



HAL
open science

Le problème de la démarcation : Gaston Bachelard entre Carnap, Popper et Kuhn.

Quentin Serot

► **To cite this version:**

Quentin Serot. Le problème de la démarcation : Gaston Bachelard entre Carnap, Popper et Kuhn..
Revue des questions scientifiques, 2023. hal-04401452

HAL Id: hal-04401452

<https://hal.parisnanterre.fr/hal-04401452>

Submitted on 17 Jan 2024

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.

Le problème de la démarcation

Gaston Bachelard entre Carnap, Popper et Kuhn

QUENTIN SEROT

Doctorant et enseignant contractuel en philosophie
Membre de l'Institut de recherches philosophiques (EA373)
Université Paris Nanterre
q.serot@parisnanterre.fr

RÉSUMÉ. – Comment distinguer la science de la non-science ? Comment accorder un droit au discours scientifique, si comme les autres types de discours, il est relatif à une société, à une époque, à une culture ? Ce problème oppose traditionnellement une épistémologie « normative » (cercle de Vienne, Popper...), qui cherche à fonder la spécificité du discours scientifique par rapport au discours non scientifique, à une épistémologie « relativiste » (Kuhn, Feyerabend...) qui, à l'inverse, cherche à brouiller la ligne de démarcation entre science et non-science. Nous montrerons que ce problème est indissociablement lié à l'épineuse question du statut de l'observation scientifique et qu'une réflexion précise autour de ce statut permet de dépasser cette opposition trop radicale entre ces deux conceptions. Le concept bachelardien de phénoménotechnique nous servira à concevoir le propre de l'observation dans la science physique contemporaine, ce qui nous permettra de développer une sorte de voie médiane, entre les deux branches de l'alternative précédemment citées, dont l'intérêt sera de tenir ensemble une réflexion quant à la dimension historique et construite du travail scientifique et une réflexion quant à son caractère spécifique, rationnel et digne d'autorité.

ABSTRACT. – How do we make a distinction between science and non-science? How do we grant any rights to scientific discourse if, like other types of discourse, it is relative to a certain society, era or culture? This issue traditionally sets 'normative' epistemology (The Vienna Circle, Popper, etc.), which seeks to establish the specificity of scientific discourse as it relates to non-scientific discourse, against 'relativist' epistemology (Kuhn, Feyerabend, etc.) that, con-

Licence : CC BY-NC-ND 2.0 BE

Diffusion autorisée — Pas de modification — Pas d'utilisation commerciale

versely, endeavours to blur the line between science and non-science. We will demonstrate that this issue is intrinsically linked to the thorny question of the status of scientific observation, and that an in-depth look at this status makes it possible to overcome the radical contrast between these two concepts. The Bachelardian concept of 'phenomenotechnique' will serve to assist us in developing a characteristic observation of contemporary physical science, which will allow us to establish a sort of middle ground between the two aforementioned alternatives. The goal of this exercise is to sustain a line of thought as concerns the historical and constructed dimension of scientific work, and as concerns its specific, rational and authoritative character.

MOTS CLÉS. – Épistémologie historique — Logique — Métaphysique — Philosophie de la physique — Science et non-science

Plan de l'article

1. Le problème de la démarcation
2. Bachelard et le Cercle de Vienne : de la norme logique à l'épistémologie historique
 - 2.1. Démarcation et observation : la conception normative de l'activité scientifique
 - 2.2. Science et non-science : une distinction logique ?
 - 2.3. Le vérificationnisme : une méthode qui spécifie l'entreprise scientifique ?
3. Bachelard et Kuhn : de l'histoire des sciences au progrès de l'esprit scientifique
 - 3.1. Démarcation, observation, interprétation : le relativisme américain
 - 3.2. Le « comme si » et le « pourquoi pas »
 - 3.3. La réalisation du rationnel et le réalisme de la relation
4. Conclusion

1. Le problème de la démarcation

Peut-on concevoir un critère de distinction entre la science et la non-science ? Hacking (1981, pp. 1-2), dans l'introduction de son recueil *Scientific Revolutions*, nous fait remarquer que ce problème a opposé deux courants philosophiques : un premier, qui se développe dans la première partie du XX^e siècle, qui propose une conception réaliste de l'activité scientifique et qui insiste sur le fait que c'est le rapport à la réalité qui distingue nettement le discours scientifique de celui qui ne l'est pas ; et un second courant, qui se développe dans la seconde partie du XX^e siècle, en réaction au premier, et qui insiste sur le fait que la science doit d'abord être conçue comme un processus historique et symbolique et que la frontière entre science et non-science ne saurait être définitivement tracée sans que l'épistémologue qui la conceptualise n'adhère à une vision dogmatique, c'est-à-dire, à une vision anhistorique de l'activité scientifique¹. Le problème de la démarcation se donne donc classiquement

1. « Longtemps les philosophes ont fait de la science une momie. Lorsqu'ils se décidèrent à déballer le cadavre, leur apparurent les restes d'un processus historique de découverte et

dans l'opposition entre ces deux points de vue : entre un point de vue normatif, celui d'auteurs comme Rudolf Carnap ou comme Karl Popper, qui, tous deux formulent un critère de distinction clair entre un énoncé scientifique et un énoncé non scientifique (métaphysique, idéologique, mythique...); et un point de vue descriptif, celui d'un auteur comme Thomas Kuhn, qui considère que le problème de la démarcation est un faux problème, c'est-à-dire, un problème qui s'énonce dans les termes d'une philosophie rigide qui cherche à définir une fois pour toutes la nature de l'activité scientifique, oblitérant par-là, la dimension nécessairement historique d'une telle activité. La question qui se pose est alors la suivante : comment penser entre ces deux voies, c'est à dire, comment maintenir une réflexion quant à la dimension historique et construite de l'entreprise scientifique et une réflexion quant à son caractère rationnel, spécifique et digne d'autorité ? Comment démarquer le discours scientifique si, comme les autres types de discours, il est relatif à l'histoire humaine, à des processus de culture contingents ?

Nous allons ici essayer de montrer que l'épistémologie bachelardienne peut nous donner les outils pour penser cette sorte de voie médiane, entre une conception « normative » de l'activité scientifique et une conception « relative » de cette même activité. Le philosophe français partageant avec les tenants du cercle Vienne un goût certain pour l'analyse conceptuelle et partageant avec Thomas Kuhn, un sens historique certain, nous proposons de situer l'épistémologie de Gaston Bachelard dans une sorte de point de jonction entre les deux traditions précédemment citées. Il s'agira donc, ici, de comparer le texte de Bachelard aux analyses respectives des tenants du Cercle de Vienne ainsi qu'à celles de Thomas Kuhn. De cette façon, nous verrons comment Bachelard peut récuser le point de vue logique, anhistorique, et dogmatique du positivisme logique (partie 2), ceci sans abandonner le point de vue normatif, qui

de devenir. Ils décrétèrent alors de leur propre chef qu'il y avait crise de la rationalité. Cela se passait au début des années soixante. » Hacking se réfère ici au bouleversement conceptuel qu'introduisit Thomas Kuhn dans le champ de l'épistémologie contemporaine. Ce dernier, en plaçant l'histoire des sciences au cœur de son analyse, viendrait s'en prendre à une « image standard » de la science : image, qui avait été construite par les tenants du cercle de Vienne. Hacking dresse une liste des principaux points sur lesquels s'appuie la critique de Thomas Kuhn. Parmi ces points, on trouve l'unité de la science, la dimension cumulative de la connaissance scientifique et la séparation claire entre la science et les autres formes de croyance. Ainsi, Kuhn et son projet d'une épistémologie historique aurait introduit un certain scepticisme quant à la possibilité de concevoir un critère de démarcation stricte entre science et pseudo-science. À ce propos, Popper disait de la philosophie de Kuhn, qu'elle « conduit à un désastre majeur : celui du remplacement d'un critère rationnel par un critère sociologique » (Popper, 1974, p. 961).

cherche à capturer ce qu'il y a de spécifique, de rationnel et de digne d'autorité dans le déploiement historique de l'esprit scientifique (partie 3).

2. Bachelard et le cercle de Vienne : de la norme logique à l'épistémologie historique

2.1. Démarcation et observation : la conception normative de l'activité scientifique

Qu'aurait opposé Bachelard à la conception viennoise de la démarcation entre science et non-science ? Pour répondre à cette question, il faut commencer par préciser la façon dont les tenants du Cercle de Vienne entendent dégager la spécificité de l'entreprise scientifique. Rappelons ici les deux grands critères de distinction entre science et non-science tels qu'ils nous ont été légués par les philosophes viennois, montrons ce qui les rapproche et confrontons-les au texte de Bachelard. Le premier critère, celui de Carnap, s'énonce de la façon suivante : la possibilité, en principe, de vérifier un énoncé, doit être comprise comme la condition de sa scientificité. Qu'est-ce qui prouve la validité d'un énoncé ? Le philosophe viennois répond à cette question de la façon suivante : « un énoncé scientifique est justifié dans la mesure où il peut être dérivé d'énoncés protocolaires » (Carnap, 1931, p. 149) ceci juste avant de préciser le fait que « les énoncés protocolaires correspondent à des états de chose directement observables ». Ainsi, un énoncé scientifique n'est justifié que lorsqu'il est possible de traduire son sens dans les termes d'un langage protocolaire, ou plus précisément lorsqu'il est possible de le réduire sémantiquement à une conjonction d'énoncés portant sur des observations directes². Le langage protocolaire, parce qu'il est indépendant de tout rapport avec la théorie, n'a pas besoin d'être justifié : son rôle consiste à fonder sémantiquement l'ensemble

2. Il ne s'agit pas ici de restituer avec précision l'évolution de la position de Carnap quant à la question des « énoncés d'observation », ni de restituer l'ensemble des discussions qui ont animé le Cercle de Vienne à propos du statut de ces « énoncés protocolaires ». Ceci aurait mérité un article à part entière : on pourra, à ce sujet, se référer aux articles de Bouveresse (2003) et de Laugier (2002). L'ambition est ici de caractériser une sorte d'orientation générale de la philosophie viennoise pour l'opposer à conception bachelardienne de l'observation. Il nous a semblé que la référence à un état de fait observable est constitutive du projet viennois : dès lors que les philosophes du Cercle de Vienne placent la question du langage au centre de leur projet, la référence à une extériorité réelle, qu'il faudrait traduire dans les termes de ce même langage, est présupposée. C'est à cette ambition descriptive que s'oppose le rationalisme de Bachelard.

de l'édifice scientifique, il vient assurer un contrôle objectif sur des hypothèses librement dégagées et c'est ce qui leur confère le digne statut de connaissance scientifique. L'observation joue donc un rôle fondamental, elle est conçue comme le sol permettant au discours scientifique d'entretenir un rapport de confrontation directe avec la réalité. Elle se donne comme ce qui distingue et légitime le discours scientifique. Rappelons que, pour Karl Popper³, l'observation ne saurait jouer un tel rôle sans que n'apparaisse de véritables contradictions logiques. Ce dernier affirme qu'il est logiquement impossible de déduire les propositions universelles d'une classe finie d'énoncés d'observation ce qui implique le fait que les lois scientifiques ne peuvent pas être vérifiées et, de ce fait, qu'elles devraient être exclues du domaine de scientificité. Pour pallier cette difficulté, Popper propose un critère de distinction entre science et non-science qui respecte les lois de la logique : le critère de falsifiabilité. Ce dernier s'énonce de la façon suivante : pour être scientifique, une hypothèse doit se présenter comme une structure formelle à partir de laquelle on doit pouvoir déduire au moins un énoncé d'observation qui, en principe, permet d'établir la fausseté de cette même hypothèse⁴. Les énoncés observation disposent alors, non pas du pouvoir positif de confirmer l'hypothèse scientifique, mais du pouvoir négatif d'invalider cette même hypothèse : ils en sont les falsificateurs virtuels. Cette logique de la découverte scientifique constitue, pour Popper, l'unité méthodique de la science empirique : elle est l'unique condition, pour une théorie, de se distinguer de l'idéologie et d'acquérir ainsi le noble titre de théorie scientifique.

Quel est le point commun entre ces deux conceptions de la scientificité ? Dans les deux cas, ces philosophies exigent de la théorie scientifique qu'elle soit caractérisable comme une structure formelle, certes librement dégagée par l'esprit du scientifique, mais qui doit pouvoir se rapporter à des énoncés

3. Nous citons ici Popper pour deux raisons. D'abord parce que le philosophe français rattache expressément la philosophie de Popper à celle des tenants du cercle de Vienne. Comme il l'affirme dans la recension de l'ouvrage de Popper, *La logique de la découverte scientifique*, Karl Popper conserve « beaucoup de thèses de l'épistémologie viennoise » (1934, p. 446). Ensuite parce que la confrontation avec Karl Popper nous permettra d'opposer le thème d'une logique interne au discours scientifique, thème poppérien par excellence, à l'étude rationnelle de l'histoire des sciences, thème bachelardien par excellence.

4. « J'entendais tracer une frontière — aussi bien que faire se pouvait — entre les énoncés ou systèmes d'énoncés des sciences empiriques et tous les autres énoncés, que ceux-ci fussent de nature religieuse, métaphysique ou, tout simplement, pseudo-scientifique. Le critère de réfutabilité apporte en effet une solution à ce problème, puisqu'il spécifie que des énoncés ou des systèmes d'énoncés doivent pouvoir entrer en contradiction avec des observations possibles ou imaginables » (Popper, 1985, p. 68).

d'observation. Ce sont donc deux conceptions « normatives » de l'activité scientifique qui ont pour point commun d'accorder une place fondamentale aux énoncés d'observation. Confrontons donc le texte de Bachelard à cette analyse. Deux points seront ici discutés : le rôle fondateur de la logique dans la distinction entre science et non-science (2.2), et l'idée selon laquelle la théorie scientifique est une structure formelle librement dégagée dont le sens viendrait de la confrontation directe avec une base empirique stabilisée (2.3).

2.2. Science et non-science : une distinction logique ?

Pourquoi, selon Bachelard, faut-il préférer l'étude de l'histoire des sciences au projet de dégager la logique propre du discours scientifique ? Pour comprendre cela, commençons par le citer : « On obtiendra alors la logique la plus générale en retranchant tout ce qui fait la spécificité des objets et c'est en cela que la logique générale est finalement, comme l'a si bien dit Ferdinand Gonseth, la physique de l'objet quelconque » (Bachelard, 1966, p. 99). Pour le philosophe français, la logique est toujours dissociée de l'objet scientifique et cette dissociation entre la forme logique du discours et le contenu effectif de la théorie scientifique amène la pensée à verser dans une sorte de formalisme abstrait qui passe outre la dimension constructive de la science en acte. La philosophie viennoise manque le travail acharné de l'esprit scientifique qui s'échine à construire et à reconstruire des formes nouvelles de l'objet scientifique, formes dont l'histoire dessinera, rétrospectivement, une sorte de finalité interne : une trame de nécessité qui échappera toujours aux investigations qui trouvent leur point de départ dans les cadres de la pensée logique. Ces cadres sont trop rigides. Nous pourrions restituer l'argument bachelardien de la façon suivante : les liens qui unissent les propositions logiques et l'objet de la connaissance physique ne sont pas nécessaires mais simplement hypothétiques. Ce qui relie les principes logiques à l'expérience physique ne saurait être conçu à l'image de cette nécessité interne qui traverse et qui travaille l'histoire de la rationalité scientifique, cette nécessité qui fait toute la valeur de même histoire ; bien au contraire, ce qui lie le principe logique à l'objet de la connaissance physique est un simple lien de nécessité externe, un simple lien conventionnel. Par exemple, le principe logique d'identité n'est d'aucune utilité pour appréhender le contenu de la nouvelle physique : en mécanique quantique, les objets peuvent en effet avoir des propriétés contradictoires, des propriétés qui se vérifient dans des types d'expérience nettement opposée. Comme le dit Bachelard : « Dans certains cas, la fonction électronique se résume sous une forme corpusculaire, dans certains cas, la fonction électronique s'entend sous une forme ondu-

toire. » (Bachelard, 1966, p. 105). Aussi, l'état présent du savoir scientifique nous apprend que le principe d'identité est comme frappé de désuétude : il ne pénètre pas véritablement l'expérience physique contemporaine, il ne fait que la surplomber. La logique, prise pour elle-même est donc un formalisme⁵. Ainsi, vouloir distinguer la science de la non-science à partir d'une réflexion qui trouve ses racines dans des considérations logiques, c'est se risquer à tenir un discours général, qui oblitère la dynamique du contenu des concepts scientifiques. Pour illustrer cela, Bachelard, se réfère directement à la déduction de la notion de falsification. Il nous livre le constat suivant : « Une des activités de la science est la recherche de la négation partielle, de la négation fine. Seule la négation fine fait penser. La négation massive du logicien ne sert qu'à discuter » (Bachelard, 1951, p. 112). Popper, en posant le fait que la forme négative de la loi correspond à la structure logique des énoncés scientifiques, ne tient pas une position fautive ou absurde, il tient simplement un discours qui ne permet pas de penser avec suffisamment de précision ce qui fait la spécificité de l'activité scientifique. Pour le philosophe français, ce n'est jamais la raison, doublée de son armature logique qui fonde une discipline comme la physique mathématique, au contraire, si elle est avide de précision, c'est à la raison de se mettre au service de la mathématique, c'est elle de suivre la fine dialectique mathématicienne et d'en dégager ainsi la philosophie implicite, à chaque fois nouvelle, à chaque fois inattendue. L'objet du discours scientifique ne saurait donc être fixé une fois pour toutes : il est historique et son avenir est ouvert, pluriel. Comme le rappelle constamment Bachelard, « la science crée de la philosophie » (Bachelard, 1934, p. 3). La raison philosophique se doit d'entretenir un rapport immanent et dynamique à l'histoire des sciences, sans quoi, cette dernière raison n'est qu'une sorte de fiction métaphysique de philosophe qui discutent, qui utilisent des concepts vagues, non spécifiques, des concepts qui flottent au-dessus de l'histoire des sciences, dans le vague et l'imprécision de tout ce qui est pensé sur fond d'éternité. La science n'est pas distinguable par une structure logiquement figée, au contraire, elle est un processus de création, d'invention et de réinvention constante de son objet. C'est la raison pour laquelle il ne saurait y avoir de fondement logique à l'entreprise scientifique. La science est un savoir sans fondement logique : elle n'est pas un contenu que la

5. On pourrait, avec Jean Leroux (2002, p. 115), s'étonner du fait que Bachelard semble manquer l'essor de la logique contemporaine : « En ce qui concerne la logique, Bachelard aura professé une stricte philosophie du non à l'endroit du "tournant linguistique" en philosophie, sans pour autant se préoccuper du développement de la logique mathématique ni même, à l'époque où il rédige un chapitre sur la "logique non-aristotélicienne", prendre acte des résultats de Gödel datant d'une dizaine d'années. »

logique pourrait encadrer, mais elle se donne bien plutôt comme un trajet, un mouvement que l'esprit doit toujours commencer à recommencer.

Qu'en est-il maintenant du rapport entre théorie et observation ? Comment Bachelard va-t-il récuser la conception viennoise de ce rapport ?

2.3. Le vérificationnisme : une méthode qui spécifie l'entreprise scientifique ?

Comme le remarque Jean Leroux (2002, p. 110), pour Bachelard, le modèle qui consiste à concevoir l'activité scientifique comme un ensemble d'hypothèse librement dégagées, puis confrontées à l'observation immédiate, est un modèle qui correspond à la science classique. Au XVIII^e siècle, les savants pouvaient aisément combiner un conventionnalisme des hypothèses scientifiques et un empirisme de la vérification. L'état de la science le permettait. Pour Galilée ou encore pour Newton, dans la mesure où le problème était celui de la rationalisation d'un réel préexistant, de l'identification de ce qui se donne comme un complexe d'irrationalité : le rapport de contradiction entre la théorie et l'observation était encore possible. L'observation pouvait confirmer ou infirmer l'édifice théorique et il était légitime de concevoir la méthodologie scientifique sur le modèle de la vérification. En 1934, l'observation immédiate n'est plus : « ni un juge, ni même un témoin ; c'est un accusé et c'est un accusé qu'on convainc tôt ou tard de mensonge » (Bachelard, 1970, pp. 15-16). L'observation ne précède plus la théorie : elle n'en est jamais dissociable, mieux elle est toujours un effet de la théorie. Pour Bachelard, la mathématisation du phénomène physique a atteint un tel niveau que ce sont toujours les mathématiques qui se réalisent dans l'expérience, qui la constituent, qui en sont la structure virtuelle, intime. De nos jours, les phénomènes observables ne préexistent plus à l'activité théorique du physicien, la science ne vise plus la description d'une extériorité réelle, une extériorité qu'il faudrait traduire dans le langage mathématique : à l'époque de la microphysique, la science fabrique des phénomènes nouveaux, elle invente des phénomènes inexistantes, elle construit la nouveauté de toute pièce. Ce n'est plus l'époque de la phénoménologie descriptive mais c'est l'époque de la phénoménotechnique productive : l'objet technique contemporain est un dispositif qui crée vraiment le phénomène. Ainsi, la référence à une extériorité réelle qu'un langage d'observation, vierge de toute théorie, viendrait capturer n'a plus aucune pertinence pour rendre compte des avancées de la science contemporaine. L'observation n'a plus rien d'immédiat ni de contraignant : elle porte, de part en part, la marque du théorique. Il est donc vain de se référer à un langage d'observation neutre qui servirait de critère

pour vérifier une théorie : si une observation infirme une théorie, c'est qu'elle est mal conçue. Comme le dit Bachelard, « toute expérience qui est bien pensée est donc une expérience positive, c'est-à-dire, une expérience correctement rationalisée » (Bachelard, 1934, p. 12).

Dans une de ses conférences, Vincent Bontems (2017) remarque toute la contemporanéité de l'analyse bachelardienne des rapports entre observation physique et édifice théorique : pour cela, il se réfère à la détection récente du boson de Higgs. Pour rappel, le boson de Higgs est la manifestation quantique du champ de Higgs : champ dont la particularité théorique est de conférer une masse aux éléments qui interagissent avec lui. Interagir avec ce champ inobservable, c'est acquérir une masse, entrer dans le domaine du visible. Sans masse, l'électron ne pourrait pas interagir avec le proton et l'atome d'hydrogène, le plus simple de tous, ne serait pas possible. L'observation de cette particule est de ce fait nécessaire à l'explication des corps organisés, des atomes, des étoiles, des galaxies et de l'ensemble du mobilier ontologique qui peuple notre univers. « La particule de Dieu », pièce fondamentale du modèle standard des particules, objet hautement théorique et spéculatif est prédit en 1964 par Higgs, Englert et Brout. Et pour le détecter, il a fallu mobiliser un détecteur de particules extraordinairement complexe, le LHC : une machine de près de 14000 tonnes, construite le long d'un tunnel circulaire, dont le diamètre mesure quelques 27 km. Il a ensuite fallu faire entrer en collision des faisceaux de protons, ceci pour recueillir de multiples informations quant à la multiplicité de particules qui apparaissent sous l'effet de la collision et de la libération de l'énergie qui s'en suit. Il a fallu trier l'information recueillie, l'épurer, pour la comparer aux différents modèles statistiques dont nous disposons. Puis, une anomalie statistique apparaît et après de nouvelles vérifications, une nouvelle salve d'épuration de l'information, les scientifiques ont dit « nous avons observé le boson de Higgs ». Il faut remarquer ici que l'observation est entièrement récurrente, elle n'apparaît qu'après le travail de l'esprit mathématicien. Les mathématiques ne sont donc pas un langage qui décrit la réalité, mais bien plutôt une pensée qui induit la réalité à venir : la réalité cachée, tardive.

En plus de cette charge théorique de l'observation, l'époque contemporaine se caractérise aussi par une conception nouvelle de ce que doit être la démarche scientifique. À l'époque des révolutions quantiques et relativistes, contrairement à ce que pensaient les positivistes, le vecteur épistémologique n'est plus celui de la rationalisation du réel, mais il est celui de la réalisation du rationnel : il va de la raison à l'expérience et non pas l'inverse. Cette différence de conceptualisation de la démarche scientifique entre Bachelard et les positivistes est

particulièrement nette à propos de la réception philosophique de la relativité. Les positivistes ambitionnent de rendre raison de la physique nouvelle en s'appuyant sur les rapports nouveaux, qu'instaure cette même physique entre des énoncés observation jusqu'ici inconciliables⁶. Le geste d'Einstein consisterait essentiellement dans la coordination rationnelle d'énoncés d'observations qui semblaient contradictoires. Bachelard leur oppose le fait que le génie d'Einstein consiste précisément à partir d'une réflexion non pas sur la matière de la connaissance, mais bien d'une réflexion portant sur la forme de la connaissance scientifique :

« Si la pensée relativiste naît d'une réflexion, ce n'est plus seulement la matière de la connaissance qui pousse à l'induction, mais l'essor même de la forme qu'on applique à cette matière. C'est sur cette induction formelle que nous devons maintenant attirer l'attention. »
(Bachelard, 1929, p. 40).

Contrairement à la physique du XVIII^e siècle, l'induction n'est plus seulement empirique : elle est avant tout formelle. C'est ce qui fait toute sa valeur de nouveauté. L'opération fondamentale du théoricien relativiste n'est pas celle d'une inférence empirique qui s'appuierait sur un ensemble d'observations pour parvenir à une théorie générale : c'est, bien plutôt, dans un mouvement de généralisation et de coordination des formes entre elles que naît la révolution relativiste. Einstein coordonne, à l'aide de la mathématique tensorielle, l'espace, le temps et la matière : il fabrique un cadre formel complexe où toutes les possibilités d'expérience viennent prendre un sens physique a priori. En relativité, la réflexion quant aux conditions formelles de l'expérience est première ; la vérification expérimentale, quant à elle, n'apparaît que secondairement, elle

6. Citons ici la réception de la physique d'Einstein par Reichenbach. Pour ce dernier, la relativité naît de la contradiction entre deux expériences : celle de Michelson Morley et celle de Fizeau. Le geste d'Einstein consiste à coordonner ces deux expériences contradictoires grâce à de nouvelles définitions de l'espace et du temps et de la matière. « Les deux expériences ne se contredisaient qu'en un sens à savoir que l'on ne pouvait les comprendre au moyen d'une théorie unique. La découverte physique était achevée par l'exécution des expériences, la découverte logique de leur intelligibilité restait seule à faire. Il est vrai que toute théorie est une production intellectuelle car elle tend exclusivement à établir un lien logique entre des faits observés ». (Reichenbach, 1922, p. 7). On voit ici la volonté d'adosser le sens d'une théorie physique à la vérifiabilité expérimentale. À l'inverse, pour Bachelard, la relativité naît d'une réflexion sur l'écriture mathématique elle-même. L'écriture tensorielle, point de départ de la relativité générale, féconde toutes les possibilités d'expérience. Elle est première et l'expérience est seconde : « Cette analyse mathématique livre au mathématicien un phénomène organique où le potentiel et le virtuel peuvent trouver une place et un rôle » (Bachelard, 1929, p. 58).

est essentiellement indirecte, tardive : « L'expérience n'a plus pour rôle que de mesurer nos actes déployés, et les divergences qu'elle peut déceler ne sauraient entamer le cristal de nos gestes, pur et coordonné, livré a priori par notre volonté » (Bachelard, 1929, p. 162). C'est précisément parce qu'Einstein n'est pas parti d'une réflexion quant à la juste manière de cohérer l'ensemble des énoncés d'observation avec lesquels il devait composer mais qu'au contraire il a préféré réfléchir d'abord aux conditions dans lesquelles ces mêmes énoncés doivent trouver leur juste sens physique que sa théorie fut un événement pour la raison. Pour Bachelard, cette inversion einsteinienne des rapports entre théorie et observation est le signe d'une physique révolutionnaire c'est-à-dire d'une physique pleinement rationnelle, sortie de sa dépendance originelle aux contingences de l'expérience. Les positivistes, en confondant le sens physique et la vérification expérimentale ont fait d'Einstein un physicien classique : ils ne sont pas parvenus à rendre compte de la dimension radicalement nouvelle du geste einsteinien. Ils ont manqué tout ce qui fait la valeur rationnelle de cette science émergente ; cette science qui fait de l'observation, un simple effet de la théorie.

La spécificité du discours scientifique ne saurait donc en aucun cas être fondée par l'autorité d'un monde observable, extérieur à la théorie et qui viendrait, miraculeusement, imprimer sa marque distinctive au langage théorique qu'emploient les scientifiques. Alors, comment, si la science n'est plus assurée par aucun fondement qu'il soit logique ou empirique, continuer à vouloir concevoir la spécificité et la valeur de l'entreprise scientifique ? Remarquons que ce thème d'une charge théorique de l'observation, que Bachelard met ici en lumière, est un argument qui est traditionnellement utilisé par les tenants d'une épistémologie plus « relativiste », qui tend à brouiller la frontière entre les différents types de discours. Posons-nous donc la question : si Bachelard accepte l'idée d'une épistémologie historique, comment se distingue-t-il de l'épistémologie d'un auteur comme Thomas Kuhn ? Comment le philosophe français aurait-il surmonté ce que Michael Esfeld⁷ nomme le « défi kuhnien » (Esfeld, 2006, chap. 5), celui de l'incommensurabilité des paradigmes ?

7. Rappelons ici que pour Esfeld, l'œuvre de Kuhn constitue un défi pour toute philosophie qui cherche à montrer la dimension réaliste de la connaissance scientifique. L'incommensurabilité kuhnienne rend en effet impensable toute référence à l'extériorité réelle. La référence étant toujours déjà prise dans les filets du langage et de l'histoire, l'idée d'un progrès de la connaissance scientifique portant de la nature réelle des choses n'a pas de pertinence. Bachelard croit à la possibilité d'un tel progrès. Aussi, il nous a semblé intéressant de reconstruire un dialogue qui, à notre connaissance, n'a pas eu lieu entre Kuhn et Bachelard.

3. Bachelard et Kuhn : de l'histoire des sciences au progrès de l'esprit scientifique

3.1. Démarcation, observation, interprétation : le relativisme américain

Pour répondre à cette question, commençons par préciser les principaux points de l'épistémologie kuhnienne que nous voudrions comparer avec l'épistémologie bachelardienne. Rappelons que pour la sociologie historique de Thomas Kuhn, relativiser la distinction claire entre science et non-science⁸ revient à montrer que l'observation, en science, n'est pas le terme d'une déduction logique, méthodique, mais qu'elle suppose toujours des cadres interprétatifs. Ce dernier affirme en effet que le discours scientifique est analogique avant d'être logique : en régime de science normale, il ne s'agit pas de voir pour confirmer ou bien pour infirmer une théorie, mais il s'agit avant tout de « voir comme », c'est à-dire, de rapporter le phénomène physique à des cadres interprétatifs qui lui préexiste et qui, par une sorte d'effet de résonance, finissent par le définir. Pour Kuhn, les scientifiques voient toujours ce qu'ils ont appris à penser : « Ce qui, avant la révolution, était pour l'homme de science un canard, devient un lapin. Ce qu'il voyait comme l'extérieur d'une boîte, vu d'en haut, lui apparaît comme son intérieur, vu de dessous. » (Kuhn, 1983, p. 188). L'auteur américain affirme en effet que l'étude de l'histoire des sciences ne permet jamais de dégager en ensemble de données empiriques, ou bien des termes théoriques qui valent par-delà les époques, par-delà les paradigmes. Aristote voyait des pierres qui se balancent comme une chute entravée et Galilée les voyait comme un pendule. Et pour Kuhn, on ne peut pas dire qu'ils aient vu la même chose : le terme de « pierre » n'est jamais une référence à une entité réelle, objective, qui vaut de la même façon pour Aristote ou pour Galilée. Dire cela impliquerait l'idée fallacieuse selon laquelle le langage renverrait au monde sur un mode

8. Pour Kuhn, le critère de distinction entre science et non-science est évident lors des périodes de science normale : « S'il existe un critère de démarcation (qui ne doit pas être, je pense, un critère très aigu ni très décisif), il pourrait bien se trouver dans cette partie de la science que Sir Karl néglige (la science normale) » (Kuhn, 1990, p. 364). Lors de ces périodes, les scientifiques sont d'accord quant à la nature de l'activité scientifique : ils sont donc à même de distinguer ce qui est scientifique de ce qui ne l'est pas. Le problème apparaît avec la révolution scientifique : lorsqu'advient un changement de paradigme, ce même critère de distinction change de nature. Il n'y a donc pas de critère anhistorique, logique qui distingue science et non-science. Ceci rend la question de l'objectivité scientifique particulièrement épineuse. Nous pourrions, à ce sujet, consulter l'article de Coelho (2003, p. 449).

référentiel, alors qu'en réalité, il n'y renvoie que sur un mode métaphorique, il n'y renvoie que sur le mode du « comme si ». Pour l'auteur américain, le paradigme dominant génère un réservoir d'analogies admises, des réseaux de similarités qui définissent certains types d'objet, mais il n'est jamais possible de les rapporter à une référence stable, à une référence transhistorique. En l'absence d'une telle référence, il devient donc impossible de fonder un critère rationnel à l'aune duquel comparer les différents paradigmes scientifiques. Les changements d'image du monde se font donc sans support stable, et ce ne sont plus seulement les bonnes raisons, qu'elles soient logiques ou expérimentales, qui expliquent le passage d'un paradigme à l'autre. Le développement scientifique se laisse plutôt décrire par analogie avec l'évolution des espèces vivantes : il est un processus qui s'effectue sans but préalablement fixé, sans orientation vers une vérité scientifique préalablement posée⁹. Ainsi, en l'absence « d'une manière complète, objective et vraie de voir la nature », Kuhn affirme qu'il n'est pas « utile d'imaginer un critère approprié de la réussite scientifique ». Le problème de la démarcation entre science et non-science est donc un faux problème, « un problème agaçant », qui devrait disparaître si les épistémologues se décidaient à « substituer l'évolution à partir-de-ce-que-nous-savons à l'évolution-vers-ce que-nous-désirons-savoir » (Kuhn, 1983, p. 233). Ces derniers, lorsqu'ils cesseront enfin de vouloir définir le but ultime de l'entreprise scientifique, ce qui en réalité, revient à projeter leur désir sur la réalité, parviendront à la conclusion selon laquelle « le progrès scientifique n'est pas, par nature, différent, du progrès dans les autres domaines » (Kuhn, 1983, p. 224).

Qu'aurait opposé le philosophe français aux arguments du philosophe américain ? Comment Bachelard parvient-il à fonder en raison le progrès scientifique ? Pourquoi peut-on dire du progrès scientifique qu'il est spécifique, qu'il se distingue du progrès tel qu'il apparaît dans les autres domaines du savoir ? Pour répondre à cette question, retenons les principaux arguments de Kuhn et opposons-les au texte de Bachelard. Ces arguments sont les suivants : le rapport entre théorie et expérience est pensable sur le mode de la métaphore, du « voir comme », ou du « comme si » (3.2), et les paradigmes sont incommensurables entre eux, ce qui implique l'impossibilité de fonder, en droit, le progrès scientifique (3.3).

9. Dans son article, Soulez (2003, pp. 425-433) remarque le fait que chez Thomas Kuhn, il y a toujours une proximité **entre l'histoire des sciences l'histoire de l'art qui : cette dernière** aussi est souvent décrite comme une histoire qui connaît des périodes séparées par des ruptures révolutionnaires et des concepts comme ceux de style, de goût et de structures institutionnelles compte parmi les outils des historiens. Il devient difficile de penser une spécificité de l'histoire des sciences dans les cadres de la philosophie de Thomas Kuhn.

3.2. Le « comme si » et le « pourquoi pas »

Bachelard aurait sans doute, comme il l'a fait avec le positivisme logique, renvoyé la philosophie du « voir comme », de la « métaphore » à un état suranné de l'histoire des sciences. Comme il l'affirme dans la préface du *Nouvel esprit scientifique*, le rapport entre l'objet et sa description n'est plus pensable, en 1934, sur le modèle du comme si, de la métaphore ou de l'analogie :

« Nous mettrons en évidence une sorte de généralisation polémique qui fait passer la raison du pourquoi au pourquoi pas. Nous ferons place à la paralogie à côté de l'analogie et nous montrerons qu'à l'ancienne philosophie du comme si succède, en philosophie scientifique, la philosophie du pourquoi pas » (Bachelard, 1934, p. 11).

La philosophie du « comme si »¹⁰ pouvait prévaloir au XVIII^e siècle, ceci parce qu'à ce moment de l'histoire des sciences, l'esprit scientifique en restait à une sorte de fascination pour le sens commun, il lui était alors naturel de dresser des réseaux de similarité entre les différents aspects de la nature. Bachelard explique que, fasciné par le sens commun, l'esprit scientifique versait dans le « comme si » parce qu'il était obnubilé par la question « pourquoi ». Pourquoi observe-t-on ce que l'on observe ? Telle était la question à laquelle les scientifiques tentaient de répondre. On cherchait une cause profonde au phénomène empirique. On cherchait la juste représentation de ce qui nous est donné à voir. Et plus la cause était profonde et simple, plus la certitude que c'est

10. Nous assimilons ici le « comme si » de Bachelard et le « voir comme » de Kuhn. Cela ne va pas de soi. Lorsque Bachelard se réfère à la philosophie du comme si, il se réfère à la philosophie de Vaihinger. Cependant, nous pensons, pour plusieurs raisons que cette assimilation n'est pas vaine. Rappelons que pour Vaihinger, le scientifique adopte des fictions (des constructions idéelles), ceci en raison de leur utilité pratique : ces fictions, comme, par exemple, l'idée de « force » ou bien comme le concept « d'atome », ne sont pas vraies, mais simplement utiles. L'usage de ces fictions guide en effet le scientifique lorsqu'il tente d'établir une connaissance empirique, positive, de la réalité. De la même façon, chez Kuhn, la rationalité, en dernière instance, est conçue comme une activité pratique : la science progresse d'abord parce qu'elle résout des énigmes et non parce qu'elle atteindrait la réalité en elle-même. « La notion d'une adéquation entre l'ontologie d'une théorie et sa contrepartie réelle dans la nature me semble par principe une illusion » (Kuhn, 1983, p. 206). Aussi, les termes théoriques qui définissent l'ontologie d'un paradigme, comme les forces ou les atomes ne correspondent pas à la nature réelle des choses : ces termes ont aussi, comme chez Vaihinger, une utilité pratique. Aussi, dans les deux cas, celui de Kuhn ou celui de Vaihinger, les scientifiques utilisent des fictions : ils font « comme si » le mobilier ontologique de leurs théories correspondait à la nature réelle des choses et c'est ce qui leur permet de parvenir à une connaissance pragmatique de la réalité. C'est ce rapport entre théorie et pratique que nous allons ici, avec Bachelard, questionner.

la « bonne cause », la « cause vraie », celle dont on retrouve des traces dans le phénomène, s'imposait à l'esprit du savant. Psychologiquement, cette quête des profondeurs de la nature se doublait d'une sorte de dogmatisme spontané du savant. Par exemple, pour un newtonien, la force de gravité est la cause profonde de la chute de la pomme sur la terre. Tout se passe comme si la terre attirait la pomme, comme si l'entité métaphysique « force » était la cause profonde du phénomène directement observable de la chute de la pomme. Bachelard nous dit alors : « Dans cette description dogmatique, la pensée intuitive n'est pas réellement agissante » (Bachelard, 1950, p. 63). En effet, le concept de force ici mobilisé est trop immédiatement dépendant de nos intuitions pour que le rapport entre la cause et l'effet soit autre que métaphorique. Ce rapport est trop lâche, il n'est pas suffisamment coordonné : on peut alors parler de philosophie du « comme si ». Cependant, ce dernier rapport fut bouleversé par les révolutions scientifiques qui signent l'entrée dans la période contemporaine. Après ces grandes révolutions, la cause physique n'est plus pensable comme le fondement du phénomène ; dorénavant, il faut construire ce rapport entre la cause et l'effet, il faut le construire mathématiquement, dans l'espace du possible, ceci afin de faire converger les conditions nécessaires à la réalisation expérimentale. La cause n'est plus donc le fondement du phénomène, elle est maintenant, une convergence de conditions mathématiques. Par exemple, avec Einstein, expliquer la chute de la pomme revient à construire le concept de courbure d'espace-temps, puis après l'avoir étudié et compris les principales propriétés de cette géométrie nouvelle, il faut déterminer les conditions dans lesquelles il s'applique à la réalité physique. Ce n'est qu'à la fin de ce processus que l'on comprend pourquoi la terre et la pomme s'attirent, ce n'est qu'à la fin de ce processus que l'on comprend pourquoi la pomme tombe sur la terre. La construction du rapport entre la cause et l'effet est donc ici entièrement rationnelle : il n'y a plus de place pour la métaphore ou le comme si. La pensée fabrique la référence réelle, elle ne la suppose plus. Il ne s'agit plus de se demander pourquoi observe-t-on ce que l'on observe, ceci pour faire « comme si » on avait trouvé cette cause qui correspond à l'observation, mais il faut se demander « pourquoi pas » réaliser du rationnel ? Pourquoi pas construire une géométrie d'espace courbé ? Pourquoi pas inventer une physique sans l'intuition d'un temps universel ou absolu ? Pourquoi pas réaliser, ce qui ne naît que malgré l'évidence, ce qui est obscur, inattendu, inouï. La pensée n'a plus d'autre support que celui que lui offre la périlleuse méditation des êtres mathématiques : elle joue un jeu dangereux, à tout moment, elle est dérangée par des objections, elle est inquiète, polémique, elle s'engage. Le progrès scientifique est donc d'abord repérable par cette attitude des savants : après une forme de

passivité première, la raison scientifique s'est activée, elle s'est engagée. Elle est passée du « pourquoi » et du « comme si » au « pourquoi pas » et au « malgré ». Cet engagement se double d'un progrès ontologique. Voyons pourquoi.

3.3. La réalisation du rationnel et le réalisme de la relation

Le passage du « pourquoi » au « pourquoi pas » s'accompagne d'un changement de paradigme ontologique. Et contrairement à ce que pense Kuhn, le second paradigme est plus proche de la réalité que le premier. En effet, au XVIII^e siècle, le réel se donnait sur le mode de l'intuition immédiate, il était alors implicitement pensé sur le mode du substantialisme. Rapporté à l'intuition sensible, l'objet scientifique était une chose qui possédait des qualités. Le monde de Newton est peuplé par des choses qui présentent différents aspects entre lesquels il est possible de dresser des réseaux d'analogie. On retrouve la philosophie du « comme si ». Cependant, en 1936, l'esprit scientifique s'étant abstrait de la naïveté de ses intuitions immédiates, se propose de concevoir l'objet non pas comme une chose, mais comme un complexe de relations, un centre de relations mathématiques qui seront rétrospectivement réalisées par le dispositif phénoménotekhnique. Si Newton concevait le monde comme un ensemble d'objets qui coexistent dans un espace et un temps séparés l'un de l'autre ; la physique d'Einstein le conçoit désormais comme un complexe d'événements entre lesquels se dessine toute une complexité de relations. Pourquoi y a-t-il un progrès entre ces deux types d'ontologie ? Pourquoi y a-t-il un progrès entre ces deux paradigmes scientifiques ? Parce qu'en cessant de concevoir l'objet comme un support auquel il faudrait rapporter des qualités, mais en le concevant comme un centre de relations, l'esprit scientifique construit ses objets dans le possible et non dans le réel tel qu'il s'offre à nous immédiatement. Or, l'espace du possible est toujours plus riche que l'espace de nos intuitions. Le possible élargit l'horizon du pensable : dans le possible on voit plus loin, on saisit mieux toute la densité des relations qui structurent le réel. En effet, dans l'espace du possible, le réel n'est plus un ensemble fini de choses que l'on pourrait manipuler avec la main : il est un ensemble de relation que l'on peut définir avec l'esprit. Définir un objet dans l'espace du possible, c'est donc le définir extensivement, dans l'espace de la généralité, et non en le rapportant à la particularité de nos intuitions. Bachelard affirme qu'inscrire le possible au cœur du phénomène, c'est le démultiplier, l'épaissir, et lui conférer toute la densité qu'il mérite. L'objet ainsi virtualisé est à la fois plus général, plus extensif et plus richement coordonné ce qui, par voie de conséquence, implique le fait que la réalisation expérimentale sera plus précise, qu'elle fera apparaître avec une finesse

plus grande, toute la densité et la nécessité des relations qui structurent le réel. Bachelard remarque qu'avec Einstein, il n'y a plus d'objet, il n'y a que des relations mathématiques. Ou plutôt, les objets ne sont définissables que par des relations mathématiques; sans elles, ils n'ont plus d'existence. Pour illustrer cela, l'exemple que prend Bachelard est celui de l'équivalence einsteinienne entre la masse inertielle et la masse pesante : équivalence qu'Einstein pose comme un principe. Ce principe coordonne la masse conçue à partir d'une propriété qui découle de l'inertie, c'est-à-dire d'une propriété qui appartient en propre au corps considéré, et la masse pesante, c'est-à-dire, une masse conçue comme une qualité qui prend sa racine dans l'extériorité du corps considéré. Aussi, la masse n'est plus une qualité absolue. Elle coopère maintenant avec les caractères intrinsèques de l'espace-temps : elle coopère avec la vitesse par exemple, ou avec l'énergie. Elle n'a donc plus aucune existence indépendante : elle n'existe que par la relation qui la pose. De la même façon, la force d'inertie qui était la cause interne du mouvement de l'objet est maintenant corrélée à la structure de l'espace-temps lui-même : la force s'inscrit dans l'espace-temps, elle collabore avec lui. Les références géométriques et cinématiques qui définissent l'espace-temps relativiste réagissent donc sur la référence de l'objet avec l'ensemble des caractères mécaniques et physiques qui le caractérisent : ensemble, ils font corps. Il n'y a donc plus de distinction entre l'interne et l'externe; plus d'antériorité logique de la cause sur la manifestation; il n'y a que des fonctions, que des relations d'espace-temps. Avec Einstein, l'objet réel n'est donc plus une substance posée en face de l'esprit, il n'a d'ailleurs plus aucune propriété causale : son existence même dépend de la relation que pose l'esprit¹¹. Aussi, comme le dit Michel Elie Martin, Bachelard défend-il ici un « réalisme de la relation » (Elie Martin, 2010, chap. 3). Le réel que les relativistes atteignent se donne comme un réel noué par tout un cortège de relations logico-mathématiques : « La relation affecte l'être, mieux elle ne fait qu'un avec l'être. En remontant de proche en proche, on doit se rendre compte que si l'on retranche la relation, il n'y a plus d'attribut, partant plus de substance. » (Bachelard, 1929, p. 137). Pour Bachelard, l'espace des relations mathématiques touche à l'être parce qu'il est la raison du phénomène, il en est sa cause rationnelle : le phénomène physique n'en est que la réalisation, que l'exemplification. Remarquons ici que ce réalisme de la relation qu'assume Bachelard lui permet de fonder en raison le passage de Newton à Einstein : en passant d'un monde peuplé par des substances

11. « Cela nous justifie peut-être de prétendre que le problème de l'existence est, dans les doctrines relativistes, un problème qui suit la définition de l'entité considérée, de même qu'en Analyse mathématique le théorème d'existence d'une fonction suit la définition de cette fonction. » (Bachelard, 1929, p. 138).

à une ontologie de la relation, notre connaissance du réel lui-même s'accroît, elle progresse. L'ontologie d'Einstein, parce qu'elle est relationnelle, est plus riche que celle de Newton : il était donc nécessaire de passer de l'une à l'autre.

Bachelard aurait donc, à notre avis, opposé à l'impossibilité kuhnienne de fonder en droit le progrès scientifique, le fait que la mathématisation du phénomène est toujours une bonne raison de passer d'un paradigme à l'autre¹². Avec Kuhn, Bachelard aurait reconnu le fait que si les équations de Newton n'ont pas le même sens que les équations d'Einstein, c'est bien la preuve qu'il a fallu, pour passer d'un système à l'autre, faire un effort radical de nouveauté : « On ne peut donc pas dire correctement que le monde newtonien préfigure en ses grandes lignes le monde einsteinien. » (Bachelard, 1940, p. 107). Ce passage d'un monde à l'autre est bien une révolution qui touche aux principes de la théorie physique et il a bien fallu nier la vision newtonienne du monde pour qu'émerge celle d'Einstein. Et pourtant Bachelard n'aurait pas admis que cette rupture dessine un rapport d'incommensurabilité réelle entre nos deux paradigmes. Pour quelles raisons ? Ceci parce que, le physicien einsteinien, une fois « installé dans la pensée relativiste », est en mesure de retrouver, après de nombreuses mutilations, les résultats numériques fournis par l'astronomie newtonienne. Dans la majeure partie des cas, l'approximation newtonienne est même largement suffisante pour l'explication physique du phénomène : dans

12. On voit ici toute la distance entre Kuhn et Bachelard. Pour Kuhn, la position réaliste est une illusion : en dernière instance la rationalité est pratique. Comme le dit Pierre Leduc dans la conclusion de son travail de thèse : « Kuhn a passé les dernières années de sa carrière à tenter de montrer que l'impossibilité de comparer logiquement les théories successives n'oblige pas à nier la rationalité de l'entreprise scientifique ni le progrès scientifique. La solution qu'il propose oblige cependant à renoncer à l'idée que l'on puisse justifier nos croyances théoriques indépendamment du lexique dans lequel elles sont exprimées, sans qu'il soit possible de justifier l'adoption d'un nouveau lexique autrement que d'un point de vue pragmatique » (Leduc, 2007, p. 386). Pour Bachelard, au contraire, le pragmatisme est un obstacle que le physicien doit dépasser : comprendre n'est pas agir mais s'abstraire de l'action. De cette différence entre nos deux conceptions de la connaissance découle une différence quant au statut des mathématiques. Chez Kuhn, les mathématiques sont un langage symbolique qui a pour vocation la résolution des énigmes que pose le paradigme ; chez Bachelard, au contraire : « les conditions mathématiques indiquent l'être parce qu'elles sont elles-mêmes une partie de l'être, ou mieux encore on peut dire que l'être n'est fait que de leur coordination et de leur richesse » (Bachelard, 1927, p. 137). Ainsi, le statut des mathématiques permet à Bachelard de maintenir un certain réalisme scientifique, un réalisme que Kuhn refusera toujours. Pour Kuhn, l'ontologie est une question de langage et le problème de la vérité est mal posé ; pour Bachelard, l'ontologie ne saurait être autre chose qu'une question de mathématique et de ce fait, la question de la vérité conservera toujours une valeur.

ces cas-là, le physicien pragmatique a bien raison d'abandonner la belle complexité einsteinienne et de lui préférer la simplicité newtonienne. Cependant, ce choix est toujours celui d'un abandon, celui d'un refus de la complexité mathématique, celui d'un refus des hauts degrés de précision dans l'échelle de réalité considérée. Autrement dit, les équations newtoniennes sont des versions simplifiées, dégradées des équations d'Einstein. À la limite, l'astronomie de Newton n'est qu'un cas particulier de la « Panastronomie d'Einstein ». Bachelard de conclure que la mathématique relativiste, parce qu'elle est plus générale, englobe celle de Newton ; elle l'intègre par récurrence. Passer d'un paradigme à l'autre suppose donc une négation, c'est le signe de la rupture, mais c'est une négation qui intègre ce qu'elle nie et ceci est le signe d'un progrès. Un progrès qui, de toute façon, était nécessaire. Une révolution scientifique n'est donc pas le signe d'un rapport d'incommensurabilité entre deux paradigmes scientifiques et ce qui le prouve, ce sont toujours de bonnes raisons mathématiques.

4. Conclusion

Bachelard renvoie donc bien dos à dos la conception normative de la scientificité telle qu'elle s'énonce au sein du Cercle de Vienne et la conception relative de cette même scientificité telle qu'elle s'énonce chez Thomas Kuhn. Ces deux dernières conceptions correspondent, selon le philosophe français, à la philosophie implicite des savants du XVIII^e siècle. Concevoir la science comme une structure formelle librement dégagée qu'il faudrait rapporter à l'observation, ou bien concevoir le rapport entre théorie et observation sur le mode du « comme si », c'est oublier le fait qu'à l'époque contemporaine : comprendre un phénomène, ce n'est pas chercher à le décrire, mais c'est chercher à le produire, à le construire de toute pièce. L'expérience n'est plus un critère logique de distinction entre science et non-science, pas plus qu'elle n'est un simple réservoir d'analogies, l'étude de l'histoire contemporaine révèle le fait qu'elle est toujours imprégnée de mathématique, qu'elle est même le lieu au sein duquel vient se réaliser la rationalité mathématique. Elle n'est donc plus ce sol stable qui confirmerait ou infirmerait la théorie scientifique : elle ne saurait la distinguer, une fois pour toutes, des autres formes de savoir.

La science est avant tout un processus historique, celui d'une pensée en mouvement, d'une pensée qui n'a de cesse que de rectifier constamment ses erreurs premières, qui ne s'instruit qu'en critiquant son propre savoir, qui n'échine à rectifier l'expérience immédiate, à la réinventer, à la recréer. Dans

la mesure où la science est un processus historique qui n'est pas définissable sans être dénaturé, le propre de l'entreprise scientifique n'est pas à chercher du côté d'un critère logique de distinction entre science et non-science. Cependant, cela n'implique pas l'assimilation de l'histoire des sciences à l'histoire de la culture en général : le progrès scientifique ne résulte pas d'un consensus social, d'une discussion autour de ce qui devrait être la norme de l'activité scientifique, il est la conséquence du statut nouménal des mathématiques. Le réalisme des relations mathématiques fonde, en raison, le progrès scientifique. Pour Bachelard, l'histoire des sciences est l'histoire d'une rationalité mathématique qui se réalise dans l'expérience, qui crée des phénomènes de plus en plus organiques, de plus en plus techniques, qui crée « ce que la nature oisive a oublié de produire ». Ainsi, une fois la révolution advenue, on pourra toujours dire qu'elle avait de bonnes raisons d'advenir et ces raisons seront toujours des raisons mathématiques.

L'épistémologue ne doit donc pas chercher à fonder la science dans l'espace logique, pas plus qu'il ne doit noyer l'esprit scientifique dans l'histoire : il se doit d'être attentif à cette nécessité mathématique qui se réinvente à chaque fois qu'elle traverse les différents moments de son histoire. Cette nécessité qui n'est pas logique, qui n'admet rien d'automatique, ni d'a priori, mais qui suppose une dynamique constante d'invention : à chaque fois, l'esprit mathématicien doit à nouveau se distinguer de l'opinion, se distinguer de tout ce que le contact primitif avec le monde réel avait, en lui, imprimé d'irrationalité. L'histoire des sciences n'est donc pas qu'un phénomène culturel parmi d'autres, c'est l'histoire d'un mouvement de décentrement, d'abstraction de tout ce qui alimente la fascination que nous entretenons pour l'expérience immédiate avec son lot de certitudes et d'illusions : la première d'entre elles consistant à croire que vouloir comprendre le monde, cela revient à vouloir le décrire. L'esprit scientifique ne doit avoir qu'une certitude : « l'abstraction est un devoir, le devoir scientifique, la possession enfin épurée de la pensée du monde ! » (Bachelard, 1937, p. 12).

Bibliographie

- Bachelard, G. (1929). *La valeur inductive de la relativité*. Paris : Vrin.
Bachelard, G. (1934). *Le nouvel esprit scientifique*. Paris : Vrin.
Bachelard, G. (1934). Compte rendu de Karl Popper, *Logik der Forschung*, *Recherches Philosophiques*, 5, 440–455.
Bachelard, G. (1950). *La dialectique de la Durée* (2^e édit.). Paris : Presses universitaires françaises.

- Bachelard, G. (1951). *L'activité rationaliste de la physique contemporaine*. Paris : Presses universitaires de France.
- Bachelard, G. (1940). *La philosophie du non*. Paris : Presses universitaires de France.
- Bachelard, G. (1993). *La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance*. Paris : Vrin.
- Bachelard, G. (2002). *Études*, Paris : Vrin.
- Bontems, V. (2017). *Bachelard : penser les ruptures en science*. Quand la science se remet en question, Auditorium de la Cité des sciences et de l'industrie. <http://www.fabriquedesens.net/Bachelard-penser-les-ruptures-en>.
- Bouveresse, J. (2012). La théorie & l'observation dans la philosophie des sciences du positivisme logique. Dans J. Bouveresse (édit.), *Essais VI : Les lumières des positivistes* (pp. 135-194). Marseille : Agone.
- Carnap, R. (2002). *La construction logique du monde* (traduit par T. Rivain). Paris : Vrin.
- Carnap, R. (1985). Le dépassement de la métaphysique par l'analyse logique du langage (traduction de B. Cassin *et al.*). In Soulez, A. (editor), *Manifeste du Cercle de Vienne et autres écrits* (pp. 149-171). Paris : Presses universitaires de France.
- Coelho, M. (2003). Kuhn et le problème de l'objectivité. *Archives de philosophie*, 66, 449–461. <https://doi.org/10.3917/aphi.664.0449>
- Esfeld, M. (2006). *Philosophie des sciences : une introduction*. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Hacking, I. & Ducrest, B. (1989). *Concevoir et expérimenter : thèmes introductifs à la philosophie des sciences expérimentales*. Paris : Christian Bourgois.
- Hacking, I. (1981). *Scientific revolutions*. Oxford : Oxford University Press.
- Kuhn, T. (1983). *La structure des révolutions scientifiques* (traduit par L. Meyer). Paris : Flammarion.
- Kuhn, T. (1990). *La tension essentielle* (traduit par M. Biezunski, P. Jacob, A. Lyotard-May & G. Voyat). Paris : Gallimard.
- Laugier, S. (2003). Kuhn, les révolutions scientifiques et l'incommensurabilité : Présentation. *Archives de philosophie*, 66, 387–388. <https://doi.org/10.3917/aphi.664.0387>
- Laugier, S. (2003). Signification et incommensurabilité : Kuhn, Carnap, Quine. *Archives de philosophie*, 66, 481–503. <https://doi.org/10.3917/aphi.664.0481>
- Leroux, J. (2002). Bachelard et le Cercle de Vienne. *Cahiers Gaston Bachelard*, 5, 107–127.
- Leduc, P. (2007). *La notion d'incommensurabilité chez Thomas Kuhn* (thèse de doctorat). Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Martin, M. E. (2010). *Les réalismes épistémologiques de Gaston Bachelard* (thèse de doctorat). Université de Nantes, Nantes.
- Popper, K. R. (1974). Replies to my critics. Dans P. Schilpp (édit.), *The Philosophy of Karl Popper* (pp. 961-1197). Chicago : Open Court Publishing Company.
- Popper, K. R. (1985). *Conjectures et réfutations : la croissance du savoir scientifique* (traduit par M. Irène et B. de Launay). Payot : Paris.

- Reichenbach, H., & Bloch, L. (1922). La signification philosophique de la théorie de la relativité. *Revue philosophique de la France et de l'Étranger*, 94, 5–61. <http://www.jstor.org/stable/41081971>
- Soulez, A. (2003). Voir le même comme autre Kuhn et Wittgenstein. *Archives de philosophie*, 66, 423–435. <https://doi.org/10.3917/aphi.664.0423>
- Vaihinger, H. (2013). *La Philosophie du comme si* (traduit par C. Bouriau). Kimé : Paris.