ambiguïté les caractères auxquels on reconnaît que deux corps sont ou ne sont pas analogiques »<sup>12</sup>.

L'analogie, poursuit-il quelques pages plus loin est une « notion confuse »<sup>13</sup>. De ces propos, peuvent se dégager deux conclusions. D'une part, Duhem veut montrer que le terme d'analogie est difficile à définir et qu'on ne peut pas s'autoriser une définition générale sans courir le risque des amalgames. D'autre part, Duhem considère que, nonobstant cette difficulté de conception, l'analogie demeure une méthode de connaissance scientifique. Elle fait partie des méthodes efficaces « auxquelles (...) il faut bien accorder une valeur scientifique sous peine de refuser le nom de science à des études telle que l'anatomie comparée »<sup>14</sup>. Duhem prend ici l'histoire des sciences à témoin et en convoquant le paradigme de l'anatomie comparée, il pense certainement aux systèmes de classification des biologistes du XIX<sup>e</sup> siècle, Cuvier en l'occurrence. Mais, comment Duhem conçoit-il l'analogie dans l'investigation scientifique ? L'analogie est une « similitude » entre deux corps, deux formules, ou encore entre deux invariants mathématiques. Cette conception de la notion d'analogie transparaît tout particulièrement dans *Le Mixte et la combinaison chimique*, où on peut lire qu'« il est des corps qui présentent de telles similitudes que personne n'hésitera à les rapprocher »<sup>15</sup>. A quel type de similitude Duhem renvoie-t-il, puisqu'il en existe plusieurs, au moins trois, comme nous l'avons vu plus haut ? les différentes descriptions auxquelles il se consacre à plusieurs endroits et les multiples occurrences qu'il utilise laissent aisément deviner qu'il pense aux trois similitudes, à savoir, la similitude dans les rapports de proportionnalité, de fonction et de finalité. Il n'est pour s'en convaincre que de suivre Duhem lorsqu'il fait de l'analogie le fondement de la loi des « proportions définies »<sup>16</sup>, ou quand il désigne deux corps analogues comme des corps ayant la même « fonction chimique »<sup>17</sup>, ou encore, lorsqu'il évoque l'anatomie comparée.

Toutefois, pour mieux comprendre les enjeux épistémologiques de la définition duhémienne de l'analogie, il faut peut-être s'interroger sur la manière dont il l'investit dans le domaine de la connaissance scientifique, en général, et des sciences physico-chimiques, en particulier. Là-dessus, il ne faut pas ignorer que l'épistémologie duhémienne est de type représentationniste ! Chez Duhem, s'il était nécessaire de le rappeler ici, les théories scientifiques ont pour objet de représenter les phénomènes en les rangeant progressivement dans des classes. Or, cette méthode, qu'on peut dire classificatoire, consiste justement dans le regroupement ordonné des phénomènes et des lois qui présentent une certaine analogie, ou encore une affinité dans des systèmes théoriques de plus en plus élaborés et structurés, à partir des concepts mathématiques. Cette méthode, clairement exprimée dans un des premiers textes<sup>18</sup> de Duhem, et qui sera d'ailleurs au cœur de son épistémologie, se développe en quatre grands niveaux :

1) La connaissance empirique, où l'esprit humain parvient à rassembler, à distinguer et à distribuer les phénomènes observés. L'intelligibilité des phénomènes, à ce stade, se fait au moyen des organes perceptifs naturels et ce, à travers les recherches d'analogie, de dissemblance, ou encore d'affinité. Par exemple, l'homme constate « qu'un morceau d'ambre, frotté par un chiffon de laine attire à distance une balle de sureau que soutient un fil de soie ;

<sup>12</sup> P. DUHEM, *Le mixte et la combinaison chimique*, p. 76.

<sup>13</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 89.

<sup>14</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 76.

<sup>15</sup> P. DUHEM, *Idem*.

<sup>16</sup> Cette loi s'énonce comme suit : « Lorsque deux corps se combinent entre eux, la masse de l'un est dans un rapport fixe avec la masse de l'autre » ; voir P. DUHEM, *Le mixte et la combinaison chimique*, p. 53.

<sup>17</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 97.

<sup>18</sup> P. DUHEM, *Quelques réflexions au sujet des théories physiques*, p. 140.

qu'un morceau de verre, frotté avec un chiffon de laine, agit de même ; qu'un morceau de cuivre, frotté avec le même chiffon de laine, agit encore de même, pourvu que le morceau de cuivre et le chiffon de laine soient tous deux portés par un manche de verre, etc. »<sup>19</sup>.

2) La construction des lois expérimentales, qui constitue la première étape de la connaissance scientifique, à proprement parler. En se fondant sur la régularité des phénomènes, en suivant les résultats des mesures de leurs différentes propriétés, des calculs mathématiques, le savant passe à l'induction des lois, à travers des procédés d'analogie, d'affinité, etc. Cette répartition des phénomènes dans les structures générales par voie d'induction constitue, selon les termes de Duhem, « la science purement expérimentale »<sup>20</sup>.

3) De la structuration des phénomènes particuliers, l'homme de science passe à la structuration des lois, à travers les procédés analogiques et d'affinité. On y procède à des définitions, des combinaisons, application des principes, traduction symbolique des lois expérimentales, conception et construction des hypothèses fondamentales, etc. Cette étape peut être considérée comme étant le premier niveau de la déduction théorique<sup>21</sup>, essentiellement caractérisé par la mobilisation de l'arsenal mathématique dont dispose le savant et le recours à son esprit d'inventivité, notamment dans le choix des hypothèses fondamentales. En effet, à ce stade de la recherche, la réalité se dérobe progressivement au regard du savant, et c'est ainsi que les mathématiques lui offrent encore une intuition significative par la puissance des symboles qui constituent leur langage. La méthode classificatoire apparaît ici comme une traduction mathématique des lois expérimentales.

4) Les lois ainsi groupées sont interprétées et corrigées à l'aune des définitions et des hypothèses fondamentales : l'homme de science se fonde sur les structures théoriques obtenues à partir de la traduction des lois expérimentales pour effectuer une sorte de méta-déduction. Des résultats issus des structures théoriques établies dans l'étape précédente, le savant tire des conclusions qui permettront de : a) rendre compte des phénomènes initialement observés ; b) découvrir ou prédire des phénomènes inédits ; c) préciser les réactions auxquels certains composés ou combinaisons de phénomènes peuvent donner lieu.

Cet exposé sommaire, dont les points principaux seront explicités dans les deux sections à venir, ne met pas seulement en évidence l'importance que Duhem accorde à l'analogie ; il montre l'omniprésence de l'analogie dans toutes les étapes de l'investigation scientifique. L'analogie qui, pourtant, dans la science classique, était plutôt réservée aux sciences purement expérimentales, est investie par notre auteur dans les phases supérieures de la recherche théorique, où interviennent davantage les invariants mathématiques. En effet, lorsqu'on parcourt les textes de Duhem, on constate que l'intérêt qu'il accorde à l'analogie réside moins dans sa définition que dans son fondement. Et justement, une lecture attentive des textes laisse entrevoir que ce fondement consiste dans le caractère mathématique de l'analogie. Deux éléments de l'épistémologie duhémienne confortent cette position. D'un côté, Duhem fait observer<sup>22</sup> que si la notion de ressemblance ou de similitude est méta-mathématique, en revanche, celle de proportionnalité appelle forcément les idées d'ordre, de rigueur logique et d'identité mathématique. L'analogie devient ainsi une forme particulière de similitude, dont la singularité et l'épanouissement résident, pour l'essentiel, dans le rapprochement abstrait que le savant établit entre les caractères de deux phénomènes apparemment différents<sup>23</sup>. De l'autre côté, Duhem constate que l'analogie établie entre des systèmes équationnels de type mathématique offre plus de garanties en termes de crédibilité que celle que l'homme de science pourrait identifier entre deux objets au moyen de ses

<sup>19</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 140.

<sup>20</sup> P. DUHEM, *Idem*.

<sup>21</sup> P. DUHEM, *Idem*.

<sup>22</sup> Notons que cette notion deviendra par la suite mathématique, à travers les mesures de similarité, les notions de distance, de dissimilarité, etc.

<sup>23</sup> On retrouve aussi cette idée chez Mach, voir E. MACH, *La connaissance et l'erreur*, p. 227.

organes perceptifs naturels. Duhem semble avoir compris la leçon que tout savant désireux d'approfondir et d'appliquer le concept d'analogie doit maîtriser : l'efficacité pratique et le rendement théorique de l'analogie tiennent essentiellement dans le caractère mathématique de cette méthode d'investigation. Dans un récent ouvrage consacré à la philosophie de l'informatique, Gérard Chazal montre<sup>24</sup> que le principe de proportionnalité, en tant que fondement de l'analogie, parcourt toutes les formes de connaissance dont est capable l'intelligence humaine. Pour lui, ce qui fait la force de l'analogie, c'est l'évidence formelle et logique des rapports et des éléments de rapprochement :

« En effet, l'analogie requiert l'expression formelle et mathématique comme garantie de rigueur et d'efficience dans le processus explicatif. Il est en effet exclu d'utiliser, pour expliquer scientifiquement, des analogies qui ne reposeraient pas sur une formalisation mathématique »<sup>25</sup>.

Cet extrait rappelle le cadre d'application de l'analogie, en même temps qu'il interpelle quiconque tenterait de banaliser la valeur de l'analogie dans la méthode scientifique. Mais Chazal va plus loin : il précise que l'explication en science ne s'impose pas forcément par l'établissement des relations causales entre des événements. La science gagne plus en rigueur en « fabricant » des artefacts similaires ou « proportionnels » à la réalité, mais supposés rendre compte de cette même réalité. En reproduisant les données de l'expérience par le formalisme mathématique, on se retrouve comme dans un nouveau monde où la multiplication des possibilités, au sens probabiliste du terme, rend possible des expériences et des connaissances nouvelles.

En faisant de l'analogie un instrument de connaissance scientifique, Duhem ne s'inscrit pas seulement dans la tradition, il fait de cette méthode un instrument qui illustre la puissance d'abstraction de la science. S'il était nécessaire de chercher quelque autre preuve que celles avancées plus haut, il suffirait de considérer le cadre contextuel au sein duquel Duhem investit, pour la première fois, du moins d'un point de vue philosophique, la notion d'analogie. Dans la critique qu'il adresse à l'École anglaise, Duhem confronte les théories modélistes et les théories abstraites<sup>26</sup>. Contrairement à ce qu'on pourrait penser, Duhem ne prétend pas s'opposer aux modèles, dans leur ensemble ; il veut simplement montrer qu'un usage abusif des modèles peut faire obstacle au développement de la science, et il tient à nuancer les propos qui tendent à attribuer les succès de la physique moderne à l'unique usage des modèles en mécanique classique. Autre point qu'il faudrait relever, Duhem veut, dans une attitude d'obstination, au vu des nouvelles découvertes de la physique du XX<sup>e</sup> siècle, poursuivre le soutien accordé à la thermodynamique abstraite<sup>27</sup>, et faire prévaloir sa conviction concernant l'unité de la science théorique<sup>28</sup>. Il est conscient que les modèles constituent un élément fondamental dans l'activité scientifique et que la science ne peut pas faire abstraction des modèles. Il sait pertinemment qu'il existe, par exemple, des modèles mathématiques qui servent les systèmes théoriques de classification et de représentation des phénomènes observés. Plus précisément en physique théorique, le modèle peut se révéler comme un outil heuristique, au sens où il guide le savant dans la découverte de faits inédits. Qui plus est, le modèle, fruit de l'esprit d'imagination du savant, peut aussi servir de vecteur

<sup>24</sup> G. CHAZAL, *Le miroir automate*, p. 232.

<sup>25</sup> G. CHAZAL, *Idem*.

<sup>26</sup> Il faut toutefois préciser que, la théorie des modèles, telle que nous l'entendons aujourd'hui en logique formelle, n'existait pas encore à l'époque. Dans le domaine de la physique théorique, il faudra aussi attendre le développement de la physique quantique pour voir émerger un intérêt particulier pour les différents modèles que l'on considère depuis lors comme des vecteurs de recherche et de découvertes scientifiques. Pour plus de détails sur cette question, voir G. COHEN-TANNOUJJI, *La notion de modèle en physique théorique*.

<sup>27</sup> P. DUHEM, *La théorie physique*, pp. 139-140.

<sup>28</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 151.

d'anticipation, notamment lors des recherches de faits inédits. Dans ce cas précis, le modèle permet d'investir des domaines de recherche nouveaux, à partir d'autres domaines déjà acquis. Grâce au modèle, le savant peut s'autoriser l'exportation des méthodes connues dans les champs inconnus.

Au fond, le propos de Duhem s'adresse particulièrement aux modèles mécaniques en usage dans la physique anglaise, plus précisément dans la détermination d'objets scientifiques<sup>29</sup>. Duhem estime que le modèle peut faire obstacle à la rigueur de la déduction et à l'inventivité du savant, quand il devient une maquette inflexible qui fixe et fige l'attention du savant. Le modèle peut faire obstacle à l'ouverture de l'esprit humain face à la nouveauté théorique ou aux différentes inflexions méthodologiques à envisager au cours de la déduction théorique, au sens où le caractère figuratif du modèle est susceptible d'empêcher le chercheur d'explorer toute la richesse et toute la complexité de l'expérience. Aussi Duhem prend-il soin de distinguer « modèle » et « analogie ». Les théories-modèles sont érigées par la puissance de l'imagination, tandis que les théories abstraites, fondées sur les rapprochements analogiques entre les propriétés physiques des corps, sont construites par la puissance de démonstration logique et mathématique. Le modèle cherche à imiter là où l'analogie dégage les rapports qu'elle représente par des formules algébriques.

« Comprendre un phénomène physique, c'est, pour les physiciens de l'École anglaise, composer un modèle qui imite ce phénomène, dès lors, comprendre la nature des choses naturelles, ce sera imaginer un mécanisme dont le jeu représentera, simulera, les propriétés de corps »<sup>30</sup>.

Ce serait commettre une erreur que de voir à travers cette affirmation une sous-estimation de l'usage des mathématiques dans la pratique scientifique de l'École anglaise, bien au contraire. Seulement, Duhem tente de faire remarquer que, dans le paradigme mécaniste de la science anglaise, les mathématiques ne servent pas à représenter les propriétés naturelles des phénomènes ; elles sont employées comme des modèles à mouler les phénomènes. Autrement dit, dans la construction d'une théorie modéliste, le savant ne recherche pas les correspondances entre les grandeurs algébriques et les phénomènes étudiés, démarche qui exigerait de sa part une attention particulière à l'ordre et à la rigueur logique des formules mathématiques. L'abstraction exige, en effet, que le savant se demande « si l'agencement qu'il imagine a la moindre analogie de nature avec les corps dont il veut reproduire les propriétés »<sup>31</sup>. Dans le paradigme mécaniste, les formules mathématiques sont considérées dans leur état achevé comme des modèles. Les phénomènes viennent donc prendre forme dans le modèle sans être suffisamment instruits par le savant. Le propos de Duhem sur les procédés de rapprochement analogiques est qu'« on ne saurait les confondre avec l'emploi de modèles »<sup>32</sup>. Au final, on voit bien que, tout en reconnaissant la valeur des systèmes modélistes, il s'attache à l'analogie considérant justement que les mathématiques sont davantage sollicitées dans cette méthode. C'est manifestement pour cette raison que l'épistémologie duhémienne distingue les différents niveaux de rapprochement analogique dans l'investigation scientifique, en montrant que l'emploi de l'analogie varie selon qu'on cherche à conceptualiser les phénomènes ou selon qu'on structure les lois qui représentent les phénomènes.

<sup>29</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, pp. 116-126.

<sup>30</sup> P. DUHEM, *L'école anglaise et les théories physiques*, p. 351.

<sup>31</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 356.

<sup>32</sup> P. DUHEM, *La théorie physique*, p. 142.

## II. ANALOGIE ET FORMULATION DES LOIS EXPÉRIMENTALES

Comme nous avons pu le constater plus haut, d'un point de vue purement scientifique, les procédés analogiques s'appliquent d'abord dans la représentation des phénomènes sous forme de lois expérimentales. L'analogie fait donc partie des procédés qui guident le savant dans les premiers temps de la recherche scientifique. Pour le montrer, Duhem se réfère à la chimie moderne. L'analogie a servi la chimie, surtout quand celle-ci était à la recherche d'un langage. Il souligne que les chimistes du XVIII<sup>e</sup> siècle ont eu le mérite de montrer que les combinaisons chimiques n'étaient pas « entièrement indépendantes les unes des autres »<sup>33</sup> et que le rapprochement des phénomènes permettait d'avancer dans la recherche des représentations théoriques. Le rangement des corps simples, la détermination des nombres proportionnels et de la notation chimique, constituent autant de réalisations qui n'auraient certainement pas été telles que nous les connaissons aujourd'hui sans le concours de l'analogie. Concernant la détermination des nombres proportionnels, par exemple, il a été clairement établi que les nombres proportionnels des corps simples devraient être choisis de telle manière que les « composés chimiques analogues soient représentés par des formules analogues »<sup>34</sup>. Comme pour mieux illustrer sa position, Duhem considère un cas qui est assez éclairant. On sait que l'acide sulfhydrique est analogue à l'eau, c'est-à-dire que l'hydrogène en se combinant au soufre donne un composé analogue à la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène. Or, il est question de déterminer le nombre proportionnel du soufre en vue de dégager la formule chimique de l'acide sulfhydrique. Le problème réside dans le fait que, l'hydrogène ayant pour nombre proportionnel 1, on peut choisir pour le soufre l'un des nombres suivants : 8, 16, 32, 42, 64, etc., dont l'attribution correspondra respectivement aux formules suivantes pour l'acide sulfhydrique :  $\text{HS}^2$ ,  $\text{HS}$ ,  $\text{H}^2\text{S}$ ,  $\text{H}^3\text{S}$ ,  $\text{H}^4\text{S}$ , etc. La question qui se pose au chimiste est de savoir comment choisir entre ces nombres sans céder à l'arbitraire. Autrement dit, comment choisir entre cette multitude de nombres de telle façon que la formule chimique corresponde à la vraie affinité entre le soufre et l'hydrogène ? C'est à ce niveau précis que le savant fait appel au critère d'analogie chimique. Connaissant la formule chimique de l'eau ( $\text{H}^2\text{O}$ ) et sachant qu'il y a analogie entre l'eau et l'acide sulfhydrique, on attribuera à ce dernier la formule  $\text{H}^3\text{S}$ , ce qui autorise, par voie d'induction, à attribuer le nombre proportionnel 32 au soufre. Cette procédure comporte quelques tâtonnements, certes ! mais elle n'est pas exempte de rigueur, surtout dans la considération des proportionnalités entre les différents corps étudiés. L'analogie permet ainsi, sur la base du rapprochement entre deux phénomènes, de déduire la représentation théorique de l'un en se fondant sur celle de l'autre déjà connue et, ceci, dans le respect du rapport de proportionnalité entre les entités mathématiques de corps ou phénomènes concernés. L'intérêt d'un tel procédé est de conclure finalement à l'appartenance à une même classe et de comprendre progressivement les différentes structures qu'on peut établir entre les différents objets de classes, d'une part, et entre les différentes classes, d'autre part.

Ce bref exposé du *Mixte et de la combinaison chimique* pourrait suffire, à lui seul, à saisir l'importance de l'analogie dans les premières opérations du savant. Cependant, les rapprochements analogiques dans la connaissance des phénomènes se heurtent à un obstacle d'importance majeure. Il s'agit de savoir si les rapprochements analogiques ainsi établis correspondent à une analogie de nature. Comment reconnaître que les caractères analogues ne sont pas simplement formels, mais qu'ils traduisent une analogie de nature entre les phénomènes ? Cette question est cruciale car, si la classification ne se veut pas simplement rationnelle ou formelle mais aussi naturelle, selon l'indéfectible souhait de Duhem<sup>35</sup>, c'est-à-

<sup>33</sup> P. DUHEM, *Le mixte et la combinaison chimique*, p. 67.

<sup>34</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 73.

<sup>35</sup> P. DUHEM, *L'école anglaise et les théories physiques*, pp. 369-370 ; P. DUHEM, *La théorie physique*, pp. 32.

dire si elle prend en compte tous les caractères des phénomènes, il faut que les caractères de base des rapprochements analogiques correspondent à des analogies existant réellement entre ces phénomènes. La représentation et la classification ne permettent pas simplement une économie de la pensée, elles doivent permettre de rendre compte des réalités naturelles. Certes, pour éviter tout rapprochement arbitraire, les savants peuvent faire appel à des conventions<sup>36</sup>. Mais le consensus entre les savants peut-il être considéré, de façon absolue, comme un critère de vérité dans la connaissance des phénomènes ? Autrement dit, l'intersubjectivité suffit-elle, dans ce cas précis, à rendre compte de l'objectivité des rapprochements analogiques ? A la vérité, il ne semble pas assuré que les conventions puissent déterminer la « réalité » des rapprochements analogiques. Ici réside toute la difficulté à induire la représentation mathématique d'un phénomène sur le simple rapprochement de ce phénomène d'une autre réalité dont l'expression formelle est déjà acquise. Si la proportionnalité impose la rigueur logique dans la représentation abstraite, en revanche, son application stricte aux phénomènes du monde n'est pas aussi évidente qu'on pourrait le croire. Les expressions formelles ne traduisent pas *ipso facto* les structures profondes des phénomènes. Il y a là une difficulté à la fois scientifique et épistémologique, à laquelle on peut regretter que Duhem n'ait pas suffisamment porté son attention.

Cette difficulté évoque, au fond, une autre plus cruciale qui touche directement le problème de la nature même de l'analogie. Vraisemblablement, Duhem a été plus sensible à celle-là. Il s'agit de savoir si on peut fonder l'analogie entre des phénomènes naturels sur des objets strictement mathématiques et logiques. Duhem reconnaît, en effet, que même s'il se fonde sur une convention, le savant ne garantit pas pour autant l'absence de doute et d'ambiguïté dans le choix des caractères analogues. La mise en place d'un critère conventionnel n'implique pas nécessairement l'accord des savants et de la totalité des savants. La nécessité d'un tel accord serait envisageable s'il y avait au départ une définition elle-même nécessaire de l'analogie. Les conventions en géométrie ou en arithmétique, on le sait, se fondent sur des postulats ou axiomes considérés comme nécessairement vrais. Dans les sciences formelles, donc, les conventions sont obtenues sur la base de démonstrations et celles-ci ont pour point de départ des axiomes et postulats. Or, il en va autrement dans les sciences de la nature, où le savant est confronté aux faits d'expérience. La similitude entre les objets de la nature n'est ni stricte, ni mathématiquement évidente. L'absence d'une évidence mathématique enlève à l'application de l'analogie toute sa rigueur. Duhem ne manque pas de le reconnaître :

« Au contraire, mis en présence de deux chimistes dont l'un affirme l'analogie de deux corps et dont l'autre la nie, je n'ai pas le droit de dire à l'un : ce que vous dites est certain, et à l'autre : ce que vous soutenez est absurde. Mon jugement sur le différend qui les partage ne peut pas être raisonnablement formulé en termes aussi rigoureux. Je puis seulement dire à l'un : j'approuve votre opinion ; à l'autre ; je ne suis pas de votre sentiment »<sup>37</sup>.

Ce que Duhem affirme ici des chimistes est tout aussi avéré dans le cadre des autres sciences, telles que la physique, la zoologie, etc. Face à deux entomologistes, par exemple, dont l'un rapproche les insectes selon la couleur de leurs trompes et l'autre selon la densité de leurs thorax, on ne peut dire à l'un qu'il est dans le vrai et au second qu'il fait erreur. On est plutôt plus ou moins séduit par la pratique de l'un ou de l'autre. On peut en déduire que, selon Duhem, dans les sciences formelles, le savant combine les abstractions qui sont elles-mêmes

<sup>36</sup> Duhem rappelle à ce titre la convention de Laurent : « lorsque deux corps simples peuvent, en s'unissant à un même troisième corps, donner naissance à deux composés analogues entre eux, si l'on a fixé le nombre proportionnel de l'un de ces corps simples, le nombre proportionnel de l'autre se trouve, par là même, fixé sans ambiguïté », P. DUHEM, *Le mixte et la combinaison chimique*, p. 74.

<sup>37</sup> P. DUHEM, *Le mixte et la combinaison chimique*, p. 75.



considérées comme des êtres. D'ailleurs, Duhem parle des « êtres de raison »<sup>38</sup>, et on emploie généralement l'expression « êtres mathématiques » pour désigner justement l'ensemble des abstractions en vigueur dans les sciences pures. Lorsque le géomètre affirme que, d'un point pris hors d'une droite, on ne peut tracer qu'une et une seule droite parallèle à la première, il sait bien de quoi il parle. On a défini au préalable l'idée de droite, de même que celle de parallélisme. Il sait qu'il se situe du point de vue de l'espace euclidien. Notre géomètre peut donc mener toutes les démonstrations possibles en étant sûr de rallier les voix de tous les géomètres. Cependant, au niveau des sciences dures et plus particulièrement en chimie, le savant fait face à un double enjeu, celui de la nomination et celui de la classification. L'analogie permet de nommer des corps simples et des combinaisons. Or, le nom n'est pas une abstraction-modèle, au sens kantien du terme, c'est une abstraction tirée de la réalité, ou encore une généralisation intuitive qui échappe *a priori* à toute tentative de définition. C'est en ce sens que Duhem peut s'autoriser la conclusion suivante :

« Mais, tirées de l'observation des corps concrets et particuliers par une généralisation intuitive, ces abstractions ne peuvent être définies. On ne peut pas plus définir *more geometrico* ce qu'on entend par eau ou acide sulfhydrique que ce qu'on entend par cheval ou par grenouille. Ces notions sont susceptibles de *description*, mais non de *définition* »<sup>39</sup>.

Ce passage montre qu'il faut établir une différence entre la description et la définition. On ne peut pas définir des objets concrets par le moyen de l'analogie, pas plus qu'on ne peut définir l'analogie elle-même. Si on peut décrire une grenouille, peut-on la définir ? On peut énumérer certains de ses traits physiques, dégager certaines de ses propriétés par rapport à sa morphologie, à son anatomie, etc. Mais, le savant, est-il capable de dégager les propriétés ultimes d'une grenouille ?

Cet aperçu signale la difficulté de la représentation des phénomènes, en particulier, et de la pratique scientifique, en général, sans l'aide d'une théorie préalablement admise. Sans définition, et avec une notion qui est elle-même indéfinissable, comment le savant pourrait-il convaincre sur le caractère nécessaire des résultats de ses investigations, s'il est vrai qu'il n'y a de science que du nécessaire ?

Duhem ne nie pas l'importance de la méthode expérimentale dans les rapprochements analogiques. Elle est seulement, selon lui, une première étape qui doit être dépassée si l'on veut que la théorie, dans son état achevé, reflète les rapports naturels qui existent entre les phénomènes eux-mêmes, au sens où les rapprochements analogiques doivent prendre en compte les affinités qui existent entre les objets du divers phénoménal. Or, la maîtrise des affinités naturelles est loin d'être acquise, du moins au stade de l'observation empirique et de la représentation des lois d'expérience. Pour cette raison, Duhem va progressivement accorder son crédit à la déduction théorique qu'il considère comme l'étape par excellence de l'épanouissement des mathématiques. Cette option lui permet de montrer, rétrospectivement, la dimension théorique de la méthode représentative dans la conception et la construction d'une théorie physique. En structurant les lois dans de grands ensembles théoriques, on comprend mieux, par voie de déduction, les faits particuliers ; l'homme de science est alors en mesure de corriger les erreurs commises dans l'appréciation ou la représentation des phénomènes particuliers, et c'est de cette façon que la procédure de théorisation scientifique devient plus efficace et opératoire. Duhem va donc essayer de montrer que l'efficacité des procédés analogiques devient plus perceptible dans la dernière étape de l'investigation scientifique, c'est-à-dire au niveau de la structuration théorique.

---

<sup>38</sup> P. DUHEM, *Idem*.

<sup>39</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, pp. 75-76.

### III. DE L'ANALOGIE DANS LA STRUCTURATION THÉORIQUE

Les propositions formulées dans les sections précédentes tendent à indiquer que la déduction mathématique est en mesure de rendre compte des phénomènes particuliers que la représentation expérimentale n'a pas pu investir de façon suffisante par voie inductive. Comment peut-on rendre compte d'une telle affirmation, et en quoi une telle position permet-elle de mettre en exergue l'importance des mathématiques dans les procédés analogiques en science ? L'homme de science tâtonne au départ, lorsqu'il est amené à rechercher les similitudes entre les phénomènes. Mais l'établissement des similitudes analogiques entre les différentes lois permet de mieux comprendre le fonctionnement des objets particuliers. Par le fait même, de corriger certaines erreurs commises dans les rapprochements analogiques effectués entre les phénomènes. Sans s'exonérer de la difficulté du rapprochement entre les corps chimiques ou les phénomènes physiques, l'épistémologie duhémienne insiste sur la valeur de l'analogie dans la classification, c'est-à-dire au niveau de la structuration théorique. A ce stade ultime de l'investigation scientifique, l'analogie s'applique entre des catégories de phénomènes déjà représentés sous forme de lois. Là-dessus, il est intéressant d'évoquer la différence d'analyse entre le texte du *Mixte* et celui de *La théorie physique*. *Le Mixte*, qui est au fond un ouvrage traitant de concepts chimiques, explore la méthode inductive en vigueur dans la représentation des corps dits « simples ». L'usage que Duhem fait de l'analogie dans ce texte reste donc limité aux mécanismes de conception des formules chimiques qui passe par la nomination et la classification des éléments chimiques. Le discours épistémologique de Duhem dans *La théorie physique* défend la théorie au sens épistémologique du terme, c'est-à-dire la structuration mathématique des lois expérimentales. Comme clairement indiqué dans l'intitulé, ce texte traite davantage de la structure interne de la « théorie » parvenue à maturité, et donc de la dernière étape de l'investigation théorique. L'analyse que Duhem y fait de la théorie physique permet de constater que, tout en reconnaissant la part que représentent les procédés inductifs dans la construction des lois expérimentales, la déduction théorique reste une méthode de prédilection pour lui et ce, pour une raison fondamentale : elle bénéficie davantage de l'épanouissement des mathématiques. En tant que système organisé, toute théorie scientifique se fonde essentiellement sur la méthode hypothético-déductive. Nombreuses sont, en effet, les théories qui ont été découvertes en marge d'expériences particulières. Dans *La théorie physique*, Duhem prend soin de distinguer la science expérimentale de la science théorique. Et c'est dans cette perspective que notre épistémologue peut souligner que l'analogie n'acquiert sa force et son caractère heuristique qu'au stade de la théorisation. Les similitudes analogiques n'acquièrent de véritable sens que dans le domaine de l'abstraction, car c'est surtout à ce niveau qu'intervient le caractère mathématique de l'analogie, avec plus de netteté et d'efficacité.

La science expérimentale regroupe et classe les faits particuliers, elle établit des lois d'expérience. Les rapprochements analogiques qu'on y effectue permettent de représenter et de classer les phénomènes particuliers. Même s'il reconnaît l'importance de cette étape de la connaissance, Duhem se garde de surdéterminer sa valeur épistémique. Elle permet une économie de la pensée certes, mais elle ne donne pas au savant une vision claire et précise de l'ensemble des phénomènes étudiés. D'ailleurs, même si le savant devait se « contenter » de l'économie de la pensée que la théorie rend possible, Duhem souligne que le rangement dans de grandes classes théoriques *redouble*<sup>40</sup> l'économie de la pensée que permettait déjà la loi expérimentale. Les rapprochements analogiques, que le savant y effectue dans la sphère de la science expérimentale, sont « bien souvent » fondés sur des caractères accidentels « des analogies toutes superficielles »<sup>41</sup>. Or, il en va tout autrement lorsqu'il s'agit d'appliquer la

<sup>40</sup> P. DUHEM, *La théorie physique*, p. 28.

<sup>41</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 30.

démarche analogique dans le rapprochement des lois elles-mêmes. Parvenu à ce niveau de son investigation, le théoricien procède par voie déductive, en se laissant instruire par les principes mathématiques. Concrètement, ce n'est plus l'observation ou la constatation de quelque ressemblance ou divergence qui va fonder l'analogie, ce sont plutôt les principes théoriques ou des invariants mathématiques qui vont désormais fonder le rapprochement des faits particuliers et leur regroupement en classes. La différence de degré que Duhem établit entre ces deux ordres de connaissance apparaît avec netteté :

« La théorie au contraire, en développant les ramifications nombreuses du raisonnement déductif qui relie les principes aux lois expérimentales, établit, parmi celles-ci, un ordre et une classification ; il en est qu'elle réunit, étroitement serrées dans un même groupe ; il en est qu'elle sépare les unes des autres et qu'elle place en deux groupes extrêmement éloignés »<sup>42</sup>.

L'analogie intervient dans ce travail de réunion et de séparation, de division et de rassemblement. Les représentations abstraites que constituent les lois d'expérience sont rangées en systèmes théoriques. L'analogie permet alors de rapprocher non pas des phénomènes particuliers, mais des catégories de phénomènes, soigneusement marquées par des invariants abstraites :

« Le physicien qui cherche à réunir et à classer dans une théorie abstraite les lois d'une certaine catégorie de phénomènes, se laisse très souvent guider par l'analogie qu'il entrevoit entre ces phénomènes et les phénomènes d'une autre catégorie ; si ces derniers se trouvent déjà ordonnés et organisés en une théorie satisfaisante, le physicien essaiera de grouper les premiers dans un système de même type et de même forme »<sup>43</sup>.

Dans la phase de théorisation, l'homme de science s'intéresse davantage aux correspondances qui existent entre les équations et principes algébriques, de sorte que, même deux catégories de phénomènes, qui présentent des caractères manifestement divergents à l'observation, peuvent être rapprochées, si les systèmes équationnels qui relient les lois expérimentales de chacun des deux genres présentent des similitudes. En termes clairs, deux catégories de phénomènes hétérogènes peuvent être classées dans un même ensemble théorique sur la base d'un même système équationnel. Les caractères particuliers, palimpsestes, s'effacent pour faire place à la correspondance de faits généraux dont les équations mathématiques ou algébriques constituent le critère de rapprochement et de séparation. Mais il faut se garder d'en déduire que l'analogie théorique néglige les caractères des individus. Duhem est conscient que la correspondance entre les phénomènes et les constructions théoriques est le seul critère d'acceptabilité d'une théorie scientifique, et il est pertinemment convaincu que « la science se crée et se développe »<sup>44</sup> en se confrontant aux expériences d'épreuve. Seulement, il est plus que convaincu que l'avancement de la science exige de la part de la théorie qu'elle devance l'expérience<sup>45</sup>, car il y va de l'intégration des phénomènes nouveaux. En effet, de par son envergure, la théorie laisse des cases libres pour les phénomènes nouveaux, et elle s'octroie, pour ainsi dire, le droit de démentir les phénomènes déjà existants si ces derniers venaient à ne pas correspondre au système théorique global<sup>46</sup>. Duhem se l'illustre en notant que c'est ainsi que, dans le domaine de la

---

<sup>42</sup> P. DUHEM, *Idem*.

<sup>43</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 140.

<sup>44</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 279.

<sup>45</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 36.

<sup>46</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 38.

chimie, « la moderne notation chimique, en s'aidant des formules développées établit une classification où se rangent les divers composés »<sup>47</sup>.

Parmi les exemples que Duhem emprunte à l'histoire des sciences pour illustrer son argumentation, un retiendra particulièrement l'attention : l'analogie entre l'idée du corps chaud et celle du corps électrisé<sup>48</sup>. On rencontre des corps considérés comme bons conducteurs de chaleur dont le système de fonctionnement maintient stationnaires les températures internes, et des corps dits bons conducteurs d'électricité à l'intérieur desquels on obtient des températures stationnaires. Ces deux genres de corps sont hétérogènes, et par le fait même, les lois d'observation « qui régissent la distribution des températures stationnaires » dans le premier groupe sont différentes de celles qui « fixent l'état d'équilibre électrique »<sup>49</sup>. Or, les équations algébriques qui permettent de classer ces lois dans leurs genres théoriques respectifs sont identiques. Il s'établit alors et mathématiquement une analogie théorique là où la généralisation inductive avait remarqué une séparation :

« Alors, bien que ces deux théories soient essentiellement hétérogènes par la nature des lois qu'elles coordonnent, l'algèbre établit entre elles une exacte correspondance ; toute proposition de l'une des théories a son homologue dans l'autre ; tout problème résolu dans la première pose et résout un problème semblable dans la seconde »<sup>50</sup>.

Et qui plus est, l'auteur de *La théorie physique* s'est rendu compte que l'apparition de phénomènes non prévus par les lois expérimentales est chose fréquente dans l'investigation du savant. Or, une fois la loi expérimentale constituée, l'introduction de tout phénomène non prévu par la loi pose problème. En effet, le savant doit rendre compte du fait nouveau en l'intégrant d'abord à une loi expérimentale, ensuite, par voie de déduction, à une structure théorique. Or, pour Duhem, la capacité de réaction et d'intuition que peut avoir un scientifique dans la résolution d'un problème à l'intérieur d'un ensemble théorique n'est jamais identique à celle qu'il pourrait avoir face à un autre groupe théorique. L'intuition peut inspirer la solution face à un groupe, alors qu'elle ne saurait le permettre devant un autre ensemble théorique : le fait de se confronter à des problèmes expérimentaux et de les résoudre à l'intérieur d'un ensemble théorique  $T_1$  permet *ipso facto* au savant de revoir les pièces théoriques du groupe  $T_2$ <sup>51</sup>. Les équations algébriques étant analogues, le savant peut ainsi perfectionner progressivement son système de classification. L'analogie permet donc à la fois de résoudre les problèmes d'expériences inattendues et de prévoir des phénomènes non prévus par la loi<sup>52</sup>, ce qui constitue incontestablement un facteur de progrès. L'interchangeabilité théorique a donc un impact positif dans la compréhension des faits connus et la découverte de faits inédits. Une page plus loin, le propos de Duhem devient plus précis :

« Or, une telle correspondance algébrique entre deux théories, une telle illustration de l'une par l'autre est une chose infiniment précieuse ; (...) elle comporte une notable économie intellectuelle, puisqu'elle permet de transporter d'emblée à l'une des théories tout l'appareillage algébrique construit pour l'autre »<sup>53</sup>.

Dans cet extrait, Duhem apporte une précision d'importance majeure. Connaissant les équations algébriques qui assurent la cohérence et l'efficacité de la première théorie, il n'est pour obtenir les mêmes résultats dans la seconde que de transposer ces équations algébriques.

---

<sup>47</sup> P. DUHEM, *Idem*.

<sup>48</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, pp. 141-142.

<sup>49</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 142.

<sup>50</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 141.

<sup>51</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 142.

<sup>52</sup> P. DUHEM, *Op. cit.*, p. 142.

<sup>53</sup> P. DUHEM, *Idem*.

Sans surdéterminer la part de l'analogie, ce propos est suffisant pour spécifier l'analogie comme un instrument opératoire qui contribue à retenir le fonctionnement de plusieurs systèmes théoriques, par simple connaissance de l'un d'entre eux, et à effectuer plusieurs distributions de lois expérimentales au moyen de systèmes équationnels identiques. Cette illustration mutuelle de deux théories constitue en soi un procédé heuristique au sens où, elle permet de prévoir des expériences qui, la plupart du temps, ne feront leur apparition que plus tard dans l'évolution de la théorie concernée. C'est dans ce sens que Duhem se permet, Dans la Théorie physique, de considérer l'analogie de façon plus rigoureuse en la considérant comme une méthode qui consiste à « rapprocher l'un et l'autre deux systèmes abstraits, soit que l'un d'eux, déjà connu, serve à deviner la forme de l'autre, qu'on ne connaît point encore ; soit que, formulés tous deux, ils s'éclairent l'un l'autre »<sup>54</sup>. La méthode analogique apporte aussi un gain en termes de sûreté. Concrètement, l'analogie offre des garanties d'efficacité et de crédibilité par rapport aux résultats de l'investigation. Si deux systèmes théoriques  $T_1$  et  $T_2$  sont analogues, le savant est sûr que tous les résultats acquis dans l'un le seront aussi dans l'autre. Et, comme il est précisé dans le second volume des *Origines de la Statique*<sup>55</sup>, cette certitude tient dans la valeur de la structure interne de l'appareillage mathématique en vigueur dans les procédés analogiques. Autrement dit, l'assurance qu'offre l'analogie réside dans la possibilité dont dispose le savant de transposer logiquement l'efficacité du système mathématique de la classe théorique  $T_1$  dans l'ensemble théorique  $T_2$ . La méthode analogique accomplit de cette façon le vœu le plus cher à tout praticien et à tout théoricien de la science. Elle bouscule les frontières de la pensée et de l'expérience, et elle permet au savant de postuler l'inconnu sur la base du connu et de sonder les rapports naturels des phénomènes sur la base des rapports artificiels que sont les lois et les théories.

## En guise de conclusion

L'examen de la notion d'analogie permet, si peut que ce soit, de comprendre un des aspects des convictions méthodologiques de l'épistémologie duhémienne. Mathématicien et physicien, homme de laboratoire, Duhem essaye de montrer comment la physique théorique pourrait tirer bénéfice de méthodes qui ont fait leurs preuves dans des sciences plus expérimentales, et donc moins théoriques, telles que la zoologie et la botanique. Le parcours mené dans les sections précédentes permet de constater que moins la science dans laquelle l'analogie est employée est empirique, plus sont féconds les procédés analogiques, en termes de corroborations expérimentales et de prédictibilité théorique. Dans l'ordre de l'expérimentation, l'analogie qui compare des faits particuliers et isolés ne peut pas être appliquée avec une rigueur logique soutenue. Bien souvent, les analogies qu'on établit entre les lois sur la base des phénomènes particuliers peuvent être plutôt artificielles. C'est le cas par exemple de Newton qui a rapproché les lois de la dispersion de la lumière qui traverse un prisme de celles des teintes dont se pare une bulle de savon « simplement parce que des couleurs éclatantes signalent aux yeux ces deux sortes de phénomènes »<sup>56</sup>. Le signalement aux yeux ne constitue pas un élément crédible capable de fonder l'application analogique de façon absolue. En derrière analyse, on peut se permettre d'affirmer que, chez Duhem, l'efficacité expérimentale et théorique de l'analogie est proportionnelle au degré de mathématisation de son domaine d'application.

## Bibliographie

<sup>54</sup> P. DUHEM, *La théorie physique*, pp. 142-143.

<sup>55</sup> P. DUHEM, *Les origines de la statique*, p. 272.

<sup>56</sup> P. DUHEM, *La Théorie physique*, p. 30.

1. ARISTOTE, *De l'Âme* / traduction nouvelle et notes par J. TRICOT, Paris, J. Vrin, 1934, XII, 237 p., (Bibliothèque des textes philosophiques).
2. ———, *Éthique à Nicomaque* / traduction, présentation, notes et bibliographie par Richard Bodeüs, [Paris] : Flammarion, 2004, 560 p., (GF ; 947).
3. BORELLA (Jean), *Penser l'analogie*, Genève : Ad Solem, 2000, 221 p.
4. CHAZAL (Gérard), *Le miroir automate : introduction à une philosophie de l'informatique*, Seyssel : Champ Vallon, 1995, 252 p., (Collection milieux).
5. COHEN-TANNOUDJI (G.), *La notion de modèle en physique théorique*, dans *Enquête sur le concept de modèle* / sous la direction de P. NOUVEL, Paris, Presses universitaires de France, 2002, pp. 29-42.
6. DUHEM (Pierre), *L'aube du savoir : épitomé du «Système du monde»* / textes établis et présentés par Anastasios BRENNER, Paris : Hermann éditeurs des sciences et des arts, 1997, LX, 612 p., (Histoire de la pensée).
7. ———, *L'école anglaise et les théories physiques : à propos d'un livre récent de W. Thomson*, in *Revue des questions scientifiques*, 17<sup>e</sup> année, t. XXXIV (2<sup>e</sup> série, t. IV), octobre 1893, pp. 345-378.
8. ———, *La théorie physique : son objet, sa structure*, 2<sup>e</sup> édition revue et augmentée / reproduction fac-similé avec avant-propos, index et bibliographie par Paul BROUZENG, Paris : Librairie philosophique J. Vrin, 1981, XVI, 524 p., (L'histoire des sciences : textes et études).
9. ———, *Le mixte et la combinaison chimique : essai sur l'évolution d'une idée* / texte revu par Isabelle STENGERS, [Paris] : Librairie Arthème Fayard, 1985, 187 p., (Corpus des œuvres de philosophie en langue française).
10. ———, *Le système du monde : histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, tome 1, Paris : Hermann, 1913, 512 p.
11. ———, *Les origines de la statique : les sources des théories physiques*, tome 2, Paris : Éditions Jacques Gabay, 2006, VIII, 364 p., (Plus de lumière).
12. ———, *Quelques réflexions au sujet des théories physiques*, in *Revue des questions scientifiques*, 16<sup>e</sup> année, t. XXXI (2<sup>e</sup> série, t. I), janvier 1892, pp. 139-177.
13. MACH (Ernst), *La connaissance et l'erreur* / traduit sur la dernière édition allemande par Marcel DUFOUR, Paris : E. Flammarion, 1908, 392 p., (Bibliothèque de philosophie scientifique).
14. NADEAU (Robert), *Vocabulaire technique et analytique de l'épistémologie*, Paris : Presses universitaires de France, 1999, XXXII, 863 p., (Premier cycle).
15. PLATON, *Œuvres complètes*, tome II / traduction et notes par Léon ROBIN, Paris, Pléiade, 1950.