

**1-2/2022**

**Bachelard Studies  
Études Bachelardiennes  
Studi Bachelardiani**



**MIMESIS**

Bachelard Studies  
Études Bachelardiennes  
Studi Bachelardiani

*Editors/Directeurs/Direttori*

Renato BOCCALI (Università IULM, Milano), Jean-Jacques WUNENBURGER (Université Jean Moulin, Lyon III)

*Deputy Editors in Chief / Rédacteur en Chef adjoints/Vice-Capo redattori*

Riccardo BARONTINI (Ghent University), Jacques POIRIER (Université de Bourgogne), Eileen RIZO PATRON (Binghamton University)

*Comité de Rédaction/ Editorial Board/Comitato redazionale*

Claudio D'AURIZIO (Università della Calabria), Annagiulia CANESSO (Università di Padova), Paulina GURGUL (Jagiellonian University), Gilles HIERONIMUS (Université Jean Moulin, Lyon III), Gerardo IENNA (Università di Verona e University of Maryland), Ana Tais PORTANOVA (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre), Catarina SANT'ANNA (Universidade Federal da Bahia)

*Comité Scientifique/ Scientific Board/Comitato scientifico*

Charles ALUNNI (École normale supérieure de Paris), Lutz BAUMANN (Johannes Gutenberg-Universität Mainz), Maria Francesca BONICALZI (Università degli Studi di Bergamo), Vincent BONTEMS (École normale supérieure, CEA, Paris), Ionel BUSE (Universitatea din Craiova), Rodolphe CALIN (Université Paul Valéry, Montpellier III), Mario CASTELLANA (Università del Salento, Lecce), Valeria CHIORE (Università L'Orientale di Napoli), Frédéric FRUTEAU DE LACLOS (Université Paris 1 – Panthéon Sorbonne), Nicole FABRE (GIREP, Paris), Anne FAGOT-LARGEAULT (Collège de France, Paris), Elio FRANZINI (Università degli Studi di Milano), GAO YANPING (Chinese Academy of Sciences, Beijing), Etienne KLEIN (CEA, Paris), Marie-Noël LAPOUJADE (Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México), Thierry PAQUOT (Université Paris-Est Créteil Val-de-Marne), Fabrizio PALOMBI (Università della Calabria, Arcavacata di Rende), Daniel PARROCHIA (Université Jean Moulin Lyon III), Jean-Philippe PIERRON (Université de Bourgogne, Dijon), Marta PLES-BEBEN (Uniwersytet Śląski w Katowicach), Gaspare POLIZZI (Università di Pisa), Delia POPA (Villanova University), Hans-Jörg RHEINBERGER (Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin), Roberto REVELLO (Università dell'Insubria), Christian THIBOUTOT (Université du Québec à Montréal), Carlo VINTI (Università degli Studi di Perugia)

Redazione

bachelardstudies@mimesisjournals.com

This issue was made possible by the support Ce numéro a été réalisé avec le support de

Questo numero è stato realizzato con il contributo

Università IULM, Milano

Association Internationale Gaston Bachelard

Mimesis Edizioni (Milano – Udine)

www.mimesisedizioni.it

mimesis@mimesisedizioni.it

Issn: 2724-5470

Isbn: 9788857594941

© 2022 – Mim Edizioni SRL

Via Monfalcone, 17/19 – 20099

Sesto San Giovanni (MI)

Phone: +39 02 24861657 / 24416383

REGISTRO DI STAMPA – TRIBUNALE DI NAPOLIR.G. n. 5571/19

Proprietario: Associazione Italiana Gaston Bachelard

Legale rappresentante: Aurorarosa Alison

Direttore responsabile: Aurorarosa Alison

Autorizzazione n. 34 – del 24/07/2019

# Indice

## EDITORIAL – ÉDITORIAL – EDITORIALE

- 5 Charles Alunni, *Gaston Bachelard and philosophy of science today*  
11 Charles Alunni, *Gaston Bachelard et la philosophie des sciences aujourd'hui*  
17 Charles Alunni, *Gaston Bachelard e l'odierna filosofia delle scienze*

## THE LETTER – LA LETTRE – LA LETTERA

- 25 Maria Rita Abramo, *Sul valore “induttivo” del razionalismo di Gaston Bachelard.*  
39 Cosimo Caputo, *La semioepistemologia di Gaston Bachelard.*  
51 Sébastien Maronne, Frédéric Patras, *L'épistémologie mathématique de Gaston Bachelard.*  
69 Fernando Zalamea, *Géométrie, Topologie, Riemann, et les nuances vivantes de la pensée mathématique chez Bachelard (avec un contrepoint autour de Simone Weil).*

## MIND – L'ESPRIT – LO SPIRITO

- 81 Mario Castellana, *Su alcune “eresie” di Federigo Enriques: l'idea di sistema come un processo di auto-delimitazioni successive.*  
105 Gerardo Ienna, *Corrationalisme: la dimension sociale de l'épistémologie bachelardienne.*  
137 Dominique Pradelle, *Historicité des sciences et du sujet de la connaissance chez Bachelard.*  
161 Sandra Pravica, *Enveloppement – Bachelard et les philosophies de l'induction*

## FOR FURTHER READING – POUR ALLER PLUS LOIN – PER ULTERIORI LETTURE

- 191 *Gaston Bachelard and philosophy of science today.*  
*Gaston Bachelard et la philosophie des sciences aujourd'hui*  
*Gaston Bachelard e l'odierna filosofia delle scienze*

## **VARIES – VARIE – VARIA**

- 203 Enrico Castelli Gattinara, *Sul crepuscolo e sull'aurora come immagine dialettica fra razionalità e rêverie in Bachelard.*

## **ARCHIVES – ARCHIVES – ARCHIVI**

- 217 Gaston Bachelard, *Quelques conclusions philosophiques sur les nombreuses conférences que nous avons entendues à propos des aspects théoriques et expérimentaux du Méson. Présentation de Charles Alunni.*
- 231 Gérard Chazal, *Bachelard et la relativité.*
- 241 Jean-Toussaint Desanti, *Gaston Bachelard ou « La surveillance intellectuelle de soi ».*
- 253 Daniel Parrochia, *Bachelard et la transformée de Fourier.*

## **RESONANCES – RÉSONANCES – RISONANZE**

- 267 Yves André, Charles Alunni, *De Bachelard aux mathématiques grothendieckiennes. Entretien.*

## **CRITICAL NOTES – NOTES CRITIQUES – NOTE CRITICHE**

- 275 Charles Alunni, *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'école surrationaliste, Paris, Hermann, 2019*

## **ICONOGRAPHY - ICONOGRAPHIE - ICONOGRAFIA**

- 285 Francesca Carol Rolla, *The Beat of Time*
- 287 Renato Boccali, *Metanoïa*
- 289 Nicola Davide Angerame, *In the breath of the elements*
- 291 Ivana-Boris – *Biographical note*
- 293 Francesca Carol Rolla, *Le Battement du temps*
- 295 Renato Boccali, *Métanoïa*
- 297 Nicola Davide Angerame, *Dans le souffle des éléments*
- 299 Ivana Boris – *Note biographique*
- 301 Francesca Carol Rolla, *Il battito del tempo*
- 303 Renato Boccali, *Metanoïa*
- 305 Nicola Davide Angerame, *Dentro il respiro degli elementi*
- 307 Ivana Boris – *Nota biografica*

- 311 **ABSTRACT**

## Editorial

### *Gaston Bachelard and philosophy of science today*

If the “conceptual character” *Gaston Bachelard* is indeed inscribed in history and in time – it is not a matter of a solidified and desiccated monolith –, it is first necessary to reconstitute the few stages which are part of this story.

We can, without oversimplifying, speak of three waves that will have punctuated and punctuated Bachelardian studies between the beginning of the 1960s and the first quarter of the 21st century.

#### A. FIRST WAVE

It can be said that it represents the period in which the problem of Bachelardian “dualism” essentially emerges. What were the interpretations that first challenged the “dualistic vulgate”, then operated in favor of a reassessment of the strictly dualistic reading of Bachelard? These are very precisely the inaugural studies of Jean Hyppolite, Georges Canguilhem and François Dagognet. These works were then overshadowed by the success of Althusserian-inspired and “Marxist” readings of Bachelardian epistemology: a wave that rose and dominated in France from the 1960s to the 1980s.

In a first text devoted in 1954 to the work of the man whom he then presented as his master and his friend, and whose “enigmatic” dimension he would again emphasize ten years later, Jean Hyppolite invites us to consider the philosophy of Gaston Bachelard, following a formula that will become proverbial to say the least, like a “romanticism of intelligence, a transcendental theory of creative imagination”. And Hyppolite to clarify:

It is not the least of its interest to see it develop on these two seemingly very different paths. They sometimes seem to emerge from a common center or meet here and there, at other times they seem to be radically opposed, to serve *each other* as a dialectical antithesis; one serves to purify the other. We feel, however, without being able to explain it yet, that they belong to the same philosophy, to *the same speculative and aesthetic existentialism*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> J. Hyppolite, “Gaston Bachelard ou le romantisme de l’intelligence”, *Revue philosophique* (janvier-mars 1954). Ce texte est repris dans *Figures de la pensée philosophique. Écrits de Jean Hyppolite (1931-1968)*, tome II, Paris, PUF, 1971, pp. 644-645 [ours emphasis].

Hyppolite would take up this theme again in 1963, nine years later, in a form of self-criticism:

The unity of the thought of the scholar and that of the poet is not an academic unity, which one discovers in a general idea, a false abstraction. Surely there is *a center*, a point of reconciliation, *a living focus where everything converges*<sup>2</sup>.

Editorial

It is *in a similar perspective* that Georges Canguilhem intervenes in the debate, on the occasion of the collective volume *Hommage à Gaston Bachelard*, a work which brings together various studies collected from colleagues, students, disciples and friends. Canguilhem introduces his speech by going straight to the point, namely by highlighting a notable difficulty:

If it is really the “same man” who actually wrote on science and on poetry, and if we can, after a careful reading of the work and a thorough reflection, identify a “*same approach*” in the various works by Bachelard, *this does not necessarily appear as a first approximation*<sup>3</sup>.

With François Dagognet, we find that in his first significant work he confronts the problem of the *duality of Bachelardism* under the title: “The problem of unity”:

We will therefore plead against the quartering, against this excessive dissociation. We will develop the thesis less of a contrast between the two regions of his Universe than of the mutual contamination *of one by the other*. *The two edges, which Bachelard so disjointed, meet, without his knowledge, from below*<sup>4</sup>.

It is particularly noteworthy that here, in this same text, Dagognet insists on the *(quasi)epistemological dimension of Bachelard’s research on images*: Bachelard elaborates *in fact* what he claimed to refute: “And what he did not want, he has, despite everything, elaborated it, a neo-science of Literature”<sup>5</sup>.

## B. SECOND WAVE

The second wave begins in the 1970s. If we put aside the important volume – to which I will come back – published exactly in 1970 under the title, *Bachelard. Col-*

<sup>2</sup> J. Hyppolite, “L’imaginaire et la science chez Bachelard”, Conférence faite à Bruxelles le 7 février 1963, in *Figures de la pensée philosophique*, *op. cit.*, p. 677 [our emphasis].

<sup>3</sup> G. Canguilhem, “Sur une épistémologie concordataire”, in *Hommage à Gaston Bachelard. Étude de philosophie et d’histoire des sciences*, Paris, PUF, 1957, pp. 3-12. Quoted by J. Lamy, “Le dualisme bachelardien, un ‘faux problème’ ?”. *Cahiers Gaston Bachelard*, Université de Bourgogne, 2012, *Sciences, imaginaire, représentation : le bachelardisme aujourd’hui et Le pluralisme cohérent de la philosophie de Gaston Bachelard*, Doctoral thesis in philosophy, under the supervision of Jean-Jacques Wunenburger, Lyon, 2014.

<sup>4</sup> F. Dagognet, “Le problème de l’unité”, *Revue Internationale de Philosophie*, 1984, vol. 38, N° 150 (3), *Bachelard. Inédit, Correspondance avec Buber*, pp. 245-256 (here p. 248).

<sup>5</sup> *Ibidem*, p. 248. See, J.-J. Wunenburger, *Philosophie des images*, Paris, PUF, 2001<sup>2</sup>.

*loquium of Cerisy*, this second wave corresponds to the *sequence of a Marxist reading* of Bachelard, a sort of sequence of “inaugural closure” or “entry backwards” into the work of the master. It was both a stimulating and deeply disappointing, unsatisfying moment. This is the time of Dominique Lecourt’s teaching at the Sorbonne, and that of Althusser and Derrida at the École Normale.

The orientation given to Bachelardism by Louis Althusser and his acolytes<sup>6</sup>, which goes essentially in the direction of a “dialectical materialism” thought of in exclusively epistemological terms, has largely conditioned the *reception* and the way of confronting the work of Bachelard in France; and this, with the risk of transmitting *a distorted and simplified image* of Bachelardism, an image that no longer conforms to what we actually find on reading the texts that make up the work taken in its entirety, with its *speculative audacity* and *its sometimes enigmatic visions*. A work that we must strive to explain and analyze, and not to disqualify *a priori* on the basis of a petition of principle<sup>7</sup>.

We can now speak of this period as that of a “Bachelardian vulgate” constituting only a simple *approximation* of Bachelardism, an *immediate and naive approximation* which was waiting to be rectified by *a second approximation*. The watchword was then that of “epistemological rupture”, a formula that Bachelard never used, but which became the almost exclusive key for any attempt to penetrate into the work.

We will cite here the works of Michel Vadé<sup>8</sup> and Dominique Lecourt<sup>9</sup> who applied to their reflection on the work of Bachelard *a structure of extrinsic pre-comprehension*, too far removed from the questions, themes and concepts that animated it, both from the point of view of its organization and of its internal developments. Both advanced the problem of the interpretation of Bachelard *through the prism of the Marxian heritage and its French reception*, by situating themselves in the theoretical space opened up by Althusser’s reading of dialectical materialism. And Georges Canguilhem had clearly perceived this bias when, in his *Preface* to Dominique Lecourt’s book, *L’Épistémologie historique de Gaston Bachelard* published in 1969, he invited his reader to realize that he “mobilizes, for his study, certain epistemological concepts *whose place of importation is not concealed*”<sup>10</sup>.

<sup>6</sup> See on this point, L. Althusser, *Philosophie et philosophie spontanée des savants* (1967), Paris, François Maspero, 1974. F. Balibar, « Le cours de philosophie pour scientifiques », in A. Cavazzini (ed.) *Scienza, epistemologia, società. La lezione di Louis Althusser*. Venezia, 29-30-31 October 2008 proceedings of the conference, Milano-Udine, Mimesis, 2009, pp. 15-27.

<sup>7</sup> See for example, C. Alunni, « Gaston Bachelard, encore et encore », *Préface* of G. Bachelard, *Métaphysique des mathématiques*, Paris, Hermann, “Pensée des sciences”, 2021, pp. 7-22. More generally, see C. Alunni, *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l’école surrationaliste*, Paris, Hermann, “Pensée des sciences”, 2019, *passim*.

<sup>8</sup> M. Vadé, *Bachelard ou le nouvel idéalisme épistémologique*, Paris, Éditions sociales, 1975.

<sup>9</sup> D. Lecourt, *Bachelard ou le jour et la nuit*, Paris, Grasset, 1974.

<sup>10</sup> D. Lecourt, *L’Épistémologie historique de Gaston Bachelard* [1969], Paris, Vrin, 1978<sup>5</sup>, Foreword of Georges Canguilhem, p. 7 [our emphasis].

In the context of a reconstruction of official Bachelardism in France, it cannot be denied that it is clearly necessary to refer to the works of Dominique Lecourt, in the sense that they constitute in this period the very paradigm of the French reception of Bachelard. and an essential axis of this reception. From his first publications, Lecourt has definitely worked to promote the Bachelardian heritage, in particular with his invention of the neologism “*historical epistemology*” proposed in 1969 to qualify his philosophy of science.

Finally, it is to him that we owe this insistence on *the enigmatic duplicity of the work and the character* inscribed in the very title of his work, *Bachelard or day and night*<sup>11</sup>.

In conclusion, and in short, let us say that the vision of Bachelard’s work is then *distorted, denatured, deformed and incomplete*, not to say *mutilated*, despite this wave of renewal.

Editorial

### C. THIRD WAVE. From the 1980s to the present day

This wave, much more recent and much more complex, is none other than our contemporary. It is only necessary to underline here the importance of the research of specialists like Jean-Jacques Wunenburger, Daniel Parrochia, Giuseppe Sertoli, Gaspare Polizzi, Carlo Vinti, Maria Rita Abramo, Francesca Bonicalzi or Mario Castellana and, in the new generation, Fabrizio Paolombi, Gerardo Ienna, Paola Donatiello, Francesco Garofalo, Michel-Élie Martin, Julien Lamy or Vincent Bontems.

We started from this base, from this fund represented by the *first two waves*, themselves conceived as progression in the studies devoted to the work of Gaston Bachelard, bearing in mind *the enigma of an alleged duality*.

However, it now seems necessary to us, not only to resume the “internal” reading of the texts, often much more difficult than it seems, but also to extend the analysis to the “companionship” of Bachelard with the scientists-philosophers the most notable (his contemporaries) who shared with him what we now call his “surrationalism” (Edmund Husserl spoke in 1935 of “ein Art Überraationalismus”), a central category elaborated by Bachelard in 1936<sup>12</sup>.

Another way of formulating this new horizon, which is that of a rectified Gaston Bachelard, would be to speak here of the *spectres of Gaston Bachelard*<sup>13</sup>.

This generic framework which is that of “Surrationalism” is characterized by the dialectics of reason: this one indeed questions its axiomatic, and it is reformed from the experiences *which invalidate it*. Here, the spectres, present everywhere,

<sup>11</sup> D. Lecourt, *Bachelard ou le jour et la nuit*, Paris, Grasset, 1974.

<sup>12</sup> G. Bachelard, “Le surrationalisme”, in *Inquisitions*. Organe du Groupe d’Études pour la Phénoménologie Humaine, n° 1, juin 1936, L. Aragon, R. Caillois, J.-M. Monnerot, T. Tzara (eds.), Paris, Éditions sociales. Réédition, *Inquisitions. Du Surréalisme au Front Populaire*, Paris, Éditions du Cnrs, 1990.

<sup>13</sup> See on this point, C. Alunni, *Spectres de Bachelard*, op. cit, 2019.



play simultaneously as scientific and epistemological concepts distributing the “philosophemes” of a new scientific spirit, and as “ghosts” of *the epistemological acts* of scholars elaborating their own epistemological description.

Therefore: what are the essential traits of this “Bachelard figure” or of his “conceptual character” that must absolutely be rectified or added to the different profiles developed so far during the three waves briefly described above?

This is essentially the *mathematical “trait”* of this great specialist in mathematical physics. And this trait emerges from 1927, from his State thesis, with *The Essay on Approximate Knowledge*<sup>14</sup> and his Complementary Thesis, *Study on the Evolution of a Physical Problem. Thermic propagation in solids*<sup>15</sup>. To this should be added, thus forming a founding triptych, *The inductive value of relativity*<sup>16</sup> published in 1929. It can easily be shown that the “mathematical figure” of the philosopher of science Bachelard, who is extremely sensitive to developments in contemporary algebra, to non-Euclidean geometries, to Weylian gauge theory, but also to logical and axiomatic questions, is *already fully present and dominant* at the heart of these three inaugural texts<sup>17</sup>.

If some of the Bachelardian studies devoted to the Einsteinian theory of general relativity or to “modern”<sup>18</sup> mathematics are partly already advanced, it remains to develop these new approaches from many angles and to now pay much greater attention to the analysis absolutely fundamental that Bachelard was able to propose of quantum mechanics.

In the same vein, we must continue to question his interactions with the “surrealist school” of physicists, mathematicians and philosophers of his time, while questioning the extensions of his work among our contemporaries.

This is what the various contributors to this issue of *Bachelard Studies* are working on.

Charles Alunni  
École normale supérieure de Paris  
charles.alunni@ens.fr

<sup>14</sup> G. Bachelard, *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1927.

<sup>15</sup> G. Bachelard, *Étude sur l'évolution d'un problème de physique. La propagation thermique dans les solides*, Paris, Vrin, 1927.

<sup>16</sup> Bachelard, *La Valeur inductive de la relativité*, Paris, Vrin, 1929.

<sup>17</sup> On this crucial point, see the central and deeply ambiguous role of Roger Martin in the erroneous interpretation he gives of Bachelard's relationship to the mathematical world: R. Martin, “Bachelard et les Mathématiques” (1970), in *Bachelard. Colloquium of Cerisy*, Paris, Union Générale d'Éditions, coll. “10/18”, 1974, H. Gouhier, R. Poirier (eds.). For a critical analysis of this now absolutely dominant position, cf. C. Alunni, “Bachelard faced with mathematics”, in *Specters of Bachelard*, op. cit., c. IV, pp. 113-138.

<sup>18</sup> I refer here to the nomenclature established by Fernando Zalamea in his *Philosophie synthétique de la mathématique contemporaine*, Paris, Hermann, coll. “Pensée des sciences”, 2018; and in particular on his fundamental distinction between “modern mathematics” and “contemporary mathematics”, and between “elementary mathematics” and “advanced mathematics”; cf. ch. 1 and ch. 2, pages 19-78. English version, *Synthetic Philosophy of Contemporary Mathematics*, translated by Zachery Luke Fraser, London, Urbanomic/Sequence Press, 2012.



# Éditorial

## *Gaston Bachelard et la philosophie des sciences aujourd'hui*

Si le « personnage conceptuel » *Gaston Bachelard* s'inscrit effectivement dans l'histoire et dans le temps – il ne s'agit pas d'un monolithe figé et desséché –, il convient dans un premier temps de reconstituer les quelques étapes qui l'inscrivent dans cette histoire.

On peut, sans simplifier excessivement, parler de trois vagues qui auront ponctué et rythmé les études bachelardiennes entre le début des années 1960 et le premier quart du XXI<sup>ème</sup> siècle.

### **A. PREMIÈRE VAGUE**

On peut indiquer qu'elle représente la période où émerge essentiellement le problème du “dualisme” bachelardien. Quelles furent les interprétations qui ont avant tout récusé la “vulgate dualiste”, puis opéré en faveur d'une réévaluation de la lecture strictement dualiste de Bachelard ? Ce sont très précisément les études inaugurales de Jean Hyppolite, de Georges Canguilhem et de François Dagognet. Ces travaux furent alors occultés par le succès des lectures d'inspiration althusserienne et “marxisante” de l'épistémologie bachelardienne : une vague qui se souleva et domina en France des années 1960 aux années '80.

Dans un premier texte consacré en 1954 à l'œuvre de celui qu'il présente alors comme son maître et son ami, et dont il soulignera encore, dix ans plus tard, la dimension « énigmatique », Jean Hyppolite invite à considérer la philosophie de Gaston Bachelard, suivant une formule qui deviendra pour le moins proverbiale, comme un « romantisme de l'intelligence, une théorie transcendantale de l'imagination créatrice ». Et Hyppolite de préciser :

Ce n'est pas son moindre intérêt que de la voir se développer sur ces deux voies très différentes en apparence. Elles paraissent parfois sortir d'un centre commun ou se rejoindre ici et là, elles paraissent d'autres fois s'opposer radicalement, se servir *mutuellement* d'antithèse dialectique ; l'une sert à se purifier de l'autre. On sent bien, pourtant, sans pouvoir encore l'exposer, qu'elles appartiennent à *une même philosophie, à un même existentialisme spéculatif et esthétique*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> J. Hyppolite, « Gaston Bachelard ou le romantisme de l'intelligence », *Revue philosophique* (janvier-mars 1954). Ce texte est repris dans *Figures de la pensée philosophique. Écrits de Jean Hyppolite (1931-1968)*, tome II, Paris, PUF, 1971, pp. 644-645 [c'est nous qui soulignons].

Hyppolite reprendra ce thème en 1963, neuf ans plus tard, sous une forme d'autocritique :

L'unité de la pensée du savant et de celle du poète n'est pas une unité scolaire, qu'on découvre dans une idée générale, une fausse abstraction. Il y a sûrement *un centre*, un point de réconciliation, *un foyer vivant où tout converge*<sup>2</sup>.

Éditorial

C'est *dans une perspective semblable* que Georges Canguilhem intervient dans le débat, à l'occasion du volume collectif *Hommage à Gaston Bachelard*, ouvrage qui regroupe diverses études recueillies auprès de collègues, d'élèves, de disciples et d'amis. Canguilhem introduit son discours en allant droit au but, à savoir en soulignant une difficulté notable :

Si c'est bien le « même homme » qui a effectivement écrit sur la science et sur la poésie, et si l'on peut, après une lecture attentive de l'œuvre et une réflexion approfondie, identifier *une « même démarche »* dans les divers travaux de Bachelard, *cela n'apparaît pas nécessairement en première approximation*<sup>3</sup>.

Avec François Dagognet, nous constatons que dans son premier travail significatif il affronte le problème de la *dualité du bachelardisme* sous le titre : « Le problème de l'unité » :

Nous plaiderons donc contre l'écartèlement, contre cette excessive dissociation. Nous développerons la thèse moins d'un contraste entre les deux régions de son Univers que de la mutuelle contamination *de l'un par l'autre. Les deux bords, que Bachelard a tant disjoints, se rejoignent, à son insu, par en-dessous*<sup>4</sup>.

Il est particulièrement notable qu'ici, dans ce même texte, Dagognet insiste sur *la dimension (quasi)épistémologique des recherches bachelardiennes sur les images* : Bachelard élabore *de fait* ce qu'il prétendait réfuter : « Et ce qu'il ne voulait pas, il l'a, malgré tout, élaboré, une néo-science de la Littérature »<sup>5</sup>.

<sup>2</sup> J. Hyppolite, « L'imaginaire et la science chez Bachelard », Conférence faite à Bruxelles le 7 février 1963, in *Figures de la pensée philosophique, op. cit.*, p. 677 [nous soulignons].

<sup>3</sup> G. Canguilhem, « Sur une épistémologie concordataire », in *Hommage à Gaston Bachelard. Étude de philosophie et d'histoire des sciences*, Paris, PUF, 1957, pp. 3-12. Cité par J. Lamy, « Le dualisme bachelardien, un " faux problème " ? ». *Cahiers Gaston Bachelard*, Université de Bourgogne, 2012, *Sciences, imaginaire, représentation : le bachelardisme aujourd'hui* et *Le pluralisme cohérent de la philosophie de Gaston Bachelard*, Thèse de doctorat en philosophie, sous la direction de Jean-Jacques Wunenburger, Lyon, 2014.

<sup>4</sup> F. Dagognet, « Le problème de l'unité », *Revue Internationale de Philosophie*, 1984, vol. 38, N° 150 (3), *Bachelard. Inédit, Correspondance avec Buber*, pp. 245-256 (ici p. 248).

<sup>5</sup> *Ibidem*, p. 248. Voir sur cette question, J.-J. Wunenburger, *Philosophie des images*, Paris, PUF, 2001<sup>2</sup>.

## B. DEUXIÈME VAGUE

La deuxième vague commence dans les années 1970. Si l'on met de côté le volume important – sur lequel je reviendrai – publié très exactement en 1970 sous le titre, *Bachelard. Colloque de Cerisy*, cette deuxième vague correspond à la *séquence d'une lecture marxiste* de Bachelard, une sorte de séquence de “clôture inaugurale” ou “d'entrée à reculons” dans l'œuvre du maître. Ce fut tout à la fois un moment stimulant et profondément décevant, insatisfaisant. C'est le moment de l'enseignement de Dominique Lecourt en Sorbonne, et celui d'Althusser et Derrida à l'École normale.

L'orientation donnée au bachelardisme par Louis Althusser et ses acolytes<sup>6</sup>, qui va essentiellement dans le sens d'un “matérialisme dialectique” pensé en termes exclusivement épistémologiques, a largement conditionné la *réception* et la manière d'affronter l'œuvre de Bachelard en France ; et ce, avec le risque de transmettre *une image déformée et simplifiée* du bachelardisme, image qui n'est plus conforme à ce que nous trouvons effectivement à la lecture des textes qui composent l'œuvre prise dans son intégralité, avec *son audace spéculative* et *ses visions parfois énigmatiques*. Une œuvre que nous devons nous efforcer d'expliquer et d'analyser, et non de disqualifier *a priori* sur la base d'une pétition de principe<sup>7</sup>.

On peut désormais parler de cette période comme celle d'une “vulgate bachelardienne” ne constituant qu'une simple *approximation* du bachelardisme, une approximation *immédiate et naïve* qui attendait d'être rectifiée par une *seconde approximation*. Le mot d'ordre était alors celui de « rupture épistémologique », formule que Bachelard n'a jamais utilisée, mais qui devint la clé quasiment exclusive pour toute tentative de pénétration dans l'œuvre.

On citera ici les œuvres de Michel Vadé<sup>8</sup> et de Dominique Lecourt<sup>9</sup> qui appliquaient à leur réflexion sur l'œuvre de Bachelard *une structure de pré-compréhension extrinsèque*, trop éloignée des interrogations, des thèmes et des concepts qui l'animaient, tant du point de vue de son organisation que de ses développements internes. Tous deux avançaient le problème de l'interprétation de Bachelard à travers le prisme de l'héritage marxien et de sa réception française, en se situant dans l'espace théorique ouvert par la lecture qu'Althusser faisait du matérialisme dialectique. Et Georges Canguilhem avait bien perçu ce biais quand, dans sa *Préface* au livre de Dominique Lecourt, *L'Épistémologie historique de Gaston Bache-*

<sup>6</sup> Voir sur ce point, L. Althusser, *Philosophie et philosophie spontanée des savants* (1967), Paris, François Maspero, 1974. F. Balibar, « Le cours de philosophie pour scientifiques », in A. Cavazzini (dir.), *Scienza, epistemologia, società. La lezione di Louis Althusser*. Venezia, 29-30-31 ottobre 2008 atti del convegno, Milano-Udine, Mimesis, 2009, pp. 15-27.

<sup>7</sup> Cf. par exemple, C. Alunni, « Gaston Bachelard, encore et encore », *Préface* à G. Bachelard, *Métaphysique des mathématiques*, Paris, Hermann, « Pensée des sciences », 2021, pp. 7-22. Plus généralement, voir C. Alunni, *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'école surrationaliste*, Paris, Hermann, « Pensée des sciences », 2019, *passim*.

<sup>8</sup> M. Vadé, *Bachelard ou le nouvel idéalisme épistémologique*, Paris, Éditions sociales, 1975.

<sup>9</sup> D. Lecourt, *Bachelard ou le jour et la nuit*, Paris, Grasset, 1974.

*lard* publié en 1969, il invitait son lecteur à prendre conscience qu'il « mobilise, pour son étude, certains concepts épistémologiques dont le lieu d'importation n'est pas dissimulé ». <sup>10</sup>

Dans le cadre d'une reconstruction du bachelardisme officiel en France, on ne saurait nier qu'il est clairement nécessaire de renvoyer aux travaux de Dominique Lecourt, en ce sens qu'ils constituent dans cette période le paradigme même de la réception française de Bachelard et un axe essentiel de cette réception. Dès ses premières publications, Lecourt a décidément travaillé à la valorisation du patrimoine bachelardien, en particulier avec son invention du néologisme « épistémologie historique » proposé dès 1969 pour qualifier sa philosophie des sciences.

Enfin, c'est à lui que l'on doit cette insistance sur *l'énigmatique duplicité de l'œuvre et du personnage* inscrite dans le titre même de son ouvrage, *Bachelard ou le jour et la nuit*. <sup>11</sup>

En conclusion, et en bref, disons que la vision de l'œuvre bachelardienne est alors *faussée, dénaturée, déformée et incomplète*, pour ne pas dire *mutilée*, malgré cette vague de renouveau.

### C. TROISIÈME VAGUE. Des années 1980 à nos jours

Cette vague, bien plus récente et bien plus complexe, n'est autre que notre contemporain. Il n'est qu'à souligner ici l'importance des recherches de spécialistes comme Jean-Jacques Wunenburger, Daniel Parrochia, Giuseppe Sertoli, Gaspare Polizzi, Carlo Vinti, Maria Rita Abramo, Francesca Bonicalzi ou Mario Castellana et, dans la nouvelle génération, Fabrizio Paolombi, Gerardo Ienna, Paola Donatiello, Francesco Garofalo, Michel-Élie Martin, Julien Lamy ou Vincent Bontems.

Nous sommes partis de cette base, de ce fonds représenté par les *deux premières vagues*, elles-mêmes conçues comme progression dans les études consacrées à l'œuvre de Gaston Bachelard, en ayant à l'esprit *l'énigme d'une dualité prétendue*.

Or, il nous semble désormais nécessaire, non seulement de reprendre la lecture « interne » des textes, souvent bien plus difficile qu'il n'y paraît, mais également d'en étendre l'analyse au « compagnonnage » de Bachelard avec les scientifiques-philosophes les plus notables (ses contemporains) qui partageaient avec lui ce que nous appelons désormais son « surrationalisme » (Edmund Husserl parlera en 1935 de « ein Art Überrationalismus »), catégorie centrale élaborée par Bachelard en 1936. <sup>12</sup>

<sup>10</sup> D. Lecourt, *L'Épistémologie historique de Gaston Bachelard* [1969], Paris, Vrin, 1978<sup>2</sup>, Avant-propos de Georges Canguilhem, p. 7 (nous soulignons).

<sup>11</sup> D. Lecourt, *Bachelard ou le jour et la nuit*, op. cit., *passim*.

<sup>12</sup> G. Bachelard, « Le surrationalisme », in *Inquisitions*. Organe du Groupe d'Études pour la Phénoménologie Humaine, n° 1, juin 1936, L. Aragon, R. Caillois, J.-M. Monnerot, T. Tzara (dir.), Paris, Éditions sociales. Réédition, *Inquisitions. Du Surréalisme au Front Populaire*, Paris, Éditions du Cnrs, 1990.

Une autre manière de formuler ce nouvel horizon, qui est celui d'un *Gaston Bachelard rectifié*, serait de parler ici des *spectres de Gaston Bachelard*.<sup>13</sup>

Ce cadre générique qui est celui du « Surrationalisme » est caractérisé par les dialectiques de la raison : celle-ci remet en effet en question son axiomatique, et elle se réforme à partir des expériences *qui l'infirmement*. Ici, les spectres, présents partout, jouent simultanément comme concepts scientifiques et épistémologiques distribuant les « philosophèmes » d'un nouvel esprit scientifique, et comme « fantômes » des *actes* épistémologiques de savants élaborant leur propre description épistémologique.

Dès lors : quels sont les traits essentiels de cette « figure Bachelard » ou de son « personnage conceptuel » qui doivent absolument être rectifiés ou adjoints aux différents profils élaborés jusqu'ici durant les trois vagues brièvement décrites ci-dessus ?

C'est essentiellement le « *trait* » *mathématique* de ce grand spécialiste de la physique mathématique. Et ce trait se profile à partir de 1927, dès sa thèse d'État, avec *L'Essai sur la connaissance approchée*<sup>14</sup> et sa Thèse complémentaire, *Étude sur l'évolution d'un problème de physique. La propagation thermique dans les solides*<sup>15</sup>. Il convient d'y ajouter, formant ainsi un triptyque fondateur, *La Valeur inductive de la relativité* parue en 1929<sup>16</sup>. On peut montrer facilement que la « figure mathématisante » du Bachelard philosophe des sciences, qui est extrêmement sensible aux développements de l'algèbre contemporaine, aux géométries non-euclidiennes, à la théorie de jauge weylienne, mais également aux questions logiques et axiomatiques, est *déjà intégralement présente et dominante* au cœur de ces trois textes inauguraux<sup>17</sup>.

Si certaines des études bachelardiennes consacrées à la théorie einsteinienne de la relativité générale ou aux mathématiques « modernes »<sup>18</sup> sont pour partie déjà avancées, il reste encore à développer ces approches nouvelles sous bien des angles et à porter désormais une bien plus grande attention aux analyses absolument fondamentales que Bachelard a pu proposer de la mécanique quantique.

<sup>13</sup> Voir sur ce point, C. Alunni, *Spectres de Bachelard*, *op. cit.*, 2019.

<sup>14</sup> G. Bachelard, *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1927.

<sup>15</sup> G. Bachelard, *Étude sur l'évolution d'un problème de physique. La propagation thermique dans les solides*, Paris, Vrin, 1927.

<sup>16</sup> G. Bachelard, *La Valeur inductive de la relativité*, Paris, Vrin, 1929.

<sup>17</sup> Voir sur ce point crucial le rôle central et profondément ambiguë de Roger Martin dans l'interprétation erronée qu'il donne du rapport de Bachelard au monde mathématique : R. Martin, « Bachelard et les Mathématiques » (1970), in *Bachelard. Colloque de Cerisy*, Paris, Union Générale d'Éditions, coll. « 10/18 », 1974, H. Gouhier, R. Poirier (dir.). Pour une analyse critique de cette position devenue absolument dominante, cf. C. Alunni, « Bachelard face aux mathématiques », in *Spectres de Bachelard*, *op. cit.*, ch. IV, pp. 113-138.

<sup>18</sup> Je renvoie ici à la nomenclature établie par Fernando Zalamea dans sa *Philosophie synthétique de la mathématique contemporaine*, Paris, Hermann, coll. « Pensée des sciences », 2018 ; et en particulier sur sa distinction fondamentale entre « mathématiques modernes » et « mathématiques contemporaines », et entre « mathématiques élémentaires » et « mathématiques avancées » ; cf. ch. 1 et ch. 2, pp. 19-78.

Dans le même sens, il faut continuer à interroger ses interactions avec l'« école surrationaliste » des physiciens, mathématiciens et philosophes de son époque, tout en interrogeant les prolongements de son œuvre chez nos contemporains.

C'est bien ce à quoi s'attèlent les différents intervenants de ce numéro des *Bachelard Studies*.

*Charles Alunni*

École normale supérieure de Paris  
charles.alunni@ens.fr



## Editoriale

### *Gaston Bachelard e l'odierna filosofia delle scienze*

Il “personaggio concettuale” *Gaston Bachelard* non è una figura monolitica, cristallizzata e fissa, ma appartiene alla storia e al tempo, pertanto è utile ricostruire le tappe che lo inscrivono all'interno di questa storia.

Senza semplificare eccessivamente, si potrebbero individuare tre ondate che hanno marcato e ritmato gli studi bachelardiani fra l'inizio degli anni Sessanta e il primo quarto del Ventunesimo Secolo.

#### **A – PRIMA ONDATA**

Possiamo considerarla come periodo in cui emerge essenzialmente il problema del “dualismo” bachelardiano. Quali sono state le interpretazioni che hanno rifiutato la “vulgata dualista” e poi operato in favore di una rivalutazione strettamente duale di Bachelard? Si tratta degli studi inaugurali di Jean Hyppolite, di Georges Canguilhem e di François Dagognet, che a quel tempo furono occultati dal successo delle letture d'ispirazione althusseriana e marxista dell'epistemologia bachelardiana: un'ondata che si solleva e che domina in Francia dagli anni Sessanta agli anni Ottanta.

Nel 1954, Jean Hyppolite, in un primo testo consacrato all'opera di colui che allora presentava come suo maestro e amico, e di cui sottolineerà, dieci anni dopo, la dimensione “enigmatica”, invita a considerare la filosofia di Gaston Bachelard, proponendo una formula che diventerà proverbiale, come: “un romanticismo dell'intelligenza, una teoria trascendentale dell'immaginazione creatrice”. A questo proposito, Hyppolite precisa:

Non è di poco interesse osservarne lo sviluppo su queste due vie apparentemente molto differenti. A volte sembrano sorgere da un centro comune in cui si incrociano, altre volte sembrano opporsi radicalmente, servendosi *mutualmente* da antitesi dialettica

; l'una serve a purificare l'altra. E chiaro, però, senza poterlo ancora esplicitare del tutto, che appartengono a *una stessa filosofia, a un esistenzialismo speculativo e estetico*<sup>1</sup>.

Hyppolite, riprende questo tema nel 1963, nove anni dopo, sotto forma di autocritica:

L'unità di pensiero dello scienziato e del poeta non è un'unità scolastica, che si scopre in un'idea generale, una falsa astrazione. C'è sicuramente *un* centro, un punto di riconciliazione, *un nucleo vivente in cui tutto converge*<sup>2</sup>.

È in una prospettiva simile che Georges Canguilhem interviene nel dibattito, in occasione del volume collettivo *Hommage à Gaston Bachelard*, riunendo diversi studi raccolti tra colleghi, allievi, discepoli e amici. Canguilhem introduce il suo discorso andando dritto al punto, sottolineando una difficoltà rilevante:

se è vero che si tratta dello 'stesso uomo' che ha effettivamente scritto sulla scienza e sulla poesia, e se, dopo una lettura attenta dell'opera e una riflessione approfondita, si può identificare *uno 'stesso approccio'* nei diversi opere di Bachelard, *questo non appare necessariamente in prima approssimazione*<sup>3</sup>.

Con François Dagognet constatiamo che nel suo primo lavoro significativo, affronta il problema della *dualità del bachelardismo* in un saggio intitolato: "Il problema dell'unità":

Noi ci pronunciamo contro la scissione, contro questa eccessiva dissociazione. Svilupperemo la tesi non tanto di un contrasto tra le due regioni del suo universo quanto di una contaminazione reciproca *dell'una con l'altra*. I due bordi, che Bachelard ha così tanto disgiunto, si congiungono, a sua insaputa, *dal basso*<sup>4</sup>.

È degno di interesse che in questo stesso testo, Dagognet insista sulla *dimensione quasi epistemologica delle ricerche bachelardiane sulle immagini*: Bachelard elabora *di fatto* ciò che pretende rifiutare: "E quello che non voleva, alla fine, e nonostante tutto, lo ha elaborato: una neo-scienza della Letteratura"<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Jean Hyppolite, *Gaston Bachelard ou le romantisme de l'intelligence*, « Revue philosophique » (gennaio – marzo 1954), in *Figures de la pensée philosophique. Écrits de Jean Hyppolite (1931-1968)*, tomo II, Paris, PUF, 1971, p. 644-645.

<sup>2</sup> Jean Hyppolite, *L'imaginaire et la science chez Bachelard*, Conferenza tenuta a Bruxelles il 7 Febbraio 1963, in *Figures de la pensée philosophique*, op. cit., p. 677.

<sup>3</sup> G. Canguilhem, "Sur une épistémologie concordataire", in *Hommage à Gaston Bachelard. Étude de philosophie et d'histoire des sciences*, Paris, PUF, 1957, pp. 3-12. Citato da J. Lamy, "Le dualisme bachelardien, un 'faux problème' ?", in *Cahiers Gaston Bachelard*, Université de Bourgogne, 2012, *Sciences, imaginaire, représentation : le bachelardisme aujourd'hui* et *Le pluralisme cohérent de la philosophie de Gaston Bachelard*, Tesi di dottorato in filosofia, diretta da Jean-Jacques Wunenburger, Lyon, 2014.

<sup>4</sup> François Dagognet, "Le problème de l'unité", *Revue Internationale de Philosophie*, 1984, vol. 38, N° 150 (3), *Bachelard. Inédit, Correspondance avec Buber* (1984), p. 245-256 (cit. p. 248).

<sup>5</sup> *Ibidem*, p. 248.

## B – SECONDA ONDATA

La seconda ondata comincia negli anni Settanta. Mettendo da parte l'importante volume – sul quale ritornerò – pubblicato esattamente nel 1970 col titolo *Bachelard. Colloque de Cerisy*, questa seconda ondata corrisponde alla *prosecuzione di una lettura marxista* di Bachelard, una sorta di “chiusura inaugurale” o “d’entrata dal fondo” nell’opera del Maestro. Questo è stato un momento molto stimolante e al tempo stesso profondamente deludente, insoddisfacente. È stato il momento in cui Dominique Lecourt insegnava alla Sorbona e Althusser e Derrida all’École normale.

L’orientamento dato al bachelardismo, da Louis Althusser e dai suoi accoliti<sup>6</sup>, si dirige essenzialmente verso il senso di un “materialismo dialettico” pensato in termini esclusivamente epistemologici. Esso ha largamente condizionato la *ricezione* e il modo di affrontare l’opera di Bachelard in Francia, con il rischio di trasmettere un’*immagine deformata e semplificata* del bachelardismo, immagine che non è più conforme a ciò che troviamo nella lettura dei testi che compongono l’opera colta nella sua integralità, con la sua *audacia speculativa* e *le sue visioni a volte enigmatiche*. Un’opera che dobbiamo sforzarci ad analizzare e di spiegare e non di squalificare *a priori* sulla base di una petizione di principio<sup>7</sup>.

Possiamo dunque parlare di questo periodo come quello di una “vulgata bachelardiana” in quanto semplice *approssimazione al bachelardismo*, un’*approssimazione immediata e naif* che aspettava di essere rettificata da una seconda approssimazione. La parola d’ordine era quindi “rottura epistemologica”, espressione che Bachelard non ha mai usato, ma che divenne la chiave quasi esclusiva per penetrare all’interno della sua opera.

Possiamo citare le opere di Michel Vadé<sup>8</sup> e di Dominique Lecourt<sup>9</sup>, che applicarono alla loro riflessione sull’opera bachelardiana, *una struttura estrinseca di pre-comprensione*, troppo lontana dagli interrogativi, dai temi e dai concetti che l’animavano, sia dal punto di vista dell’organizzazione che degli sviluppi interni. Entrambi avanzano il problema dell’interpretazione di Bachelard *attraverso il prisma dell’eredità marxista e della sua ricezione francese*, collocandosi nello spazio teorico aperto dalla lettura che Althusser faceva del materialismo dialettico. Georges Canguilhem, nella Prefazione al libro di Dominique Lecourt, *L’épistémologie historique de Gaston Bachelard* pubblicato nel 1969, aveva colto questa distorsione invitando i lettori a prendere coscienza che Ba-

<sup>6</sup> Si veda L. Althusser, *Philosophie et philosophie spontanée des savants* (1967), Paris, François Maspero, 1974. F. Balibar, “Le cours de philosophie pour scientifiques”, in A. Cavazzini (dir.), *Scienza, epistemologia, società. La lezione di Louis Althusser*. Venezia, 29-30-31 ottobre 2008 atti del convegno, Milano-Udine, Mimesis, 2009, pp. 15-27.

<sup>7</sup> Cfr. per esempio, C. Alunni, “Gaston Bachelard, ancora e ancora”, Prefazione a Gaston Bachelard, *Metafisica della matematica*, a cura di Gerardo Ienna e Charles Alunni, Castelveccchi, 2016, pp. 19-39. Più generalmente, si veda C. Alunni, *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l’école surrationaliste*, Paris, Hermann, “Pensée des sciences”, 2019, *passim*.

<sup>8</sup> Michel Vadée, *Bachelard ou le nouvel idéalisme épistémologique*, Paris, Éditions sociales, 1975.

<sup>9</sup> Dominique Lecourt, *Bachelard ou le jour et la nuit*, Paris, Grasset, 1974.

chelard “con il suo studio, mobilita certi concetti epistemologici il cui *luogo d'importazione non è dissimulato*”<sup>10</sup>.

Nel quadro di una ricostruzione del bachelardismo ufficiale in Francia, non si può fare a meno di richiamare i lavori di Dominique Lecourt, che costituiscono in questo periodo il paradigma stesso della ricezione francese di Bachelard, costituendone un asse essenziale. Dalle sue prime pubblicazioni, Lecourt lavora alla valorizzazione del patrimonio bachelardiano, in particolare attraverso l'invenzione del neologismo “*epistemologia storica*”, proposto nel 1969 per qualificare la sua filosofia della scienza.

Infine, è a lui che si deve l'insistenza sull'enigmatica duplicità dell'opera e del personaggio inscritta fin nel titolo del suo lavoro, *Bachelard ou le jour et la nuit*.<sup>11</sup>

In conclusione, e in breve, possiamo dire che la visione dell'opera bachelardiana è *falsificata, denaturata, deformata e incompleta*, per non dire *mutilata*, malgrado quest'ondata di rinnovamento.

### C – TERZA ONDATA. Dagli anni Ottanta ad oggi

Quest'ondata, molto più recente e anche molto più complessa, corrisponde alla contemporaneità. Occorre sottolineare l'importanza di alcuni specialisti come: Jean-Jacques Wunenburger, Daniel Parrochia, Giuseppe Sertoli, Gaspare Polizzi, Carlo Vinti, Maria Rita Abramo, Francesca Bonicalzi o Mario Castellana e fra le nuove generazioni, Fabrizio Palombi, Gerardo Ienna, Paola Donatiello, Francesco Garofalo, Michel-Élie Martin, Julien Lamy e Vincent Bontems.

Siamo partiti dalla base, dal fondo rappresentato dalle *prime due ondate*, concepite come una progressione negli studi dedicati all'opera di Gaston Bachelard avendo in mente *l'enigma di una pretesa dualità*.

Ci sembra ormai necessario, non solo riprendere la lettura “interna” dei testi, spesso più difficile di come possa sembrare, ma di estendere l'analisi al modo in cui Bachelard si avvicina agli scienziati-filosofi più importanti (sui contemporanei), che condividevano con lui ciò che chiamiamo “surrationalismo” (Edmund Husserl parlerà nel 1935 di “*ein Art Überrationalismus*”), categoria fondamentale elaborata da Bachelard nel 1936<sup>12</sup>.

Un altro modo di formulare questo nuovo orizzonte, cioè quello di *un Gaston Bachelard rettificato*, sarebbe quello di parlare degli *spettri di Bachelard*<sup>13</sup>.

<sup>10</sup> Dominique Lecourt, *L'Épistémologie historique de Gaston Bachelard* [1969], Paris, Vrin, 1978<sup>5</sup>, Prefazione di Georges Canguilhem, p. 7.

<sup>11</sup> Dominique Lecourt, *Bachelard ou le jour et la nuit*, cit.

<sup>12</sup> Gaston Bachelard, *Le surrationalisme*, « Inquisitions », “Organe du Groupe d'Études pour la Phénoménologie Humaine”, n° 1, Giugno 1936, eds. Louis Aragon, Roger Caillois, Jules-M. Monnerot, Tristan Tzara, Paris, Éditions sociales. Nuova edizione, *Inquisitions. Du Surréalisme au Front Populaire*, Paris, Éditions du Cnrs, 1990.

<sup>13</sup> Cfr. Charles Alunni, *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'école surrationaliste*, Paris, Hermann, coll. “Pensée des sciences”, 2019.

Tale quadro generale, legato al “Surrationalismo”, è caratterizzato dalle dialettiche della ragione, che rimettono in questione un’assiomatica e si riformano a partire dalle esperienze che le *confutano*. Gli spettri, presenti ovunque, funzionano contemporaneamente sia come concetti scientifici e epistemologici, distribuendo “filosofemi” di un nuovo spirito scientifico, che come “fantasmi” di *atti* epistemologici di scienziati che stanno elaborando la propria descrizione epistemologica.

Di conseguenza: quali sono i tratti essenziali di questa “figura Bachelard” e del suo “personaggio concettuale”, che devono assolutamente essere rettificati (o aggiunti) rispetto ai diversi profili elaborati anteriormente nel corso delle tre ondate che ho brevemente descritto?

È essenzialmente il “tratto” *matematico* del grande specialista di fisica matematica. Questo tratto si profila a partire dal 1927 dalla sua tesi di dottorato, *Saggio sulla conoscenza approssimata* e dalla sua tesi complementare *Étude sur l'évolution d'un problème de physique. La propagation thermique dans les solides*. Converrebbe aggiungere, formando un trittico fondativo, *La Valeur inductive de la relativité* pubblicato nel 1929. Si può facilmente mostrare come la “figura matematizzante” di un Bachelard filosofo delle scienze, estremamente sensibile agli sviluppi algebrici contemporanei, alle geometrie non euclidee, alla teoria di gauge weyliana, ma anche alle questioni logiche e assiomatiche, sia *già integralmente presente e dominante* in questi tre testi inaugurali<sup>14</sup>.

Se una parte degli studi bachelardiani consacrati particolarmente alla teoria einsteiniana della relatività generale o alle matematiche “moderne”<sup>15</sup> si trova ad uno stato già avanzato, restano ancora da sviluppare questi nuovi approcci da diversi punti di vista, prestando molta più attenzione alle analisi assolutamente fondamentali della meccanica quantistica proposte da Bachelard.

Allo stesso modo, dobbiamo continuare a interrogare le sue interazioni con la “scuola surrationalista” dei fisici, matematici e filosofi dell’epoca, nonché i prolungamenti della sua opera presso i nostri contemporanei.

È quanto cercano di fare i vari collaboratori di questo numero di *Studi Bachelardiani*.

Charles Alunni  
École normale supérieure de Paris  
charles.alunni@ens.fr

<sup>14</sup> V. su questo punto il ruolo centrale e profondamente ambiguo di Roger Martin nell’interpretazione erranea che dà sul rapporto di Bachelard e il mondo della matematica nella conferenza *Bachelard et les Mathématiques* del 1970, in *Bachelard. Colloque de Cerisy*, Paris, Union Générale d’Éditions, coll. “10/18”, 1974, ed.. Henri Gouhier, René Poirier. Per un’analisi critica di questa posizione diventata assolutamente dominante, cf. C. Alunni, «Bachelard face aux mathématiques», in *Spectres de Bachelard*, op. cit., ch. IV, pp. 113-138.

<sup>15</sup> Rinviamo alla nomenclatura stabilita Fernando Zalamea nella sua *Philosophie synthétique de la mathématique contemporaine*, Paris, Hermann, coll. “Pensée des sciences”, 2018 ; e in particolare sulla distinzione fondamentale fra “matematiche moderne” e “matematiche contemporanee” e fra “matematiche elementari” e “matematiche avanzate”, Cap. 1 e Cap.. 2, pp. 19-78.









# Maria Rita Abramo

## Sul valore “induttivo” del razionalismo di Gaston Bachelard

### 1. “Tonus razionalista” e dinamismo induttivo

Fin qui molto è stato scritto sulla *natura* del razionalismo di Gaston Bachelard. Ancora una pagina senza il rischio d’incorrere nel *già-detto* è un proposito che tentiamo in questa sede di perseguire.

Bachelard è infaticabile nell’accompagnare il termine razionalismo con una serie di aggettivi che, pur specificandolo, incrementano l’estensione del suo significato: regionale, aperto, progressivo, integrale, dialettico, applicato, al lavoro, istruito, polemico, sperimentale<sup>1</sup>.

Rationalisme enseignant par opposition au rationalisme enseigné [...], rationalisme du contre, irrationalisme [...], corrationnalisme [...], rationalisme approchant par opposition au rationalisme approché [...], intersubjectivité rationaliste [...], rationalisme questionnant par opposition au rationalisme enseigné, *cogitamus* rationnel [...], rationalisme mathématique [...], rationalisme scientifique [...], rationalisme prospecteur par opposition au rationalisme traditionnel [...], rationalisme complexe, dialectique, surrationalisme [...], surrationalisme dialectique [...], rationalisme discursif [...], rationalisme actif [...], rationalisme expérimental, rationalisme ouvert par opposition au rationalisme fermé ou encore au rationalisme sclérosé [...], matérialisme instruit [...]. La première remarque à faire concerne effectivement la multiplicité des façons d’exprimer ce rationalisme<sup>2</sup>.

*Razionalismo* è, essenzialmente, la filosofia del “ri”: «se dovessimo definire il razionalismo, occorrerebbe definirlo come un pensiero chiaramente rinnovato, ogni giorno [...]. Si tratta della filosofia del “ri”, “ri”, “ri”, “ricominciare”, “rinnovare”, “riorganizzare”»<sup>3</sup>. «Filosofia del “ri”, del rinnovamento e della riorganizzazione,

<sup>1</sup> Bonicalzi, F., *Bachelard e il tempo della ragione*, in Bachelard, G., *L’impegno razionalista*, tr. it. di E. Sergio, a cura di F. Bonicalzi, Milano, Jaca Book, 2003, pp. 7-17, p. 14 [*L’engagement rationaliste*, Paris, Puf, 1972].

<sup>2</sup> Minko M’Obame, J.-F., *La conception bachelardienne de la connaissance scientifique. Le rationalisme de Gaston Bachelard*, Paris, Éd. Connaissances et Savoirs, 2011, p. 220. Preferiamo citare in lingua originale questo *concerto* di nomi con cui Bachelard ha contrassegnato il suo *razionalismo*: ci pare, così, di risentirli dalla sua viva voce.

<sup>3</sup> Bachelard, G., *Sulla natura del razionalismo*, in *L’impegno razionalista*, cit., pp. 63-102, p. 67 [*De la nature du rationalisme* (1950), in *L’engagement rationaliste*, cit., pp. 45-88].

il razionalismo è una filosofia aperta e dialettica; conquista il suo tono solo accettando la regionalità e dandosi una base assiomatica: ricominciamento, apertura, specializzazione e assiomatizzazione formano i quattro pilastri del razionalismo militante di Bachelard»<sup>4</sup>.

*Razionalismo* è parola che manca nei primi scritti di Bachelard. Ma se a mancare è il nome, ne consegue che pure l'idea manca? Com'è noto, più di un interprete ha sostenuto che Bachelard non è stato "razionalista" da sempre, ma a un certo punto lo è "diventato".

«Si può, dunque, dirlo, il primo Bachelard non è razionalista: non sono i temi razionalisti che strutturano la sua filosofia iniziale. Del resto, lui stesso lo ha detto, in una celebre battuta [...]: "Razionalista? Cerchiamo di *diventarlo* non soltanto nell'insieme della nostra cultura, ma nel dettaglio dei nostri pensieri, nell'ordine dettagliato delle nostre immagini familiari"»<sup>5</sup>.

Di più, si è parlato di una "conversione" di Bachelard al razionalismo<sup>6</sup>.

*Razionalismo* non è un invariante del lessico bachelardiano. Il termine è raro nelle prime opere epistemologiche [...]. Jean-Claude Pariente è uno dei pochi commentatori ad aver proposto un'immagine precisa della genesi del razionalismo bachelardiano [...], ha sostenuto che [esso] si è stabilito "negativamente", al termine di un lungo lavoro di critica delle ontologie opposte dell'idealismo e del realismo [...], cioè delle due ontologie tra le quali oscillano senza posa le due tesi del 1928, e in particolare l'*Essai sur la connaissance approchée* [...]. Bachelard non è sempre stato razionalista. Questa posizione teorica è nata da una liquidazione delle categorie di idealismo e di realismo che egli aveva appreso nel contesto della filosofia scientifica francese d'inizio secolo<sup>7</sup>.

<sup>4</sup> Pariente, J.-C., *Rationalisme et ontologie chez Gaston Bachelard* [1984], in Bitbol, M., Gayon, J., (eds.), *L'épistémologie française, 1830-1970*, Paris, Éd. Matériologiques, 2015, pp. 235-263, p. 235, traduzione nostra.

<sup>5</sup> *Ivi*, pp. 236-237. Il riferimento a Bachelard è nell'Introduzione di Bachelard, G., *L'eau et les rêves. Essai sur l'imagination de la matière* (1942), Paris, J. Corti, 1987, p. 10. Nella traduzione italiana (con il titolo di *Psicanalisi delle acque. Purificazione, morte e rinascita*, a cura di M. Cohen Hems, Como, Red, 1987) l'Introduzione, il capitolo II e la Conclusione sono stati omessi; una traduzione italiana dell'Introduzione col titolo di *Immaginazione e materia* è presente in Bachelard, G., *Il mondo come capriccio e miniatura*, tr. it. di F. Conte, Milano, Gallone, 1997, pp. 32-42.

<sup>6</sup> Cfr. Gayon, J., *Bachelard: Le rationalisme appliqué*, Vanves, Centre National d'Enseignement à Distance, 1995, pp. 11, 15, 23, 24, traduzione nostra; cfr. Pariente, J.-C., *Rationalisme et ontologie chez Gaston Bachelard*, cit., p. 251 (dove si parla di «conversion au rationalisme» o, per meglio dire, di «construction du rationalisme»).

<sup>7</sup> Gayon, J., *Bachelard: Le rationalisme appliqué*, cit., pp. 12, 16, 23. La posizione di Gayon non appare del tutto sovrapponibile a quella di Pariente. Scrive Gayon: «Ma non ci sembra adeguato concludere che le due ontologie [realismo e idealismo] abbiano subito esattamente la medesima sorte. L'idealismo è stato congedato senza remissione [...]. Il realismo è stato reinterpretato [...]. La conversione razionalista non sarebbe stata possibile senza il concetto di razionalismo applicato. Ma la filosofia ricostruita sotto il nome di "razionalismo applicato" implicava di più: implicava che il razionalismo fosse identificato, non più come una concezione tra le tante del problema dell'origine delle conoscenze, ma come un valore» (*ivi*, p. 23).

Dunque, non sarebbe ancora razionalista il Bachelard dei primissimi scritti (*les œuvres du début*<sup>8</sup>), precisamente delle due “tesi” del 1928<sup>9</sup>, dove – come scrive Pariente,

Il concetto e il lessico della razionalità non sono significativamente presenti [...]; non ne supportano gli enunciati principali, non ne organizzano la coerenza [...]. Bachelard è, evidentemente, in possesso di alcune delle sue idee fondamentali fin dall’inizio. È così che l’*Étude sur l’évolution d’un problème de physique: la propagation thermique dans les solides* analizza, a proposito dell’opera di Gabriel Lamé, il ruolo della matematica in termini che figurerebbero senza difficoltà nei libri inseriti sotto l’insegna del razionalismo; è il caso, ad esempio, di quando Bachelard scrive: “Con Lamé, il calcolo deve fare tutto. Deve fornire l’ipotesi, coordinare i domini, costruire di sana pianta il fenomeno”. Ma l’articolazione delle idee fondamentali è molto diversa da quella che si troverà negli scritti finali. Quando l’*Essai sur la connaissance approchée* insegna che la conoscenza ha tutto il suo senso solo se la si prende “nel suo corso, lontano dalla sua origine sensibile”, ci si accorge che, malgrado le apparenze, questo insegnamento non anticipa la filosofia del “ri”, così caratteristica del razionalismo di Bachelard; riposa nel 1928 su una dialettica tra vecchio e nuovo, che vede ne “la sollecitazione di un reale inesauribile” la fonte del dinamismo della conoscenza; ora, questo appello al reale [...] perderà di ogni efficacia negli scritti razionalisti degli anni Cinquanta. Possiamo dunque dirlo, il primo Bachelard non è razionalista<sup>10</sup>.

Razionalismo sarebbe, perciò, da intendere come il punto di svolta di un *secondo Bachelard diurno* (quello della “trilogia” del ‘49-53<sup>11</sup>), centrato su un impegno razionalista più maturo, ormai distante dal *primo-primissimo Bachelard* (degli scritti del 1928), che sarebbe, piuttosto, rimasto sospeso tra “realismo” e “idealismo”, per incamminarsi poi, con la successiva produzione degli anni ‘30-40, verso la strutturazione di una posizione epistemologica sua propria.

Posto che non v’è prospettiva filosofica autentica che nasca già *tutta com’è, bell’e compiuta*, e, ancor più, non sia in cammino verso se stessa, e non passi dialetticamente attraverso la sua stessa negazione per il suo decisivo sviluppo, e non si collochi in stato di *riorganizzazione* permanente, c’è però, a nostro avviso, una questione sulla quale conviene sostare: se nel “profilo epistemologico” del razionali-

<sup>8</sup> Pariente, J.-C., *Rationalisme et ontologie chez Gaston Bachelard*, cit., p. 236.

<sup>9</sup> Com’è noto, Bachelard consegue il dottorato nel 1927 con una tesi diretta da Léon Brunschvicg, l’*Essai sur la connaissance approchée*, dedicata ad Abel Rey e pubblicata dall’editore parigino Vrin nel 1928 (Bachelard, G., *Saggio sulla conoscenza approssimata*, tr. it. di E. Castelli Gattinara, Milano-Udine, Mimesis, 2016), insieme alla dissertazione complementare, dedicata a Léon Brunschvicg, dal titolo *Étude sur l’évolution d’un problème de physique: la propagation thermique dans les solides* (Paris, Vrin, 1928), quest’ultima ancora mai tradotta in edizione italiana completa.

<sup>10</sup> Pariente, J.-C., *Rationalisme et ontologie chez Gaston Bachelard*, cit., p. 236.

<sup>11</sup> Gayon, J., *Bachelard : Le rationalisme appliqué*, cit., p. 8. Compongono la “trilogia razionalista” del 1949-1953: *Le rationalisme appliqué* (Paris, Puf, 1949), *L’activité rationaliste de la physique contemporaine* (Paris, Puf, 1951), *Le matérialisme rationnel* (Paris, Puf, 1953). Per Gayon, «la trilogia del 1949-53 è precisamente la dottrina del razionalismo impegnato, come posizione ormai centrale della filosofia scientifica di Gaston Bachelard» (*ivi*, p.13).

smo bachelardiano non sia incluso, per così dire, un “fattore k”, cioè una costante, emergente fin dagli albori, rintracciabile già nei primi scritti.

«Bachelard non ignora nel 1928 quello che più tardi chiamerà il valore induttivo della matematica [...]. A questo proposito, *l'Étude sur l'évolution d'un problème de physique: la propagation thermique dans les solides* è più all'avanguardia rispetto all'*Essai sur la connaissance approchée*»<sup>12</sup>.

Dicevamo dei primi scritti, con ciò intendendo l'opportunità di riferirsi, però, non soltanto alle due tesi di dottorato, ma soprattutto a *La valeur inductive de la relativité*, l'opera del '29 costretta a lungo nella penombra di un vincolo d'interdizione editoriale che il suo stesso autore avrebbe imposto, affinché non fosse mai più ristampata e, forse anche per questo, spesso trascurata, sbrigativamente archiviata, se non del tutto ignorata da generazioni di studiosi, specialisti di Gaston Bachelard, tranne qualche preziosa e rara eccezione.

«*La Valeur inductive de la relativité* è senza dubbio il testo meno conosciuto di tutta l'opera di Gaston Bachelard. Di fronte al silenzio quasi totale, all'assenza di letture, non si trovano che delle interpretazioni di “primo genere”, basate su alcuni “sentiti dire” discorsivi, che assumono l'autorità di pseudo-*standard*»<sup>13</sup>. Così Charles Alunni si esprimeva, già nel lontano 1999. Più tardi, nel 2005, Frédéric Fruteau de Laclos avvertiva: «*La valeur inductive de la relativité* è un libro [...] raramente studiato [...], un libro essenziale, non solo per comprendere le condizioni della ricezione francese della teoria della relatività, ma anche per cogliere il senso dell'evoluzione intellettuale del giovane epistemologo Bachelard»<sup>14</sup>.

Ma, superati di un decennio i tre quarti di secolo, nel 2014, presso l'editore Vrin di Parigi, il testo viene ripubblicato, con una prefazione a cura di Daniel Parrochia<sup>15</sup>.

<sup>12</sup> Pariente, J.-C., *Rationalisme et ontologie chez Gaston Bachelard*, cit., p. 240.

<sup>13</sup> Alunni, C., *Relativités et puissances spectrales chez Gaston Bachelard*, in “Revue de Synthèse”, IV série, n. 1, janv.-mars 1999, pp. 73-110, p. 74. Questo contributo è stato ulteriormente rielaborato e incluso in Alunni, C., *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'École surrationnaliste*, Paris, Hermann, 2019, pp. 12-70.

<sup>14</sup> Fruteau de Laclos, F., *Bachelard et la valeur réaliste de la Relativité*, “Bulletin de l'Association des Amis de Gaston Bachelard”, n. 7, 2005, pp. 47-67, p. 47, traduzione nostra.

<sup>15</sup> Sulle ragioni (variamente interpretate) per le quali Bachelard avrebbe espresso parere contrario alla ristampa cfr. Chazal, G., *Bachelard et la relativité*, “Cahiers Gaston Bachelard”, n. 12, 2012, pp. 37-48. Chazal parla del «silence de Bachelard» sulla Relatività a partire da un certo sviluppo del suo pensiero (*ivi*, pp. 37, 38, 46-48). Parrochia fa propria questa tesi: «Perché tale opposizione? Tra le ragioni che si possono invocare [...] la filosofia di Bachelard è cambiata» (Parrochia, D., *Preface*, in Bachelard, G., *La valeur inductive de la relativité*, Paris, Vrin, 2014, pp. 7-60, p. 8). Aggiunge: «Chazal mostra anche che la successiva evoluzione di Bachelard potrebbe essere dovuta pure al fatto che la scienza si è evoluta e che il suo centro di gravità, nella prima metà del XX secolo, si è spostato dalla teoria della relatività alla meccanica quantistica, il che spiegherebbe il relativo silenzio di Bachelard sulla teoria di Einstein dopo il *Nouvel Esprit Scientifique*. Ma Bachelard, secondo noi, ha fatto più che “evolversi” [...] è di sicuro cambiato» (Parrochia, D., *Preface*, cit., pp. 59-60 n. 1). Al contrario, per Charles Alunni lo sviluppo del percorso bachelardiano sulla Relatività non avrebbe conosciuto, da parte di Bachelard, alcun “voltafaccia” ovvero nessuna più o meno moderata inversione di marcia. Così egli scrive, replicando a Parrochia: «Per ciò che concerne gli assi portanti difesi nel 1929, non si vede in cosa ci sarebbe cambiamento [...], non esiste alcuna contraddizione [...]. Riassorbendo la rottura tra il lato diurno e il lato notturno dell'opera bachelardiana, Parrochia ripristina ormai la

È ancora Alunni che scrive: «la riedizione di un testo centrale dell'opera bachelardiana, 85 anni dopo la sua pubblicazione, è cosa sufficientemente rilevante per attirare tutta la nostra attenzione»<sup>16</sup>.

Eppure, Bachelard l'aveva ribadita, di suo pugno, l'intenzione che animava quello scritto, quasi a promuoverlo a tutti gli effetti nell'itinerario che scandisce il definirsi del suo razionalismo.

«Qualche anno fa abbiamo scritto un libro speciale allo scopo di mettere in luce il carattere di novità essenziale delle dottrine relativiste. Abbiamo soprattutto insistito sul valore induttivo delle nuove matematiche, dimostrando, in particolare, che il calcolo tensoriale è un vero e proprio metodo di invenzione»<sup>17</sup>.

Dunque, uno scritto sulla Relatività (comunemente ritenuto, sin dal titolo, in polemica con Meyerson e il suo realismo deduttivista<sup>18</sup>), dal quale emerge più di un nodo concettuale *epistemologicamente* rilevante<sup>19</sup>, assai più della questione sulla

divisione nel cuore stesso del suo pensiero diurno, tra un *Bachelard I* (relativista nel 1929 [...]) e un *Bachelard II* (pienamente quantista nel 1949)» (Alunni, C., *La Valeur inductive de la relativité contre la Phénoménotekhnique. L'étrange dispositif de Daniel Parrochia*, in Donatiello, P., Galofaro, F., Ienna, G. (eds.), *Il senso della tecnica. Saggi su Bachelard*, Bologna, Esculapio, 2017, pp. 59-76, 64, 71, 72 n. 112, traduzione nostra). Questo contributo è incluso in Alunni, C., *Spectres de Bachelard*, cit., pp. 71-89. Cfr. Abramo, M. R., *Il razionalismo «induttivo» di Gaston Bachelard*, Tesi di dottorato in Filosofia, Messina, Università degli Studi di Messina, Cospecs, 2019, pp. 1-2, 4, 91-92; <http://hdl.handle.net/11570/3147124> (ultima consultazione: 31.12.2021).

<sup>16</sup> Alunni, C., *La Valeur inductive de la relativité contre la Phénoménotekhnique*, cit., p. 60.

<sup>17</sup> Bachelard, G., *Il nuovo spirito scientifico*, a cura di A. Alison, Mimesis, Milano-Udine, 2018, p. 61, [*Le nouvel esprit scientifique*, Paris, Alcan, 1934; éd. crit. établie par V. Bontems, Paris, Puf, 2020].

<sup>18</sup> Cfr. Vinti, C., *Introduzione: Meyerson e la relatività nell'epistemologia francese degli anni '20*, in Meyerson, É., *La deduzione relativistica*, tr. it. di C. Vinti, Pisa-Roma, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, 1998 [*La déduction relativiste*, Paris, Payot, 1925]. Che *La valeur inductive de la relativité* sia stata scritta “contro Meyerson” è cosa su cui concordano la maggior parte dei commentatori. C'è, però, chi ha sostenuto che dietro la critica a Meyerson ci sarebbe la risposta netta di Bachelard ai rilievi teoretici sollevati da Brunschvicg (in una recensione all'*Essai sur la connaissance approchée*) e l'intenzione di convergere sulle posizioni brunshvicgiane di *idealismo critico*, togliendo di mezzo ogni possibilità di equivoco di realismo (posizione che, nell'*Essai*, era sembrato a tratti caldeggiare). Secondo questa stessa ipotesi, Bachelard, dopo il '29 avrebbe, però, avuto «difficoltà a mantenere un idealismo relativistico conforme alle esigenze di Brunschvicg» e ciò potrebbe spiegare la sua silente ma tenace presa di distanza da *La valeur inductive de la relativité*. A fronte di questa ricostruzione, c'è poi chi sostiene che a voler far rientrare l'epistemologia bachelardiana in una cornice precostituita, divisa tra realismo *à la Meyerson* e idealismo critico *à la Brunschvicg*, si rischia di lasciarsi sfuggire il *proprio* di Bachelard o, più precisamente, la “novità” della sua posizione ermeneutica sul metodo della scienza, in particolare sulla relatività einsteiniana, per cogliere la quale andrebbe, invece, rivolta tutta l'attenzione all'uso che egli fa del concetto di *induzione*. A questo punto c'è da chiedersi se il realismo che Bachelard evoca nell'*Essai* sia riconducibile propriamente alla posizione sostenuta da Meyerson o che sia un realismo di altra natura. Quanto poi all'“idealismo” rintracciabile ne *La valeur inductive* – se di idealismo si può parlare – c'è da vedere se esso sia del tutto riconducibile alla prospettiva di Brunschvicg o se è tutta un'altra cosa. Infine (e non è cosa di minor conto), bisognerebbe dare il giusto rilievo al “realismo delle relazioni” di Abel Rey a cui peraltro l'*Essai* di Bachelard è dedicato (cfr. Abramo, M. R., *Il razionalismo «induttivo» di Gaston Bachelard*, cit., pp. 4-6, 8-17, 24-26, 27-44).

<sup>19</sup> Tra i nodi concettuali più rilevanti che emergono ne *Il valore induttivo della Relatività*: a) la Relatività come prodotto dell'attività costruttiva razionale dello spirito scientifico e l'*induzione*



valenza storico-critica dell'interpretazione che nel '29 Bachelard dà delle teorie di Einstein, ovvero se questa lettura sia o no penetrata nel cuore delle intenzioni dello stesso Einstein o se Meyerson vi sia riuscito meglio di Bachelard, che a un certo punto avrebbe tradito il *realismo* einsteiniano piegandosi un po' troppo verso un certo *idealismo* più concorde con le posizioni di Eddington<sup>20</sup>.

Di primario interesse è piuttosto la questione del metodo. Se *conoscere* è *semplicemente dedurre*, senza *rotture e rettificazioni*.

«Uno dei caratteri esteriori più evidenti delle dottrine relativistiche è la loro novità [...]. La Relatività è qualcosa di più di un rinnovamento definitivo nel modo di pensare il fenomeno fisico, è un metodo di scoperta progressiva»<sup>21</sup>.

La Relatività ha significato una *svolta* non riducibile, semplicisticamente, a una mancata *esperienza*, quella di Michelson-Morley. Questa *novità* ha mutato l'immagine fisica tradizionale del mondo, ha obbligato a ripensare i concetti scientifici di *spazio*, *tempo*, *materia* e l'idea di corpo *cartesianamente* concepito come rigido e immodificabile nelle sue qualità primarie. Ma, soprattutto, la Relatività ha segnato la fine dell'idea che la descrizione newtoniana del mondo fosse un sapere definitivo e ha fatto così crollare l'idea di *definitività* del sapere scientifico. Ha riaperto, dunque, il discorso sul metodo e posto l'urgenza di ridisegnare i tratti della ragione scientifica, per la quale *conoscere* non è semplicemente *dedurre*, e che, anzi, procede per "induzione"<sup>22</sup>. *Induzione*, da intendersi, evidentemente, nel senso bachelardiano del termine, secondo un uso diremmo "eversivo", comunque, "di rottura" rispetto alla tradizione filosofica<sup>23</sup>.

Come scrive Vincent Bontems,

[L]'induzione di cui ci stiamo occupando non ha niente a che vedere con il ragionamento induttivo degli empiristi. Non si tratta di generalizzare delle osservazioni, ma di inferire una forza a partire dal movimento di un concetto o di un'immagine, misurarne gli effetti *indotti* nel nostro spirito [...]. La formulazione analogica dell'induzione si attaglia tanto alla *rêverie* quanto al lavoro della ragione [...]. Ne *La valeur inductive de la relativité* (1929), Bachelard afferma che "il valore d'inferenza è uno dei caratteri più profondi, e anche più curiosi, del pensiero einsteiniano. L'induzione, qui più che altrove, è

come metodo; b) la natura *sintetica* dei concetti di spazio/tempo/materia; la natura *relazionale* del *reale scientifico*: "In principio è la relazione"; c) il concetto di *rottura epistemologica* (che si precisa nelle considerazioni sul rapporto tra i sistemi newtoniano/einsteiniano); d) l'*a priori* ovvero il *carattere formale* dei principi generali della Relatività; e) il concetto di *oggettività scientifica* che comporta la *messa in parentesi* dell'"immediatamente dato" e si precisa nel senso dell'oggettivazione di un pensiero che *va al reale e non parte da esso*.

<sup>20</sup> Scrive Bachelard: «Kant non aveva fatto che una rivoluzione copernicana; Eddington ha preparato la rivoluzione einsteiniana dell'idealismo» (Bachelard, G., *Il valore induttivo della Relatività*, tr. it. a cura di M. R. Abramo, inclusa in Abramo, M. R., *Il razionalismo «induttivo» di Gaston Bachelard*, cit., pp. 149-264, p. 253). Cfr. Alunni, C., *Theories of Relativity: What It Means for Philosophy*, in Nottale, L., (ed.), *The Relativity of All things. Beyond spacetime*, transl. by M. Chen, Nashville, Persistent Press, 2019, pp. 275-301; Giannetto, E., *The Quantum-Relativistic Creation Of Matter And Bachelard's Philosophy*, "Bachelard Studies", n. 1, 2021, pp. 135-151.

<sup>21</sup> Bachelard, G., *Il valore induttivo della Relatività*, cit., p. 151.

<sup>22</sup> Cfr. De Broglie, L., *Sui sentieri della fisica* (1955), in *Sui sentieri della scienza*, tr. it. di R. Gallino, Torino, Boringhieri, 1962, pp. 153-173 [*Sur les sentiers de la science*, Albin Michel, Paris, 1960].

<sup>23</sup> Cfr. Abramo, M. R., *Il razionalismo «induttivo» di Gaston Bachelard*, cit., pp. 45-88, 93-96.

il movimento stesso del sistema, è l'invenzione che passa al rango di metodo". Bachelard fornisce qui la *formula* generale dell'induzione come metodo d'invenzione<sup>24</sup>.

Per Bachelard, la *novità* delle teorie relativistiche sta nell'*audacia induttiva* del loro metodo: il pensiero «organizza delle entità, prima ancora di porre [...] il problema essenzialmente secondario della loro realtà»<sup>25</sup>. Il reale risulta un caso particolare del possibile. A partire da Einstein, il processo della conoscenza scientifica si è caratterizzato come un processo di *progressiva razionalizzazione del reale*. Il pensiero che fa scienza va dall'astratto al concreto, verso la *concretizzazione dell'astratto*<sup>26</sup>.

C'è dentro l'*induzione*, così concepita, quel movimento *logico-dialettico* di *riorganizzazione* crescente, progressiva, involgente, inglobante, movimento che sarebbe divenuto specifico del *razionalismo applicato*, ma che è già presente e può scorgersi nel significato di *induzione* espressamente *matematica* del '29.

L'induzione in questione – scrive Gayon – non è una semplice generalizzazione degli enunciati, ma una generalizzazione per inglobamento, che rivela la tappa precedente di generalizzazione come un caso particolare, o addirittura un caso limite [...]. Negli ultimi

<sup>24</sup> Bontems, V., *Bachelard*, tr. it. di G. Carrozzini, Milano-Udine, Mimesis, 2016, pp. 30-31, 59 [Bachelard, Paris, Les Belles Lettres, 2010]. Cfr. Alunni, C., *Relativités et puissances spectrales chez Gaston Bachelard*, cit.; Alunni, C., *Gaston Bachelard face aux mathématiques*, "Revue de Synthèse", t. 136, VI série, nn. 1-2, 2015, pp. 9-32 (incluso in Alunni, C., *Spectres de Bachelard*, cit., pp. 113-138); Polizzi, G., *Dalla materia purificata al fuoco alchemico: pluralismo coerente, materialismo razionale e "chimica della fantasia"*, in Bonicalzi, F., Mottana, P., Vinti, C., Wunenburger, J.-J. (eds.), *Bachelard e le "provocazioni" della materia*, Genova, Il Melangolo, 2012, pp. 105-114, p. 111 n. 19; Pravica, S., "Scientific Philosophies" in the Early 1930s and Gaston Bachelard on "Induction", in AA.VV., *Conference Epistemology and History. From Bachelard and Canguilhem to Today's History of Science*, Berlin, Max-Planck-Inst. für Wissenschaftsgeschichte, 2012, pp. 159-169. Particolarmente significative le riflessioni di Mario Castellana sui concetti di *rêverie anagogique* e *induzione* in Castellana, M., *Gaston Bachelard ou la rêverie anagogique dans les enjeux du surrationnel*, "Revue de synthèse", t. 136, 6<sup>e</sup> série, nn. 1-2, 2015, pp. 93-116. Ne *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard*, scrive: «L'antropologia bachelardiana, nella sua visione ontologicamente surrazionale dell'uomo e del mondo, consiste nel dare la giusta dimensione alla creatività, ovunque essa si espliciti sia nella scienza sia nella poesia» (Castellana, M., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard*, Napoli, Glauk, 1974, p. 165).

<sup>25</sup> G. Bachelard, *La valeur inductive de la relativité*, cit., p. 245.

<sup>26</sup> Cfr. Bachelard, G., *L'esperienza dello spazio nella fisica contemporanea*, tr. it. a cura di M. R. Abramo, Armando Siciliano, Messina 2002, p. 68 [L'expérience de l'espace dans la physique contemporaine, Paris, Alcan, 1937].

Potremmo dire che il movimento dell'immaginazione (non solo poetica) sia, per certi aspetti, un movimento analogo a quello della ragione. L'immaginazione va verso la *concretizzazione dell'astratto* quando spazializza l'interiorità e crea spazi o meglio "luoghi", "ambienti". Essa è potenza creativa di eventi, di localizzazioni spaziali. Istituisce la realtà di una relazione, poetica o meno che sia, e, comunque, spaziale. Costruisce una ontologia che, se non è di essenza matematica, è pur sempre una "topofilia". In tal senso "nello spazio" s'incontrano speculazione razionale e *rêverie*. All'interno di una cultura come quella francese che non ha finito di fare i conti col primato del *cogito* cartesiano, queste considerazioni o finiscono per essere in tutta fretta relegate nell'ambito psicologico o letterario oppure, e ci pare sia il caso di Bachelard, suggeriscono l'apertura alla svolta epistemologica del *pensiero della complessità*.

capitoli del *Razionalismo applicato* (cap. VIII e X), Bachelard ne dà splendidi esempi, dopo aver mostrato all'opera l'approccio induttivo nel campo della matematica pura<sup>27</sup>.

Dov'è il cuore del concetto di "induzione", è da lì che s'inizia a ramificare il "tonus razionalista", già riconoscibile nell'*élan inducteur*<sup>28</sup> del metodo, carattere distintivo, peculiare, di un pensiero ancorché non giunto a definirsi come *filosofia del "ri"*. Per essere razionalisti, occorre avere il "tonus razionalista",

e se non lo si possiede, se non si approfitta dell'ora in cui lo si possiede, non si è razionalisti [...]. La specializzazione genera il tono razionalista [...]! Lo spirito *si allarga* quando acquista una precisione straordinaria. [...] si può definire il razionalismo attraverso il suo *valore*, il suo fattore, la sua attualità di *riorganizzazione*<sup>29</sup>.

In effetti, la Relatività tende al tempo stesso a un incessante *allargamento* del pensiero<sup>30</sup>.

[I]l pensiero che organizza l'esperienza non è affatto una semplice traduzione dell'organizzazione metrica scoperta nel fenomeno. Il pensiero *organizzante* ha ben altro *valore induttivo*<sup>31</sup>.

Osserveremo tanto meglio la funzione di questa azione razionalista quanto più ci collocheremo esattamente tra teoria ed esperienza [...]. È necessario [...] che un fatto, per essere veramente scientifico, sia *verificato teoricamente*. Beninteso, è necessario che un fatto trovi il suo spazio, il suo giusto spazio in una teoria razionale<sup>32</sup>.

È a partire da articolazioni ben definite che [*la filosofia del non*] avvia il *movimento induttivo* che la caratterizza e che determina una *riorganizzazione del sapere su di una base allargata*<sup>33</sup>.

L'attività scientifica, che fa suo questo compito essenziale del ricominciamento<sup>34</sup>, è sostanzialmente *riorganizzativa*<sup>35</sup> ed è per questo "razionalista".

<sup>27</sup> Gayon, J., *Bachelard: Le rationalisme appliqué*, cit., pp. 34-35; cfr. anche pp. 111-117.

<sup>28</sup> *Ivi*, p. 10.

<sup>29</sup> Bachelard, G., *Sulla natura del razionalismo*, cit., pp. 66, 72, 68, corsivo nostro; «Lasciatemi proporre alle vostre discussioni un concetto che sarà, se me le concedete, di battaglia: lo chiamerò il "tono razionalista"», (*ivi*, p. 66).

Virtù della *specializzazione*: lo spirito si approfondisce mentre si specializza.

<sup>30</sup> Bachelard, G., *Il valore induttivo della Relatività*, cit., p. 152, corsivo nostro.

<sup>31</sup> Bachelard, G., *Critica preliminare del concetto di frontiera epistemologica*, tr. it. in Bachelard, G., *Studi di filosofia della scienza*, a cura di A. Cavazzini, Milano, Mimesis, 2006, pp. 101-107, p. 106, corsivo nostro [*Critique préliminaire du concept de frontière épistémologique* (1934), in Bachelard, G., *Études*, Paris, Vrin, 1970, pp. 77-85; 84: "La pensée organisante a une tout autre valeur inductive"].

<sup>32</sup> Bachelard, G., *Il problema filosofico dei metodi scientifici*, in *L'impegno razionalista*, cit., pp. 53-61, p. 60 [*Le problème philosophique des méthodes scientifiques* (1949), in *L'engagement rationaliste*, cit., pp. 35-44].

<sup>33</sup> Bachelard, G., *La filosofia del non*, tr. it. a cura di G. Quarta, Roma, Armando, 1998, p. 143, corsivo nostro [*La philosophie du non*, Paris, Puf, 1940].

<sup>34</sup> Bachelard, G., *Sulla natura del razionalismo*, cit., p. 69.

<sup>35</sup> *Ivi*, p. 87.



«Si organizza razionalmente solo ciò che si riorganizza»<sup>36</sup>.

«Il pensiero razionalista non “comincia”. Rettifica. Regolarizza. Normalizza»<sup>37</sup>.

Nello scritto del '29, già il titolo lo annuncia: l'“induzione” è appresa sotto il segno di un “valore”. *Valore induttivo, valore di razionalità*, valore razionale di *riorganizzazione*, di *messa in atto* dell'attività razionalista. Perché “valore”?

Ancora una parola per precisare la mia posizione rispetto al problema dei valori: [...] la scienza non è alla ricerca di valori, ma è in un processo di valorizzazione. Il valore scientifico ha una certa mobilità<sup>38</sup>.

*Cos'è un valore razionale?* [...] si potrebbe dire che risolvere un problema scientifico significa liberare un *valore di razionalità* [...]. Nei suoi valori ben specifici, il razionale non è un'elaborazione dell'empirico. Detto altrimenti, se si vuole rendere conto veramente del progresso delle scienze fisiche contemporanee, bisogna considerare un'autonomia della costruzione razionale [...]. Ora è in quel vasto campo dei problemi da comprendere che si accumulano i valori di razionalità. Questi valori *esistono, agiscono*. Si moltiplicano; si trasformano. Sono pensiero vivente, che bisognerà sempre vivere e rivivere, se si vuole continuare la scienza [...]. La razionalità nelle scienze fisiche contemporanee non si sviluppa semplicemente con un ampliamento progressivo. Si estende attraverso un processo dialettico [...]. Spesso si crede di sapere perché ci si ricorda di aver saputo. Si abbandonano i problemi. Ci si accontenta del testo delle soluzioni. I valori razionali senza il percorso della loro creazione diventano dei fatti [...]. Tutti i *fatti* sono immobilizzatori, dentro e fuori di noi<sup>39</sup>.

Quando si vorrà misurare il valore epistemologico di un'idea fondamentale, sarà bene volgersi sempre dal lato dell'induzione e della sintesi<sup>40</sup>.

Così, andando ben oltre il realismo e l'idealismo, già nel '29 veniva a precisarsi il “valore induttivo” del metodo del pensiero che fa scienza. *In nuce* è la *ricorsività germinativa*<sup>41</sup> della filosofia del “ri”.

<sup>36</sup> *Ivi*, p. 67.

<sup>37</sup> Bachelard, G., *Il razionalismo applicato*, tr. it. di M. Giannuzzi Bruno e L. Semerari, Bari, Dedalo, 1975, p. 146, [*Le rationalisme appliqué*, Paris, Puf, 1949].

<sup>38</sup> Bachelard, G., *Cinquième entretien privé*, in Bachelard, G., Schrödinger, E., Auger, P., Guyenot, É., De Santillana, G., Dubarle, R. P. D., (eds.), *L'homme devant la science. Textes des conférences et des entretiens organisés par les Rencontres internationales de Genève* (1952), Neuchâtel, Éd. de la Baconnière, 1953, p. 388, traduzione nostra.

<sup>39</sup> Bachelard, G., *Il nuovo spirito scientifico e la creazione dei valori universali*, in *L'impegno razionalista*, cit., pp. 103-111, 103, 106, 107, 108, 111 [*Le nouvel esprit scientifique et la création des valeurs rationnelles* (1957), in *L'engagement rationaliste*, cit., pp. 89-99].

<sup>40</sup> Bachelard, G., *Il nuovo spirito scientifico*, cit., p. 130.

<sup>41</sup> Cfr. Bontems, V., *La lignée fractale: le surrationalisme des géométries non-différentiables*, in Bontems, V., (ed.), *Bachelard et l'avenir de la culture. Du surrationalisme à la raison créative*, Paris, Presses des Mines, 2018, pp. 61-78; Palombi, F., *Elogio dell'astrazione. Bachelard e la filosofia della matematica*, Milano-Udine, Mimesis, 2017, pp. 12, 187-188, 211. Sullo “spinozismo” bachelardiano cfr. Bachelard, G., *Metafisica della matematica*, a cura di C. Alunni, G. Ienna, Roma, Castelvecchi, 2016, pp. 43-61 [*Métaphysique des mathématiques*, a cura di C. Alunni, G. Ienna, Paris, Hermann, 2021, pp. 49-61]; Zaltieri, C., *Natura constructa. Matematica e tecnica nella lettura bachelardiana di Spinoza*, “Bachelard Studies”, n. 1, 2021, pp. 183-198.

«[L] élan inducteur [...] a peut-être été la doctrine la plus invariable de son épistémologie»<sup>42</sup>.

Induzione (*bachelardiana stricto sensu*) ha, dunque, a che fare con la “ri-organizzazione”, con la “razio-realizzazione” del “possibile”, dell’astratto che, se si concretizza, dà l’essere al reale (fenomeno/*noumeno* scientifico). Essa annuncia il movimento ulteriormente elaborato nella definizione della filosofia del “ri” *elevata alla potenza di tre*: “ricominciare”, “rinnovare”, “riorganizzare”.

È vero, manca la parola “razionalismo” nei primi scritti di Bachelard. Ma dentro il *dinamismo induttivo* del pensiero c’è già il “*tonus razionalista*” che dà respiro al suo razionalismo.

Si può dire che il primo Bachelard non sia affatto razionalista? In ogni caso, gli “assi di dispiegamento”<sup>43</sup> dell’opera bachelardiana andrebbero in buona parte ridisegnati per assicurare soprattutto a *La valeur inductive de la Relativité* tutta l’attenzione che merita. Bachelard le ha, suo malgrado, affidato una prospettiva ermeneutica che avrebbe avuto séguito e sviluppo negli scritti successivi, si parli o meno di razionalismo poco importa.

Maria Rita Abramo

## 2. Risonanze attive di pensiero complesso (a mo’ di postilla)

Bachelard percorre fino in fondo tutta una via di *razionalismo* e ne ravvisa i limiti<sup>44</sup>. In più passaggi (e non solo quando è immerso in *rêverie* poetica), nella riflessione sul metodo, sul valore della cultura scientifica s’intravede una sua certa *vocazione alla complessità*<sup>45</sup>.

La pensée rationnelle trop droite risque [...] l’entêtement. Elle peut conduire l’évolution à une impasse [...]: “On pense comme on se heurte”<sup>46</sup>.

Il metodo di Cartesio è *riduttivo*, non già *induttivo* [...]. In linea generale, il semplice è sempre il semplificato; non potrebbe essere pensato correttamente, se non come prodotto di un processo di semplificazione [...]. Mentre la scienza di ispirazione cartesiana costruiva molto logicamente il complesso col semplice, il pensiero scientifico contemporaneo cerca di leggere il complesso reale sotto l’apparenza semplice offerta dai fenomeni

<sup>42</sup> Gayon, J., *Bachelard: Le rationalisme appliqué*, cit., p. 10. Data la rilevanza di questa affermazione, preferiamo proporla in lingua originale.

<sup>43</sup> *Ibidem*.

<sup>44</sup> «Vais-je douter avec ma peine, comme un coeur cartésien, en donnant à un regret perdu un sens universel ?» (Bachelard, G., *Fragment d’un journal de l’homme* (1952), in *Le droit de rêver*, Paris, Puf, 1970, pp. 233-245, p. 239, corsivo nostro).

<sup>45</sup> Cfr. Arazzi, G., *La vocazione alla complessità di Gaston Bachelard*, “Foedus”, n. 16, 2006, pp. 16-29.

<sup>46</sup> Bachelard, G., *La philosophie du non* (1940), Paris, Puf, 1983, p. 127. La giusta resa del senso di queste parole, a nostro avviso, non è data da nessuna delle due traduzioni pubblicate in italiano (*La filosofia del non. Saggio di una filosofia del nuovo spirito scientifico*, tr. it. di A. Vio, Catania, Pellicano Libri, 1978; *La filosofia del non. Saggio di una filosofia del nuovo spirito scientifico*, tr. it. a cura di G. Quarta, Roma, Armando, 1998).

compensati, si sforza di trovare il pluralismo sotto l'identità, di immaginare occasioni per infrangere l'identità.<sup>47</sup>

Solo le crisi della ragione possono istruire la ragione<sup>48</sup>.

[O]gni crisi profonda nel metodo è immediatamente una consapevolezza della sua riorganizzazione<sup>49</sup>.

[I]l razionalismo è necessariamente aperto [...], è a scuola, vuole andare a scuola, è sempre a scuola! [...] Si sostiene che l'uomo razionalista non è incarnato, non ha il beneficio di un'incarnazione, non avrebbe carne. Ebbene, credo che si possa affermare l'inverso: il razionalista riconosce, al contrario, tutte le forze del suo corpo, quelle vigoro-rose, tutto il vigore del suo pensiero<sup>50</sup>.

Il sapere è in sé un *fattore di vita* [...]. Una specie d'induzione dinamica anima una cultura scientifica [...]. La cultura scientifica, per tutto il suo sviluppo, si accompagna a una coscienza di creatività, a una speranza sostenuta e invincibile di creatività [...]. La scienza moderna è un *umanesimo*<sup>51</sup>.

Il pensiero è promozione d'essere<sup>52</sup>.

Edgar Morin, che ha seguito i suoi corsi alla Sorbona, così lo ricorda *tra i suoi filosofi*:

Bachelard [...] mi ha aiutato a oppormi al pensiero semplificatore e disgiuntivo, il pensiero che vuole ridurre la complessità a qualcosa di banale e separa, alla maniera di Cartesio, la conoscenza dalla vita, l'anima dal corpo. Di Bachelard conservo l'idea che "il Semplice è sempre ciò che è semplificato". Egli ha colto molto bene che i progressi della scienza contemporanea si trovano a confrontarsi su tutti i fronti con la complessità e che l'elemento specifico di una teoria non è quello di ridurre la complessità alla semplicità, bensì quello di tradurre la complessità in una teoria<sup>53</sup>.

<sup>47</sup> Bachelard, G., *Il nuovo spirito scientifico*, cit., pp. 124, 125-126.

<sup>48</sup> Bachelard, G., *La psicologia della ragione*, in *L'impegno razionalista*, cit., pp. 45-51, p. 51 [La *psychologie de la raison* (1938), in *L'engagement rationaliste*, cit., pp. 27-34].

<sup>49</sup> Bachelard, G., *Il problema filosofico dei metodi scientifici*, cit., p. 59.

<sup>50</sup> Bachelard, G., *Sulla natura del razionalismo*, cit., pp. 69, 71, 66.

<sup>51</sup> Bachelard, G., *La vocation scientifique et l'âme humaine* (1952), in *L'homme devant la science*, cit., pp. 11-29, pp. 18, 20, 25, 26. Cfr. Bachelard, G., *Valeur morale de la culture scientifique* (1934), in Gil, D., *Bachelard et la culture scientifique*, Paris, Puf, 1993, pp. 7-11. Sul concetto di *umanesimo rigenerato* cfr. Morin, E., *Cambiamo strada. Le 15 lezioni del Coronavirus*, tr. it. di R. Prezzo, Milano, Cortina, 2020 [*Changeons de voie. Les leçons du coronavirus*, Denoël, Paris, 2020].

<sup>52</sup> Bachelard, G., *Il razionalismo applicato*, cit., p. 46.

<sup>53</sup> Morin, E., *I miei filosofi*, tr. it. di R. Mazzeo, Erickson, Trento, 2021, ebook pos. 1686 [*Mes philosophes*, Paris, Germina, 2011]. Cfr. Castellana, M., *Le diverse anime della scienza*, in AA.VV., *Cento Edgar Morin. 100 firme italiane per i 100 anni dell'umanista planetario*, a cura di M. Ceruti, Milano-Udine, Mimesis, 2021, pp.137-139, p.137: "Il pensiero di Edgar Morin [...] mi ha consentito di rivedere sotto altra luce l'apporto di Gaston Bachelard".

Cfr. Lamy, J., *Le dualisme bachelardien, un «faux problème» ?*, "Cahiers Gaston Bachelard", n. 12, 2012, pp. 1-22.

Ne *Il Metodo VII*<sup>54</sup>, sia pure in un contesto che «va oltre l'indicazione metodologica di Bachelard»<sup>55</sup>, caratterizzato piuttosto dal «paradigma di auto-(geno-feno)-eco-ri-organizzazione»<sup>56</sup> e da ciò che ne consegue, sembra, tuttavia, che della bachelardiana “filosofia del ‘ri’” sia rimasta più di una traccia.

Bisogna quindi comprendere che la ragione è sempre in pericolo, che rischia sempre di chiudersi troppo o di aprirsi troppo, come tutto ciò che è vivente, che deve quindi *essere sempre ricominciata, sempre auto-riorganizzatrice. Essa richiede la complessità permanente [...]*.

Il metodo [...] è l'attività riorganizzatrice necessaria alla teoria [...]. È, al livello del pensiero, ciò che organizza l'organizzazione, ciò che è al cuore della generatività [...].

Dall'io-autore parte una ricerca che interroga la *physis*, per meglio interrogare il *bios*, che essa interroga per meglio interrogare l'*anthropos* [...].

*Ri* significa che [una teoria] deve senza sosta riattivare lo spirito di ipotesi, di rimessa in questione, di immaginazione.<sup>57</sup>

A proposito del “ri”, conviene, infine, aggiungerne un altro: “*ri*-leggere”. Lo suggerisce Charles Alunni quando scrive: «leggere Bachelard, studio difficile, preciso e rigoroso, esige molte *ri*lettture»<sup>58</sup>.

Maria Rita Abramo

Centro Studi Internazionale di Filosofia della Complessità “Edgar Morin”,  
Messina

mariarita.abramo@virgilio.it

## Bibliografia

Abramo, M. R., *Il razionalismo «induttivo» di Gaston Bachelard*, Tesi di dottorato in Filosofia, Università degli Studi di Messina, Cospecs, Messina, 2019, <http://hdl.handle.net/11570/3147124> [data ultima consultazione: 31.12.2021].

<sup>54</sup> *La Methode de la Méthode*, il manoscritto che, nelle originarie intenzioni di Morin, avrebbe dovuto costituire il terzo e ultimo volume de *La Méthode*, a completamento dei due precedenti (*La Nature de la Nature*, Paris, Seuil, 1977; *La Vie de la Vie*, Paris, Seuil, 1980). Invece, viene smarrito e considerato dal suo autore definitivamente perduto, finché, dopo più di vent'anni, Morin lo ritrova e decide di farne dono al Centro Studi Internazionale di Filosofia della Complessità di Messina, che lo ha pubblicato prima «suddiviso in “tappe”», in più numeri della rivista “Complessità”, e infine in un unico volume, tradotto e pubblicato *in omaggio a Edgar Morin per i suoi cento anni* (cfr. Anselmo, A., Gembillo, G., Russo, F., *Premessa. Il cammino smarrito e ritrovato di Edgar Morin*, in Morin, E., *Il Metodo VII. Il Metodo del Metodo*, a cura di A. Anselmo, G. Gembillo, F. Russo, tr. it. di F. Russo, Messina, Armando Siciliano, 2021, pp. 7-8).

<sup>55</sup> Quaranta, M., *Edgar Morin: abitare eticamente la natura*, “Foedus”, n. 16, 2006, pp. 31-43, p. 38; cfr. Gembillo, G., *Natura e storia nella epistemologia francese del Novecento*, in Polizzi, G., *Tra Bachelard e Serres*, Messina, Armando Siciliano, 2003, pp. 311-377.

<sup>56</sup> Morin, E., *Il Metodo VII*, cit., pp. 15, 16, 20.

<sup>57</sup> *Ivi*, pp. 337, 343, 205, 44, 98.

<sup>58</sup> Alunni, C., *Spectres de Bachelard*, cit., pp. 5-6.

- Alunni, C., *Relativités et puissances spectrales chez Gaston Bachelard*, in “Revue de Synthèse”, IV série, n. 1, janv.-mars 1999, pp. 73-110.
- Alunni, C., *Gaston Bachelard face aux mathématiques*, “Revue de Synthèse”, t. 136, VI série, nn. 1-2, 2015, pp. 9-32.
- Alunni, C., *La Valeur inductive de la relativité contre la Phénoménotecnique. L'étrange dispositif de Daniel Parrochia*, in Donatiello P., Galofaro F., Ienna G. (eds.), *Il senso della tecnica. Saggi su Bachelard*, Bologna, Società Editrice Esculapio, 2017, pp. 59-76.
- Alunni, C., *Theories of Relativity: What It Means for Philosophy*, in Nottale, L. (ed.), *The Relativity of All things. Beyond spacetime*, trans. by M. Chen, Nashville, Persistent Press, 2019, pp. 275-301.
- Alunni, C., *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'École surrationaliste*, Paris, Hermann, 2019.
- Arazzi, G., *La vocazione alla complessità di Gaston Bachelard*, “Foedus”, n. 16, 2006, pp. 16-29.
- Bachelard, G., *Saggio sulla conoscenza approssimata*, tr. it. di E. Castelli Gattinara, Milano-Udine, Mimesis, 2016 (*Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1928).
- Bachelard, G., *Étude sur l'évolution d'un problème de physique: la propagation thermique dans les solides* Paris, Vrin, 1928.
- Bachelard, G., *Il valore induttivo della relatività*, tr. it. a cura di M. R. Abramo, in Abramo, M. R., *Il razionalismo «induttivo» di Gaston Bachelard*, Tesi di dottorato in Filosofia, Università degli Studi di Messina, Cospecs, Messina, 2019, pp. 149-264, <http://hdl.handle.net/11570/3147124> [data ultima consultazione: 31.12.2021] (*La valeur inductive de la relativité* (1929), Paris, Vrin, 2014<sup>2</sup>).
- Bachelard, G., *Metafisica della matematica*, a cura di C. Alunni, G. Ienna, Roma, Castelvecchi, 2016 (Bachelard, G., *Métaphysique des mathématiques* (1932), a cura di C. Alunni, G. Ienna, Paris, Hermann, 2021).
- Bachelard, G., *Il nuovo spirito scientifico*, a cura di A. Alison, Mimesis, Milano-Udine 2018 (*Le nouvel esprit scientifique*, Paris, Alcan, 1934).
- Bachelard, G., *Valeur morale de la culture scientifique* (1934), in Gil, D., *Bachelard et la culture scientifique*, Paris, Puf, 1993, pp. 7-11.
- Bachelard, G., *L'esperienza dello spazio nella fisica contemporanea*, tr. it. a cura di M. R. Abramo, Armando Siciliano, Messina 2002 (*L'expérience de l'espace dans la physique contemporaine*, Paris, Alcan, 1937).
- Bachelard, G., *La filosofia del non. Saggio di una filosofia del nuovo spirito scientifico*, tr. it. di A. Vio, Catania, Pellicano Libri, 1978; a cura di G. Quarta, Roma, Armando, 1998, (*La philosophie du non. Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*, Paris, Puf, 1940).
- Bachelard, G., *Psicanalisi delle acque. Purificazione, morte e rinascita*, a cura di M. Cohen Hemi, Como, Red, 1987 (*L'eau et les rêves. Essai sur l'imagination de la matière*, Paris, José Corti, 1942).
- Bachelard, G., *Il razionalismo applicato*, tr. it. di M. Giannuzzi Bruno e L. Semerari, Bari, Dedalo, 1975 (*Le rationalisme appliqué*, Paris, Puf, 1949).
- Bachelard, G., *La vocation scientifique et l'âme humaine* (1952), in Bachelard, G., Schrödinger, E., Auger, P., Guyenot, É., De Santillana, G., Dubarle, R. P. D., (eds.), *L'homme devant la science. Textes des conférences et des entretiens organisés par les Rencontres internationales de Genève*, Neuchâtel, Éd. de la Baconnière, 1953, pp. 11-29.
- Bachelard, G., *Études*, Paris, Vrin, 1970.
- Bachelard, G., *Il diritto di sognare*, tr.it. di M. Bianchi, Bari, Dedalo, 1987 (*Le droit de rêver*, Paris, Puf, 1970).
- Bachelard, G., *L'impegno razionalista*, tr. it. di E. Sergio, a cura di F. Bonicalzi, Milano, Jaca Book, 2003, (*L'engagement rationaliste*, Paris, Puf, 1972).
- Bonicalzi, F., *Bachelard e il tempo della ragione*, in Bachelard, G., *L'impegno razionalista*, tr. it. di E. Sergio, a cura di F. Bonicalzi, Milano, Jaca Book, 2003, pp. 7-17.
- Bontems, V., *Bachelard*, tr. it. di G. Carrozzini, Milano-Udine, Mimesis, 2016 (*Bachelard*, Paris, Les Belles Lettres, 2010).
- Bontems, V., *La lignée fractale : le surrationalisme des géométries non-différentiables*, in Bontems, V. (ed.), *Bachelard et l'avenir de la culture. Du surrationalisme à la raison créative*, Paris, Presses des Mines, 2018.
- Castellana, M., *Razionalismi senza dogmi. Per una epistemologia della fisica matematica*, Soveria Mannelli, Rubbettino, 2004.



- Castellana, M., *Il surrazionale: come la materia diventa progetto*, in Bonicalzi, F., Mottana, P., Vinti, C., Wunenburger, J.-J., (eds.), *Bachelard e le 'provocazioni' della materia*, Genova, Il Melangolo, 2012, pp. 169-177.
- Castellana, M., *Il pluralismo coerente della fenomenotecnica contemporanea in Gaston Bachelard*, in Donatiello P., Galofaro F., Ienna G. (eds.), *Il senso della tecnica. Saggi su Bachelard*, cit., pp. 37-58.
- Castellana, M., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard*, Napoli, Glauk, 1974 (nuova ed. a cura di P. Console, Lecce, Milella, 2021).
- Castellana, M., *Gaston Bachelard ou la rêverie anagogique dans les enjeux du surrationnel*, "Revue de synthèse", t. 136, 6<sup>e</sup> série, nn. 1-2, 2015, pp. 93-116.
- Castellana, M., *Le diverse anime della scienza*, in AA.VV., *Cento Edgar Morin. 100 firme italiane per i 100 anni dell'umanista planetario*, a cura di M. Ceruti, Milano-Udine, Mimesis, 2021, pp. 137-139.
- Chazal, G., *Bachelard et la relativité*, "Cahiers Gaston Bachelard", n. 12, 2012, pp. 37-48.
- De Broglie, L., *Sui sentieri della scienza*, tr. it. di R. Gallino, Torino, Boringhieri, 1962 (*Sur les sentiers de la science*, Albin Michel, Paris, 1960).
- Fruteau de Lacos, F., *Bachelard et la valeur réaliste de la Relativité*, "Bulletin de l'Association des Amis de Gaston Bachelard", n. 7, 2005, pp. 47-67.
- Gayon, J., *Bachelard: Le rationalisme appliqué*, Vanves, Centre National d'Enseignement à Distance, 1995.
- Gembillo, G., *Natura e storia nella epistemologia francese del Novecento*, in Polizzi, G., *Tra Bachelard e Serres*, Messina, Armando Siciliano, 2003, pp. 311-377.
- Giannetto, E., *The Quantum-Relativistic Creation Of Matter And Bachelard's Philosophy*, "Bachelard Studies", n. 1, 2021, pp. 135-151.
- Khammari, A., *Bachelard et la Mathématique des sciences expérimentales*, Paris, L'Harmattan, 2021.
- Lamy, J., *Le dualisme bachelardien, un «faux problème» ?*, "Cahiers Gaston Bachelard", n. 12, 2012, pp. 1-22.
- Meyerson, É., *La deduzione relativistica*, tr. it. di C. Vinti, Pisa-Roma, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, 1998 (*La déduction relativiste*, Paris, Payot, 1925).
- Minko M'Obame, J.-F., *La conception bachelardienne de la connaissance scientifique. Le rationalisme de Gaston Bachelard*, Paris, Éd. Connaissances et Savoirs, 2011.
- Morin, E., *Cambiamo strada. Le 15 lezioni del Coronavirus*, tr. it. di R. Prezzo, Milano, Cortina, 2020 (*Changeons de voie. Les leçons du coronavirus*, Denoël, Paris, 2020).
- Morin, E., *I miei filosofi*, tr. di R. Mazzeo, Trento, Erickson, 2021 (*Mes philosophes*, Paris, Germina, 2011).
- Morin, E., *Il Metodo VII. Il Metodo del Metodo*, a cura di A. Anselmo, G. Gembillo, F. Russo, tr. it. di F. Russo, Messina, Armando Siciliano, 2021.
- Palombi, F., *Elogio dell'astrazione. Gaston Bachelard e la filosofia della matematica*, Milano-Udine, Mimesis, 2017.
- Pariante, J.-C., *Le vocabulaire de Bachelard*, Paris, Ellipses éd. Marketing S.A., 2001.
- Pariante, J.-C., *Rationalisme et ontologie chez Gaston Bachelard* (1984), in Bitbol, M., Gayon, J., (eds.), *L'épistémologie française, 1830-1970*, Paris, Éd. Matériologiques, 2015, pp. 235-263.
- Parrochia, D., *La lecture bachelardienne de la théorie de la relativité* (Bachelard et Meyerson), in Wunenburger, J.-J., (ed.), *Bachelard et l'épistémologie française*, Paris, Puf, 2003, pp.153-182.
- Parrochia, D., *Préface*, in Bachelard, G., *La valeur inductive de la relativité*, Paris, Vrin, 2014, pp. 7-60.
- Polizzi, G., *Dalla materia purificata al fuoco alchemico: pluralismo coerente, materialismo razionale e "chimica della fantasia"*, in Bonicalzi, F., Mottana, P., Vinti, C., Wunenburger, J.-J. (eds.), *Bachelard e le 'provocazioni' della materia*, Genova, Il Melangolo, 2012, pp. 105-114.
- Pravica, S., "Scientific Philosophies" in the Early 1930s and Gaston Bachelard on "Induction", in AA.VV., *Conference Epistemology and History. From Bachelard and Canguilhem to Today's History of Science*, Berlin, Max-Planck-Inst. für Wissenschaftsgeschichte, 2012, pp. 159-169.
- Quaranta, M., *Edgar Morin: abitare eticamente la natura*, "Foedus", n. 16, 2006, pp. 31-43.
- Ternes, J., *Expérience première et valeurs rationnelles*, "Cahiers Gaston Bachelard", 4 (2001), *Bachelard au Brésil*, Dijon, EUD, pp. 51-58.
- Vinti, C., *Introduzione: Meyerson e la relatività nell'epistemologia francese degli anni '20*, in Meyerson, É., *La deduzione relativistica*, tr. it. di C. Vinti, Pisa-Roma, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, 1998.
- Zaltieri, C., *Natura constructa. Matematica e tecnica nella lettura bachelardiana di Spinoza*, "Bachelard Studies", n. 1, 2021, pp. 183-198.

# Cosimo Caputo

## La semioepistemologia di Gaston Bachelard

### 1. Una omologia

È noto che l'epistemologia bachelardiana rappresenta uno dei capitoli più importanti e originali della storia della filosofia della scienza del Novecento. Gaston Bachelard ha innovato l'immagine del lavoro scientifico e filosofico; egli ha scritto di scienza e poesia ma non ci soffermeremo su questa dualità della sua opera, su un Bachelard Giano bifronte, quanto piuttosto sulla dualità intrinseca e costitutiva della sua epistemologia. Non ci interesseremo dei suoi studi sull'immaginazione poetica che hanno affiancato i suoi più specifici interessi epistemologici, studi che, ad esempio, sono stati chiamati in causa da Algirdas J. Greimas in *Sémantique structurale* (1966). Le nostre considerazioni saranno invece focalizzate soprattutto sulla sua implicita semiotica della scienza, o *semioepistemologia*. Ci poniamo, in altri termini e più in generale, un problema di transdisciplinarietà, ovvero il tema dei nessi interni e di fondo delle discipline, che proprio per questa intrinsecità si distingue dalla multi o pluridisciplinarietà, in cui i nessi disciplinari sono estrinseci, e dalla "interdisciplinarietà ingenua", che pone nessi solo in superficie. La pluridisciplinarietà proietta su un tema punti di vista diversi maturati in discipline diverse, che hanno metodi diversi e che trovano un loro punto in comune nei contenuti. Si tratta di un percorso che unifica a valle ciò che a monte è separato e nato per altri scopi. La transdisciplinarietà, al contrario, segue la via dell'immanenza: contenuti, o pertinenze (punti di vista), oggetti (scientifici e non), livelli di realtà diversi manifestano una origine comune, una omologia, pur concretizzandosi (sostanzializzandosi) in modi diversi per funzioni diverse.

Nella conoscenza (scientifica o di altro genere) il contenuto, o meglio la forma del contenuto (ad esempio, "atomo", "forza", "punto", ecc.) è strettamente connessa o interdipendente con una forma espressiva e ogni sua trasformazione comporta una trasformazione dell'espressione. Semiotica ed epistemologia si trovano dunque in un rapporto omologico o transdisciplinare. La "semioepistemologia" è un "essere tra", un cointeressamento; potremmo anche definirla "interdisciplinarietà omologica", o profonda, o, ancora, una "dualità" che è un "uno formato da due", dove nessuna delle due metà può prescindere dall'altra perché ciascuna trae il suo valore dall'altra; tutto il contrario di una dicotomia che è una mera somma aritmetica, un "uno più uno uguale due".

Nell'epistemologia bachelardiana la dualità nasce dalla dissoluzione della compattezza della sostanza sotto l'impulso del *non* che avvia una de-ontologizzazione della sostanza stessa. Sono dualità kantismo e non-kantismo, sostanzialismo e non-sostanzialismo, cartesianismo e non-cartesianismo, chimica lavoisieriana e chimica non-lavoisieriana. La sostanza diventa un campo di relazioni e si dinamizza, il che è in consonanza con quanto era avvenuto prima con Ernst Cassirer e Ferdinand de Saussure, e successivamente con la Glossematica di Louis Hjelmslev.

## 2. L'énérgeia del non

Il bisogno di nozioni fondamentali dialettizzate, la preoccupazione di mettere in discussione i risultati acquisiti, l'azione polemica incessante della ragione non devono trarre in inganno sull'attività costruttiva della filosofia del non. La filosofia del non non è una volontà di *negazione*. Essa non nasce da uno spirito di contraddizione che contraddice senza prove, che solleva arguzie vaghe. Essa non evita sistematicamente ogni regola. Al contrario, è fedele alle regole all'interno di un sistema di regole. [...] Non nega qualunque cosa, in qualunque momento, in qualunque modo. È a partire da articolazioni ben definite che essa avvia il movimento induttivo che la caratterizza e che determina una riorganizzazione del sapere su di una base allargata<sup>1</sup>.

Il “non” apre l'unità della sostanza; fraziona il sostanzialismo facendone emergere diverse forme e superando il sostanzialismo ingenuo. Questa pluralità di sostanzialismi, o di sostanze, non è un anti-sostanzialismo, sottolinea piuttosto il carattere mobile e relativo della categoria di unità della sostanza, che Bachelard chiama *non-sostanzialismo*. «Sviluppando – egli scrive – una filosofia del non-sostanzialismo, si riuscirà quasi senza accorgersene a dialettizzare la categoria di unità; cioè si riuscirà, attraverso tale svolta, a far capire meglio il carattere relativo della categoria di unità»<sup>2</sup>.

Il “non” riveste dunque un ruolo fondamentale perché nella sua dimensione si avvia una produzione tendenzialmente illimitata di sapere. “Negando” (mettendo in discussione) ora l'uno ora l'altro aspetto di una scienza (o di qualsiasi altra forma di sapere), ora questa ora quella sua rappresentazione, si sgretolano le sostanze e le rappresentazioni susseguitesi nel corso del tempo, o che si dispongono nello spazio delle varie culture, sì che a ripercorrere il cammino a ritroso risultano irriconoscibili.

Storicamente la chimica di Lavoisier ha “negato” l'alchimia e questa ha “negato”, sviluppandola in modo diverso, parte della filosofia naturale; oggi la *chimica non-lavoisieriana* nega la chimica lavoisieriana. Ciascuna di esse colma una mancanza colta nella sostanza cui si rapporta.

La chimica lavoisieriana funge da sostanza mentre la chimica non-lavoisieriana diventa non-sostanza; potremmo ancora dire che la prima è sostanza-oggetto, mentre la seconda è meta-oggetto, o, ancora, interpretante prodotto a partire da e su

<sup>1</sup> Bachelard, G., *La filosofia del non*, tr. it. di G. Quarta, Roma, Armando Editore, 1998 [*La philosophie du non*, Paris, PUF, 1940], p. 143.

<sup>2</sup> *Ivi*, pp. 101-102.



quell'oggetto-base che assume un'altra valenza teorica e semantica. Si tratta di un processo di traduzione e ricodificazione delle istanze maturate in un campo scientifico e che trovano risposta in un'altra struttura teorica ed espressiva. Si ottiene un *sur-oggetto*: «risultato di un'oggettivazione critica, di un'obiettività che conserva dell'oggetto solo ciò che ha criticato», nelle parole di Bachelard<sup>3</sup>, che in quanto connesso a un'altra forma espressiva diventa *sur-segno*.

Generalizzando un po', si può dire che il "non" è il momento in cui maturano i salti, le ristrutturazioni epistemologiche, sociali, politiche, economiche all'interno del corpo stesso di una sostanza, aprendola ad altre istanze, portandola su un altro terreno, ri-orientandola e ri-pensandola. Questa negazione, però, non ha, hegelianamente, una funzione mediatrice di riproposizione dell'esistente che si rafforza eliminando o fagocitando il suo altro. Essa, al contrario, produce nuove categorie, nuovi saperi, nuovi livelli di realtà; da un punto di vista semiotico si direbbe che produce nuovi segni: una *sur-semiotizzazione*.

Bachelard propone una *teoria profonda* della sostanza, intendendo con questa espressione una teoria astratta di fatti inosservabili in superficie ma rilevabili solo mediante la costruzione e l'affinamento di strumenti teorico-pratici. Si tratta di un processo di idealizzazione, necessario al lavoro scientifico, che vuol dire astrazione e allontanamento da un oggetto, alleggerimento della sua materialità; vuol dire soprattutto guadagnare un altro punto di vista per poi ri-comprendere l'oggetto stesso, secondo un procedimento via via più formale ma che non può essere identificato con il puro e semplice abbandono della sostanza. La formalizzazione non significa indipendenza assoluta dall'esperienza o disinteressamento dei fenomeni materiali. Qualsiasi conoscenza o qualsiasi interazione con il mondo segue un principio di ordine, o una procedura di strutturazione sia pure implicita o spontanea.

L'alleggerimento del peso della sostanza si associa con la precisione, l'esattezza ma anche con un'attenzione meticolosa all'indeterminato e alla produzione di immagini che non rappresentano o riproducono la realtà, non si lasciano ridurre al grezzo referente, quanto piuttosto lo raffigurano sfuggendo alla sua presa totale, poiché hanno origine nel sogno, nel vago, nel poetico. La raffigurazione è il luogo dell'innovazione, della ri-cognizione di ciò in cui in una certa epoca, una certa cultura, un certo gruppo si identifica, quale può essere una certezza scientifica, filosofica, artistica.

Scrivendo Bachelard:

Rendere geometrica la rappresentazione, vale a dire descrivere i fenomeni e ordinare in serie gli eventi decisivi di un'esperienza: ecco il compito primario in cui si afferma lo spirito scientifico. È in questo modo, infatti, che si giunge alla *quantità figurata*, a mezza strada fra il concreto e l'astratto, in una zona intermedia dove lo spirito pretende di conciliare la matematica con l'esperienza e le leggi con i fatti. Ma il compito di questa geometrizzazione, che si è creduto spesso di aver realizzato – sia con il successo del cartesianesimo, sia con quello della meccanica newtoniana, sia ancora con l'ottica di Fresnel –, finisce sempre col rivelarsi insufficiente. Prima o poi, nella maggior parte dei domini scientifici, si è costretti a constatare che quella prima rappresentazione geometrica, fondata su un *realismo ingenuo delle proprietà spaziali*, implica rapporti più nascosti, leggi

<sup>3</sup> *Ivi*, p. 146.

topologiche meno nettamente solidali con le relazioni metriche immediatamente apparenti; insomma, legami più profondi di quelli offerti dalla familiare rappresentazione geometrica. A poco a poco, si sente il bisogno di lavorare per così dire *sotto* lo spazio, al livello delle relazioni essenziali che sostengono sia lo spazio che i fenomeni. Il pensiero scientifico è allora spinto a “costruzioni” più metaforiche che reali, a “spazi delle configurazioni” di cui lo spazio sensibile non è, dopo tutto, che un esempio impoverito. Il ruolo della matematica nella fisica contemporanea supera quindi decisamente la semplice descrizione geometrica. Il matematismo non è descrittivo ma formativo<sup>4</sup>.

La modellizzazione scientifica non è astratto matematismo, mera misurazione, non si esaurisce nel visibile, ma è anche, se non soprattutto, procedere *per visibilia ad invisibilia*, produrre o inventare contenuti.

«Il poeta del vago – scrive Italo Calvino nella sua lezione sull'esattezza – può essere solo il poeta della precisione, che sa cogliere la sensazione più sottile con occhio, orecchio, mano pronti e sicuri [...]; la ricerca dell'indeterminato diventa l'osservazione del molteplice, del formicolante, del pulviscolare»<sup>5</sup>.

Diremmo che siamo così di fronte a una razionalità partecipata dal poetico, dalla vaghezza, dall'immaginazione, aperta a diversi coefficienti di realtà e di pensiero, di un pensiero astratto, cosciente, e di un pensiero naturale, inconscio o tacito, e di conseguenza di fronte a un *non-realismo*, o *sur-realismo*, e a un *non-razionalismo*, o un *sur-razionalismo*<sup>6</sup>.

Bisogna, però ribadire, tornando più direttamente a Bachelard, che la “filosofia del non” non è

un negativismo [...], essa non conduce a un nichilismo. Essa procede invece, in noi e fuori di noi, da un'attività costruttiva. Essa pretende che lo spirito al lavoro sia un fattore d'evoluzione. Pensare il reale in modo adeguato significa approfittare delle sue ambiguità per modificare e allertare il pensiero. Dialettizzare il pensiero significa aumentare la garanzia di creare scientificamente *fenomeni completi*, di rigenerare tutte le variabili degenerate o soffocate che la scienza, così come il pensiero ingenuo, aveva trascurato nel suo primo studio<sup>7</sup>.

In cosa consiste il «fattore d'evoluzione», o, come preferiamo dire, di esplicazione di una conoscenza scientifica ce lo spiega lo stesso Bachelard quando scrive che c'è una maturazione diseguale dei concetti della scienza, molti dei quali

rimangono ancora implicati in un realismo più o meno ingenuo; [...] perciò, esaminata nei suoi elementi, la filosofia dello spirito scientifico non può essere una filosofia omogenea. Se le discussioni filosofiche riguardo alla scienza rimangono confuse è perché si vuole dare una risposta d'insieme quando si è impegnati a discutere il caso di un concetto particolare<sup>8</sup>.

<sup>4</sup> Bachelard, G., *La formazione dello spirito*, tr. it. di E. Castelli Gattinara, Milano, Cortina Editore, 1995, p. 1 [*La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1938].

<sup>5</sup> Calvino, I., *Lezioni americane*, Milano, Mondadori, 2002, p. 69.

<sup>6</sup> Per un approfondimento cfr. Castellana, M., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard*, Napoli, Glauk, 1974, nuova ediz. con due saggi inediti, Lecce, Milella, 2021.

<sup>7</sup> Bachelard, G., *La filosofia del non*, cit., p. 44.

<sup>8</sup> *Ivi*, p. 45.

Il “non” innesca un movimento pluralizzante restando in contatto con ciò a cui dice di no, mentre ne avvia una reinterpretazione, avendo scandagliato un livello più profondo delle cose.

Stéphane Lupasco – sostiene ancora Bachelard – ha sviluppato una

filosofia dualistica riferendola ai risultati della fisica contemporanea [...]. L'attività dualizzante dello spirito è, a suo parere, incessante. Per me, essa si limita a mettere in marcia una specie di caleidoscopio logico che capovolge all'improvviso i rapporti ma che conserva sempre le forme. [...] La dialettica mi serve solo per mettere un limite a un'organizzazione razionale per mezzo di un'organizzazione surrazionale molto precisa. Essa mi serve solo per transitare da un sistema a un altro<sup>9</sup>,

lungo un percorso di idealizzazione o approfondimento, come si è detto, di produzione di forme/sostanze, o di altre sostanze formate, o, ancora, in stile bachelardiano, di “non-forme” che sono tali rispetto alle forme che “negano”. E aggiunge:

La negazione deve rimanere in contatto con la formazione primaria. Essa deve consentire una *generalizzazione dialettica*. La generalizzazione attraverso il *non* deve includere ciò che nega. [...] Infatti, la geometria non-euclidea comprende la geometria euclidea; la meccanica non-newtoniana include la meccanica newtoniana; la meccanica ondulatoria racchiude la meccanica relativista. Nel campo della fisica, la costante *h* di Planck appare come un fattore di piccola disobbedienza nei confronti delle regole della scienza del senso comune. Come ho spesso osservato, basta annullare *h* nelle formule della meccanica ondulatoria per ritrovare le formule della meccanica classica. La micro-fisica, in altre parole la non-fisica, include la fisica<sup>10</sup>.

La “filosofia del non” si colloca in un'ottica “duale” della scienza basata sull'opposizione differenziale e negativa delle forme: ogni forma di scienza (o forma di sapere) è aperta e connessa a una sua non-forma; ogni forma esiste perché non è il suo contrario (non-forma), ma al contempo esiste per la sua associazione ad esso; al di fuori di tale associazione è “ni-ente” (non-ente). È l'associazione di forma e non-forma, la loro complementarità e partecipazione reciproca, e la loro differenza non indifferente che costituisce la “filosofia del non”. Bachelard, per parte sua, parla di «valore sintetico» di questa filosofia nel titolo del capitolo sesto del suo libro.

Chiederò ai filosofi – scrive nella Prefazione – di abbandonare l'ambizione di trovare un unico punto di vista e un punto di vista immutabile per giudicare l'insieme di una scienza tanto vasta e tanto mutevole come la fisica. Arriverò quindi a caratterizzare la filosofia delle scienze con un pluralismo filosofico, il solo capace di dare forma a elementi tanto diversi quanto l'esperienza e la teoria [...]. Definirò la filosofia delle scienze come una filosofia frazionata, come una *filosofia distribuita*. Inversamente, il pensiero scientifico ci apparirà come un metodo di frantumazione ben ordinato, come un metodo di analisi abbastanza raffinata, per i diversi filosofemi troppo massicciamente raggruppati nei sistemi filosofici<sup>11</sup>.

<sup>9</sup> *Ivi*, p. 144.

<sup>10</sup> *Ivi*, p. 145.

<sup>11</sup> *Ivi*, p. 41.

Agli scienziati Bachelard chiede delle loro incertezze, dei loro errori, delle loro idee vaghe o fisse, delle loro contraddizioni, convinzioni senza prova; chiede se una «filosofia granitica, senza articolazioni, senza *dualità*» [cors. ns.] corrisponda alla varietà dei loro pensieri e alla libertà delle loro ipotesi.

I diversi problemi del pensiero scientifico dovrebbero quindi ricevere diversi coefficienti filosofici. [...] Ogni singola ipotesi, ogni singolo problema, ogni singola esperienza, ogni singola equazione reclamerebbe la sua filosofia. Si dovrebbe fondare una filosofia del dettaglio epistemologico, una filosofia scientifica *differenziale* che farebbe riscontro alla filosofia *integrale* dei filosofi<sup>12</sup>.

Questa «filosofia scientifica *differenziale*», auspicata da Bachelard nella Prefazione, approda alla “filosofia del non”: un “non” che non dice il nulla ma il diverso che non viene pigiato in un solo punto di vista o in una coscienza astratta; un “non” legato all’esistenzialità, alla vicenda storica delle scienze, che dice differenza e non-indifferenza, ovvero marca la differenza tra una forma e una non-forma e al contempo il loro reciproco richiamo e intreccio per cui una forma (*A*) si estende in una sua connotazione o in un suo approfondimento (non-forma, o *non-A*), traducendosi nel suo “stesso altro”, sintetizzabile, à la Hjelslev, nella formula  $A/A + è non A$ <sup>13</sup>.

In quanto tale la scienza non è un’unità sostanziale e compatta bensì un’unità funzionale, nel senso che non consiste di parti isolate e non la si può ridurre a una *mono-logica*. Si ha in tal modo un’*epistemologia strutturale senza strutturalismo*, quale ci sembra l’epistemologia bachelardiana alla luce di quanto si è detto finora, dove “struttura” ha valore metodologico e non ontologico.

È stata quella che Jean-Claude Milner ha chiamato «*doxa strutturalista*»<sup>14</sup> che ha ontologizzato la struttura, confondendo lo “strutturale”, che è modello, con lo “strutturifico”, che è l’entificazione o la sostanzializzazione di un modello<sup>15</sup>.

<sup>12</sup> *Ivi*, p. 42.

<sup>13</sup> Cfr. Hjelslev, L., *La catégorie des cas. Étude de grammaire générale*, première partie, “Acta Jutlandica”, VII, 1, pp. I-XII e 1-184.

<sup>14</sup> *Il Periplo strutturale. Figure e paradigma*, Chitussi B. (ed.) Milano-Udine, Mimesis, 2009, p. 189, nota 9 [*Le Périphe structural. Figures et paradigme*, Paris, Seuil, 2002].

<sup>15</sup> Un modello per un verso è un’entità oggettiva perché ha radici in un universo fattuale all’interno del quale cerca di cogliere i tratti costanti soggiacenti alla sua superficie, attraverso un’opera di pertinentizzazione che colloca i tratti su un piano di ordine diverso, inserendoli in un processo di astrazione. In tal modo un modello compie non solo una funzione di descrizione di una fattualità ma interpreta e quindi utilizza la pertinenza anche in funzione proiettiva o progettuale. Per altro verso, però, un modello ha anche radici nel sapere formalizzato delle discipline e nell’insieme dei saperi e delle pratiche che si sono sedimentati storicamente, costituendo il patrimonio di riferimento di una collettività e dei suoi individui. Da questa eredità storico-culturale e dallo stato del dibattito entro le discipline un modello attinge i suoi modi per definirsi e per interpretare il proprio oggetto. Questo doppio volto configura la modellizzazione come continuo approfondimento e approssimazione della conoscenza sul piano epistemologico e come semiosi illimitata sul piano semiotico. Per un approfondimento cfr. Galassi, R., *Per una semiologia di “modello”*, “Il Protagora”, a. XXIII, IV serie, n. 3-4, 1983, pp. 21-46; Vedovelli, M., *Per un modello semiotico della narrazione del Sars-Cov-2*, “Cultura & Comunicazione”, a. XI, n. 18, 2021, pp. 5-12.

Possiamo riconoscere questo approccio in un testo postumo di Ferdinand de Saussure, risalente alla fine degli '90 dell'Ottocento (1891-1894 ca), ritrovato nel 1996, *De l'essence double du langage*<sup>16</sup> e in *Substanzbegriff und Funktionbegriff* (1919) di Ernst Cassirer, in cui si riconosce il primato della funzione sulla sostanza.

### 3. La scienza come metasemiotica

Pensiamo di aver mostrato che la crescita o pluralizzazione dei contenuti (oggetti) delle scienze sia omologa alla crescita delle loro forme espressive in un percorso di metasemiotizzazione, o, à la Bachelard, di *sur-semiotizzazione*. Anche qui troviamo supporto nella Glossematica di Hjelmslev.

Una semiotica è un sistema cognitivo e comunicativo costituito da un piano espressivo e un piano semantico tra loro interdipendenti. In una metasemiotica uno di questi piani, o entrambi sono una semiotica, ossia un'altra interdipendenza tra un piano espressivo e uno semantico. Si ha dunque una pluriplanarità. Una semiotica che cresce sul piano semantico è un'altra forma del sapere strettamente connessa a una implementazione espressiva.

Uno degli obiettivi di Bachelard è mostrare quanto in una teoria scientifica è immagine, connotazione morale, ideologica, senso comune, linguaggio quotidiano. Anche lo scienziato vive in un mondo di significati e significanti storicamente dati o appartenenti alla tradizione scientifica entro cui egli si colloca, con i suoi stereotipi; anche lo scienziato vive nella semiosfera del suo tempo. Di ciò l'epistemologo francese è consapevole. Infatti, discutendo la nozione di corpuscolo, nel capitolo III de *L'activité rationaliste de la physique contemporaine* (1951) scrive che il filosofo

seguendo le intuizioni della vita comune, immagina che un *corpuscolo* sia un piccolo corpo e pensa, in omaggio alla tradizionale filosofia di Democrito, che l'atomo sia un individuabile, l'ultimo elemento d'una divisione della materia. Con garanzie etimologiche così indistruttibili, come è possibile comprendere la novità del linguaggio della scienza? [...] *Il corpuscolo non è un piccolo corpo*. Il corpuscolo non è un frammento di sostanza. Non ha qualità propriamente sostanziali. Quando la chimica teorica formulava la nozione di atomo, già allora essa spogliava l'atomo di molte sue proprietà fissate dalla esperienza comune. [...] L'atomo, per il fatto stesso di essere definito in una organizzazione razionale dell'esperienza chimica, riceve un nuovo statuto *ontologico*. [...] Il corpuscolo *elettrico* non è un *piccolo corpo carico d'elettricità*. Un'analisi linguistica [etimologica: C.C.] sarebbe ingannevole<sup>17</sup>.

Nella chimica metafore e simboli perdono le loro connotazioni emotive e l'aura mistica dell'alchimia. Ciò a cui si riferisce un segno non sono "nudi fatti" o cose in

<sup>16</sup> Pubblicato in Saussure, F., *Écrits de linguistique générale*, Bouquet, S. et Engler, R. (eds.), Parigi, Gallimard, 2002, pp. 15-88. Ci sia consentito al riguardo rinviare a Caputo, C., *La scienza doppia del linguaggio. Dopo Chomsky, Saussure e Hjelmslev*, Roma, Carocci, 2019.

<sup>17</sup> In Bachelard, G., *Epistemologia*, tr. it. di F. Lo Piparo, Bari, Laterza, 1975, pp. 52-53 [*Épistemologie, textes choisis par D. Lecourt*, Paris, PUF, 1971].

sé. Il valore di un significato discende dalla sua funzionalità a un sistema di significati attuale o storico non da una verità glottogonica o naturale (*étymon*).

A coloro i quali «non pongono attenzione all'evoluzione del linguaggio della scienza» Bachelard fa notare che

nelle scienze fisiche il linguaggio può essere fallace quanto lo è nelle scienze psicologiche. La nomenclatura chimica non potrebbe essere definita come la tavola delle declinazioni di una lingua morta. Essa è continuamente rettificata, completata, sfumata. Il linguaggio della scienza è in uno stato di rivoluzione semantica permanente<sup>18</sup>.

Cosimo Caputo

E tuttavia, l'epistemologo francese difende «il diritto alla metafora», a un pensiero parallelo, e assegna alla rappresentazione una «supremazia» sulla realtà, «una supremazia dello spazio rappresentato sullo spazio reale, o più esattamente, sullo spazio detto reale poiché questo spazio primitivo è un'organizzazione di esperienze primarie»<sup>19</sup>; in termini semiotici si tratta della *soglia inferiore* o del *terminus a quo* (Umberto Eco) della rappresentazione. L'approfondimento o l'idealizzazione della conoscenza comporta la costruzione continua di rappresentazioni o segni perché la realtà può essere capita e pensata solo attraverso essi<sup>20</sup>. E in *Il materialismo razionale* Bachelard scrive ancora:

Quando è stato necessario immaginare l'inimmaginabile dominio del nucleo atomico, sono state proposte immagini e formule verbali che sono interamente relative alla scienza teorica. Naturalmente, non bisogna prendere queste formule alla lettera e dare loro un senso diretto. Una perenne trasposizione del linguaggio rompe la continuità del pensiero comune e del pensiero scientifico. Continuamente, bisogna riporre le espressioni nuove nella prospettiva delle teorie che le immagini e le formule riassumono<sup>21</sup>.

Continuamente bisogna precisare le forme espressive, inventarne di nuove, mirando tendenzialmente all'esattezza in cui si raggiungerebbe il successo della comunicazione o la mera denotazione fra un significante e un significato. Usiamo il condizionale e parliamo di tendenzialità perché l'esattezza è un ideale regolativo, essendo il linguaggio sempre mobile e sfuggente, sempre impuro e imperfetto, soggetto a fallacie di ogni tipo anche nelle sue forme più astratte o formalizzate, come vedremo.

Quando bisogna «immaginare l'inimmaginabile», come dice Bachelard, via via che ci si allontana del visibile e l'oggetto perde la sua empiricità c'è bisogno di immaginazione semiotica, di una «definizione minuziosa dei dettagli», per riprendere le parole di Italo Calvino<sup>22</sup>. Ritorniamo così alla lezione sull'esattezza dello scrittore italiano, là dove dice che nella sua scrittura si è trovato di fronte

due strade divergenti che corrispondono a due diversi tipi conoscenza: una che si muove nello spazio mentale d'una razionalità scorporata, dove si possono tracciare linee che

<sup>18</sup> *Ivi*, p. 198.

<sup>19</sup> Bachelard, G., *La filosofia del non*, cit., p. 88.

<sup>20</sup> *Ivi*, pp. 90-91.

<sup>21</sup> In Bachelard, G., *Epistemologia*, cit., p. 198.

<sup>22</sup> Calvino, I., *Lezioni americane*, cit., p. 69.



congiungono punti, proiezioni, forme astratte, vettori di forze; l'altra che si muove in uno spazio gremito di oggetti e cerca un equivalente verbale di quello spazio riempiendo le pagine di parole, con uno sforzo di adeguamento minuzioso dello scritto al non scritto, alla totalità del dicibile e del non dicibile. Sono *due diverse pulsioni dell'esattezza* [cors. ns.] che non arriveranno mai alla soddisfazione assoluta: l'una perché le lingue naturali dicono sempre qualcosa in più rispetto ai linguaggi formalizzati [...]; l'altra perché nel render conto della densità e continuità del mondo che ci circonda il linguaggio si rivela lacunoso, frammentario, dice sempre qualcosa in *meno* rispetto alla totalità dell'esperibile<sup>23</sup>.

La tensione tra queste due pulsioni dell'esattezza esplicita la vita della semioepistemologia e della semiosi dei linguaggi scientifici, prefigurata anche da Bachelard nelle sue parole citate poco sopra. In quel suo stesso testo così prosegue:

Ad esempio, è il caso dell'immagine che Niels Bohr presentò sotto il nome di "goccia d'acqua" per sintetizzare certe leggi del nucleo atomico. Questa immagine "aiuta stupendamente, dicono Pollard e Davison, a comprendere il come e il perché della fissione". Con l'ausilio dell'immagine della "goccia" in cui si agglomerano i nucleoni si potrà dire che l'incorporamento di un neutrone supplementare aumenta l'energia interna del nucleo o, detto diversamente, la "temperatura" del nucleo. In seguito a questo aumento di "temperatura", un'emissione di un corpuscolo potrà avvenire secondo un processo che si chiamerà una "evaporazione". Ma le parole goccia, temperatura, evaporazione, debbono naturalmente essere messe tra virgolette. Per i fisici nucleari queste parole sono in qualche modo tacitamente ridefinite. Esse rappresentano concetti che sono totalmente differenti dai concetti della fisica classica, *a fortiori* molto differenti dalla conoscenza comune [...]. Se si ponesse attenzione a questo lavoro di traduzione spesso mascherato ci si accorgerebbe che nel linguaggio della scienza esiste un gran numero di termini tra virgolette [...]. Il termine tra virgolette alza il tono. Esso assume, al di sopra del linguaggio comune, il tono scientifico. [...] È il segno di un cambiamento di metodo di conoscenza riguardante un nuovo dominio dell'esperienza. Possiamo senz'altro affermare che dal punto di vista dell'epistemologo è il segno di una rottura, di una discontinuità di significato, di una riforma del sapere<sup>24</sup>.

Agendo sulla forma espressiva attraverso le virgolette si produce una "lingua speciale", ovvero, nella terminologia della semiotica hjelmsleviana, una «*meta-semiotica scientifica*», o «*metasemiologia*», vale a dire «una metasemiotica che ha una semiotica scientifica [o «*semiologia*»] come semiotica oggetto»<sup>25</sup>, nel caso descritto da Bachelard la semiotica oggetto è la fisica.

L'oggetto della metasemiologia è costituito dalle aggiunte e dalle modifiche apportate dalla semiologia per produrre la propria lingua speciale<sup>26</sup>. Si tratta della descrizione di termini o forme espressive provenienti da altre scienze, dal linguaggio quotidiano, da dizionari settoriali che subiscono una risemantizza-

<sup>23</sup> *Ivi*, pp. 82-83.

<sup>24</sup> Bachelard, G., *Epistemologia*, cit., pp. 198-199.

<sup>25</sup> Hjelmslev, L., *I fondamenti della teoria del linguaggio*, tr. it. di G. C. Lepschy, Torino, Einaudi, 1968, pp. 128-129 [*Omkring sprogteoriens grundlæggelse*, Copenhagen, Munksgaard, 1943].

<sup>26</sup> Cfr. *ivi*, pp. 129-130.

zione. Queste implementazioni portano il “fuori” in una scienza, aprono la sua testualità alla materialità, alla connotazione, alla metaforicità, il che significa che non c’è linguaggio scientifico totalmente denotativo, trasparente e quindi auto-sufficiente, e che il “fuori” è necessario per lo sviluppo della scienza stessa. *Il metalinguaggio è una semiotica*<sup>27</sup>.

Dopo la metasemiologia – ci dice ancora Hjelmslev<sup>28</sup> – non sono possibili ulteriori metadescrizioni e il luogo di controllo diventa la valutazione socio-culturale, storica di una scienza. L’epistemologia, in altri termini, non può sfuggire alla sua storicità.

Una *scienza*, in quanto forma del contenuto e forma dell’espressione, ovvero in quanto *segno*, è, nei termini della *semiotica glossematica*, la manifestazione di una sostanza di contenuto, ha, cioè, radici sociali, culturali, storiche (tradizioni di ricerca, filosofie, pratiche empiriche, tecniche, ecc.). E risiede proprio qui la genesi, talvolta casuale, di nuovi significati e nuove interpretazioni da cui nascono nuove forme di contenuto e nuove prospettive teoriche. Per questo una scienza non va studiata soltanto su un unico piano, perché non è solo costruzione logica, formale, ma è anche sostanza storica, sociale, comunicativa. Tali sostanze non sono a lato della scienza, non ne sono fattori esterni, bensì fattori interni e costitutivi. Anche il pensiero più rigoroso ed esatto poggia su una semiotica.

Pertanto e in conclusione, la riflessione epistemologica bachelardiana è indirettamente una semiotica del linguaggio scientifico, o, forse meglio, una metasemiotica della conoscenza scientifica.

Cosimo Caputo

Università del Salento, Lecce (Italy)

cosimo.caputo@unisalento.it

## Bibliografia

- Bachelard, G., *La formazione dello spirito scientifico*, tr. it. di E. Castelli Gattinara, Milano, Cortina Editore, 1995 [*La formation de l’esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1938].
- Bachelard, G., *La filosofia del non*, tr. it. di G. Quarta, Roma, Armando Editore, 1998 [*La philosophie du non*, Paris, PUF, 1940].
- Bachelard, G., *Epistemologia*, tr. it. di F. Lo Piparo, Bari, Laterza, 1975 [*Épistemologie*, textes choisis par D. Lecourt, Paris, PUF, 1971].
- Calvino, I., *Lezioni americane*, Milano, Mondadori, 2002; 1ª ed. Milano, Garzanti, 1988.
- Caputo, C., *Tra Saussure e Hjelmslev. Ricerche di semiotica glossematica*, Roma, Carocci, 2015.
- Caputo, C., *La scienza doppia del linguaggio. Dopo Chomsky, Saussure e Hjelmslev*, Roma, Carocci, 2019.
- Castellana, M., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard*, Napoli, Glauco, 1974; nuova ediz. con due saggi inediti, Milella, Lecce 2021.
- Galassi, R., *Per una semiologia di “modello”*, “Il Protagora”, a. XXIII, IV serie, n. 3-4, 1983, pp. 21-46.

<sup>27</sup> Abbiamo approfondito questo tema nel cap. 6 («Il paradosso del metalinguaggio») del ns. *Tra Saussure e Hjelmslev. Ricerche di semiotica glossematica*, Roma, Carocci, 2015.

<sup>28</sup> Cfr. *I fondamenti della teoria del linguaggio*, tr. it. cit., pp. 132-133.



- Hjelmslev, L., *La catégorie des cas. Étude de grammaire générale*, première partie, “Acta Jutlandica”, VII, 1, pp. I-XII e 1-184.
- Hjelmslev, L., *I fondamenti della teoria del linguaggio*, tr. it. di G.C. Lepschy, Torino, Einaudi, 1968 [*Omkring sprogteoriens grundlæggelse*, Copenhagen, Munksgaard, 1943].
- Milner, J.-C., *Il Periplo strutturale. Figure e paradigma*, B. Chitussi (ed.), Milano-Udine, Mimesis, 2009 [*Le Périphe structural. Figures et paradigme*, Paris, Seuil, 2002].
- Saussure, F., *Écrits de linguistique générale*, Bouquet S. et Engler R. (eds.), Paris, Gallimard, 2002, pp. 15-88.
- Vedovelli, M., *Per un modello semiotico della narrazione del Sars-Cov-2*, “Cultura & Comunicazione”, a. XI, n. 18, 2021, pp. 5-12.



# Sébastien Maronne, Frédéric Patras

## L'épistémologie mathématique de Gaston Bachelard

Cet article est dédié à Dominique Lecourt qui a tant contribué aux études bachelardiennes.

### 1. Introduction

L'œuvre de Bachelard, sans cesse redécouverte et réinterprétée depuis sa création, joue aujourd'hui sur la scène épistémologique un rôle de référence, jusque dans les épistémologies de tradition analytique où la pertinence des idées de l'épistémologie historique, assez longtemps ignorée, est de mieux en mieux connue et revendiquée<sup>1</sup>. Il n'en reste pas moins que « l'ensemble de l'œuvre de Bachelard (en particulier sa philosophie des sciences) est bien loin d'avoir épuisé toutes ses ressources : lire Bachelard, étude difficile, précise et rigoureuse, réclame maintes « relectures » comme le souligne Charles Alunni<sup>2</sup>. En effet, en dépit de la littérature abondante qui a été consacrée à l'épistémologie des sciences bachelardienne, beaucoup reste à dire, que ce soit pour en comprendre certains des ressorts ou, dans un souci de fidélité peut-être encore plus grand, pour essayer de la prolonger de façon synchronique en la mettant à l'épreuve de l'actualité des sciences.

C'est à cette double tâche que nous nous consacrerons ici dans le cas des mathématiques. Le rapport de Bachelard aux mathématiques a été traité tout au long de l'historiographie ces dernières années<sup>3</sup> : nul ne peut en effet ignorer que les mathématiques

<sup>1</sup> Pour un panorama du bachelardisme contemporain, on pourra voir Bontems, V., *Bachelard*, Paris, Les Belles Lettres, Figures du savoir, pp. 202-210. Sur la réception contrastée de Bachelard dans l'épistémologie analytique de langue anglaise, au sein de laquelle l'ouvrage de Mary Tiles, Tiles, M., *Bachelard : science and objectivity*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984, constitua naguère une exception, cf. Bontems, V., *op. cit.*, pp. 198-199 ainsi que Pravica, D., « Relations entre logique, mathématiques et langage. Bachelard et l'empirisme logique », in J.-F. Braunstein, I. Moya Diez et M. Vagelli (dir.), *L'épistémologie historique. Histoire et méthodes*, Paris, Éditions de la Sorbonne, 2019, pp. 23-41.

<sup>2</sup> Alunni, Ch., *Spectres de Bachelard*, Paris, Hermann, 2019, p. 6.

<sup>3</sup> Il faut ici mentionner la somme que Charles Alunni a récemment consacrée à Gaston Bachelard et l'école surrationaliste ainsi que le volume de la *Revue de synthèse* qu'il a dirigé : cf. Alunni, Ch.,

jouent un rôle crucial dans l'épistémologie de la physique proposée par Bachelard. Néanmoins, en laissant de côté la physique mathématique, d'aucuns ont pu penser que Bachelard n'aurait eu qu'une connaissance et une approche somme toute superficielle du « développement de la pensée mathématique *elle-même* ». Charles Alunni a vigoureusement réfuté cette idée en s'attachant en particulier à rendre compte de la mobilisation de contenus mathématiques substantiels dans l'œuvre de Bachelard<sup>4</sup>.

Dans cette ligne, nous nous efforcerons de dévoiler l'épistémologie mathématique *pour elle-même* inhérente à l'œuvre de Bachelard. Bien entendu, il est difficile et quelque peu artificiel de dissocier ces deux aspects des mathématiques dans l'épistémologie bachelardienne, à savoir, d'un côté, leur inscription et leur rôle crucial dans l'épistémologie du nouvel esprit scientifique et, de l'autre, leur indépendance ou leur subordination vis à vis des catégories classiques (obstacle, rupture, histoire sanctionnée et histoire périmée) appliquées à la science. Il nous a tout de même semblé qu'il existait un champ de réflexion pour penser « le mathématique » pour lui-même dans une perspective bachelardienne, sujet au fond peu abordé dans l'historiographie.

## 2. Les mathématiques et la science

Expliquons-nous. Les mathématiques apparaissent paradoxalement à la fois omniprésentes et mises à part dans l'épistémologie bachelardienne. Tout est dit dans le premier chapitre de *La Formation de l'esprit scientifique*, paru en 1938, dans lequel Bachelard introduit la notion d'obstacle épistémologique :

Après les obstacles que doit surmonter la connaissance empirique, nous en viendrons, dans l'avant-dernier chapitre, à montrer les difficultés de l'information géométrique et mathématique, les difficultés de fonder une Physique mathématique susceptible de provoquer des découvertes. Là encore, nous amasserons des exemples pris dans les systèmes maladroits, dans les géométrisations malheureuses. On verra comment la fausse rigueur bloque la pensée, comment un premier système mathématique empêche parfois la compréhension d'un système nouveau. Nous nous bornerons d'ailleurs à des remarques assez élémentaires pour laisser à notre livre son aspect facile. D'ailleurs pour achever notre tâche dans cette direction, il nous faudrait étudier, du même point de vue critique, la formation de l'esprit mathématique. Nous avons réservé cette tâche pour un autre ouvrage. À notre avis, cette division est possible parce que *la croissance de l'esprit*

*Spectres de Bachelard*, op. cit., Alunni, Ch. (dir.), *Philosophie et mathématique. Bachelard et les mathématiques. Revue de synthèse*, 2015, vol. 136, n° 1-2, pp. 1-134. On y trouvera un riche ensemble d'analyses historiques et épistémologiques sur Bachelard et les mathématiques et un aperçu à peu près exhaustif de la bibliographie. On pourra aussi consulter Martin, M.-E., *Les réalismes épistémologiques de Gaston Bachelard*, Dijon, Éditions universitaires de Dijon, 2012 pp. 19-50 sur le réalisme mathématique de Bachelard, Jean-Claude Pariente qui consacre une entrée aux mathématiques dans Pariente, J.-C., *Le Vocabulaire de Bachelard*, Paris, Ellipses, 2001, pp. 22-26, ainsi que les deux articles classiques de Martin, R., « Bachelard et les mathématiques » in H. Gouhier et R. Poirier (dir.), *Bachelard. Colloque de Cerisy [1970]*, Paris, Union Générale d'Éditions, 1974, pp. 46-67 et Loi, M., « Bachelard et les mathématiques », *Séminaire de Philosophie et Mathématiques*, 1984, 3, pp. 1-14.

<sup>4</sup> Cf. Alunni, Ch., *Spectres de Bachelard*, op. cit., pp. 125-138. Rappelons tout de même que le premier titre universitaire de Bachelard est une licence de mathématiques !

*mathématique est bien différente de la croissance de l'esprit scientifique dans son effort pour comprendre les phénomènes physiques. En fait, l'histoire des mathématiques est une merveille de régularité. Elle connaît des périodes d'arrêt. Elle ne connaît pas des périodes d'erreurs. Aucune des thèses que nous soutenons dans ce livre ne vise donc la connaissance mathématique. Elles ne traitent que de la connaissance du monde objectif*<sup>5</sup>.

Si l'« information mathématique » est fondamentale dans les découvertes de la physique *mathématique*, toutefois la connaissance mathématique n'est pas visée, en 1938, par les thèses et les notions bachelardiennes, comme celle d'obstacle épistémologique, qui concernent la connaissance *objective*. Celle-ci fera l'objet d'un autre ouvrage mais lequel ? Les premiers commentateurs n'ont pas manqué d'insister sur le mathématisme bachelardien tout en notant que Bachelard n'avait pas consacré de livre aux mathématiques à proprement parler<sup>6</sup>. Maurice Loi cite ainsi Roger Martin qui écrit dans l'introduction de son article : « Pour Bachelard, la mathématique est la pensée rationnelle par excellence et toute son œuvre démontre inlassablement que penser le réel, c'est le construire mathématiquement »<sup>7</sup>.

Un extrait de *L'Expérience de l'espace dans la physique contemporaine* paru deux années plus tôt en 1936 montre de manière éloquente en quoi consiste cette construction du réel accomplie par les mathématiques :

[...] l'information mathématique nous donne plus que le réel ; elle nous donne le plan du possible ; elle déborde l'expérience effective de la cohérence ; elle nous livre le compossible. Il ne s'agit pas d'une cohérence concrète, mais bien d'une cohérence abstraite. En fait, l'hamiltonien connu comme opérateur nous livrera, dans l'équation de Schrödinger, le spectre de toutes les valeurs possibles de l'énergie. La constante  $E$  qui, dans l'ancienne épistémologie réaliste, était considérée comme une donnée, comme une réalité empirique, est ici un paramètre qui doit se mettre en accord avec les conditions mathématiques incluses dans l'opérateur hamiltonien ; dès lors, une constante unique, attachée à une expérience unique, ne nous paraît donner qu'un prétexte pour la pensée inventive et productrice. *Guidés par l'information mathématique, nous pouvons espérer faire converger les probabilités et créer de toutes pièces des phénomènes dont la structure première peut, à bon droit, être qualifiée de mathématique*<sup>8</sup>.

Dans l'épistémologie symbolique de Bachelard, les mathématiques ne se contentent donc pas d'exprimer le réel mais le *pensent* et le *créent*. Dit autrement, les mathématiques ne sauraient se limiter à offrir un langage adéquat à la science, comme le prétendaient les logiciens du Cercle de Vienne<sup>9</sup>. Le réalisme mathématique, relationnel

<sup>5</sup> Bachelard, G., *La Formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, Paris, Vrin, 1938, Chap. I, La notion d'obstacle épistémologique, p. 22.

<sup>6</sup> Le livre de Bachelard le plus mathématique, si l'on se restreint aux mathématiques « pures », est sa thèse principale parue en 1928, *L'Essai sur la connaissance approchée*. Cf. Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1928, Livre III, pp. 169-242.

<sup>7</sup> C'est nous qui soulignons. Cf. Loi, M., *art. cit.*, p. 1 et Martin, R., *art. cit.*, p. 46. Voir également Lecourt, D., *Bachelard. Le jour et la nuit*, Paris, Grasset, 1974, p. 83.

<sup>8</sup> Bachelard, G., *L'Expérience de l'espace dans la physique contemporaine*, Paris, P.U.F., 1936, chap. IV, Les opérateurs mathématiques, pp. 96-97.

<sup>9</sup> Cf. Bachelard, G., *L'Expérience de l'espace dans la physique contemporaine*, op. cit., p. 89 ainsi que Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, Paris, Librairie Félix Alcan, 1934, p. 53.

et axiomatique, proposé par Bachelard dans *Le Nouvel esprit scientifique* illustre cette différence essentielle. Si d'une part, « le rôle des entités prime leur nature et que l'essence est contemporaine de la relation »<sup>10</sup> et que « la mesure du réalisme mathématique se prend sur l'extension des notions plutôt que sur leur compréhension »<sup>11</sup>, la généralité de la ligne géodésique conférant à celle-ci davantage de réalité qu'à la ligne droite de l'intuition première, Bachelard tempère néanmoins cette axiomatique de conception hilbertienne par l'effort de création des mathématiciens :

Qu'on parte donc du nominalisme hilbertien. Qu'on se soumette ensuite à un conventionnalisme absolu : toutes ces claires relations ne sont que des syllabes qui s'associent d'une manière strictement abracadabrante ! Mais voici alors l'effort poétique des mathématiciens, l'effort créateur, réalisateur : subitement, par une inflexion révélatrice, les syllabes associées forment un mot, un vrai mot, qui parle à la Raison et qui trouve, dans la Réalité, une chose à évoquer<sup>12</sup>.

Les mathématiciens ne construisent donc pas seulement le réel, les notions mathématiques qu'ils créent parlent à la raison. Comme le notait Roger Martin, la mathématique est la pensée rationnelle par excellence. Plus tard, dans les travaux d'après-guerre, par exemple dans *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine* publiée en 1951, Bachelard insistera sur « le caractère philosophique nouveau de ce rationalisme et de ce réalisme associés, l'un et l'autre essentiellement actualisés dans des techniques formulées par des théories mathématiques »<sup>13</sup>. Sa perspective aura alors changé : il ne s'agira plus pour lui d'analyser les obstacles qui entravent le progrès scientifique, comme dans *La Formation de l'esprit scientifique*, mais d'étudier au contraire les conditions épistémologiques d'un tel progrès. Nous y reviendrons dans la section 4.

### 3. Bachelard et Brunschvicg

Les relations entre Bachelard et Brunschvicg, qui fut avec Abel Rey le directeur de thèse de Bachelard<sup>14</sup>, sont complexes et multiples. Les deux philosophes se citent mais aussi se commentent<sup>15</sup>. Nous nous concentrerons ici sur les mathéma-

Sur ce thème classique, voir par exemple Lecourt, D., *L'épistémologie historique de Gaston Bachelard*, Paris, Vrin, 1969, pp. 45-50.

<sup>10</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, op. cit., p. 22.

<sup>11</sup> *Ibidem*, p. 28.

<sup>12</sup> *Ibidem*, p. 35.

<sup>13</sup> Bachelard, G., *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, P.U.F., 1951, p. 2.

<sup>14</sup> La thèse principale *Essai sur la connaissance approchée* est dédiée à Abel Rey tandis que la thèse complémentaire *Étude sur l'évolution d'un problème de physique : la propagation thermique dans les solides* (Paris, Vrin, 1928) est dédiée à Léon Brunschvicg, en « hommage respectueux ».

<sup>15</sup> Voir par exemple, la longue recension des deux thèses de Bachelard par Brunschvicg dans la *Revue Philosophique de la France et de l'Étranger* (Recension de G. Bachelard, *Étude sur l'évolution d'un problème de physique, la propagation thermique dans les solides* et G. Bachelard, *Essai sur la connaissance approchée*, *Revue philosophique de la France et de l'étranger*, janvier 1929, 54, pp. 92-94 et 95-101). En 1945, Bachelard publiera dans la *Revue de métaphysique et de morale* un article

tiques<sup>16</sup> auxquelles Brunschvicg a consacré la somme des *Étapes de la philosophie mathématique* (1912), et nous considérerons en particulier le problème épistémologique de la discontinuité en sciences auquel Brunschvicg et Bachelard paraissent avoir donné des réponses différentes.

L'épistémologie de Brunschvicg relève d'un « idéalisme critique » fondé sur un dialogue dynamique entre l'esprit et le réel, celui-là confrontant ses jugements au choc de l'expérience. Comme le rappelle François Dagognet :

On sait combien l'intelligence, pour Brunschvicg, se définit par son pouvoir de constituer la réalité et d'en épouser, par conséquent, les sinuosités : il ne désolidarise pas l'esprit inventif et la nature de plus en plus riche, c'est-à-dire rationnelle. Et l'irrationnel n'est que l'envers d'une définition trop restrictive de la raison : il ne signifie pas son échec, mais l'invite à se modifier ou à se libérer<sup>17</sup>.

Le rationalisme de Brunschvicg, ouvert aux progrès de la science, est donc évolutif : il inscrit la pensée rationnelle dans une histoire qui connaît des « étapes » ou des « âges ». Non seulement ce modèle s'applique aux mathématiques, mais ce sont elles qui apportent leur positivité aux sciences, comme l'écrit Brunschvicg dans « L'orientation du rationalisme », long article paru en 1920 dans la *Revue de métaphysique et de morale* :

Or le point central de nos efforts, dans les *Étapes de la philosophie mathématique*, a été d'établir que la question du rapport entre l'intelligible et le réel est susceptible de recevoir une solution positive sur le terrain même de la mathématique. [...] « Les<sup>18</sup> sciences dites positives doivent à la mathématique leur positivité, non seulement parce qu'il n'y a de relation précise, par suite de certitude proprement dite, que là où l'on introduit l'exactitude de la mesure, mais parce que la mathématique, ayant le privilège de considérer l'expérience dans les conditions où elle est à la fois plus simple et plus détachée du sensible, fournit le modèle de cette connexion entre l'activité de l'intelligence et l'épreuve des faits, qui constitue la vérité scientifique »<sup>19</sup>.

sur la « la philosophie scientifique » de son maître, mort l'année précédente (« La philosophie scientifique de Léon Brunschvicg », *Revue de métaphysique et de Morale*, 1945).

<sup>16</sup> Pour une comparaison plus étendue, nous renvoyons au bel article de François Dagognet, « Brunschvicg et Bachelard », *Revue de métaphysique et de morale*, 1965, (1), pp. 43-54. Réédité dans *Études bachelardiennes*, n. 1, 2020, pp. 187-195. Les références renvoient à cette édition. Sur Brunschvicg, on pourra consulter la monographie de René Boirel, *Brunschvicg. Sa vie, son œuvre avec un exposé de sa philosophie*, Paris, PUF, Philosophes, 1964, pp. 42-65 et l'article d'Anastasios Brenner, « Brunschvicg et l'histoire de la philosophie dans ses rapports avec les sciences », *Revue de métaphysique et de morale*, 2021, 111(3), pp. 307-320. Enfin, pour une comparaison très éclairante entre Brunschvicg et Cavailles, voir l'article d'Alain Michel, « Jean Cavailles dans l'héritage de Léon Brunschvicg : la philosophie mathématique et les problèmes de l'histoire », *Revue de métaphysique et de morale*, 2020, 105(1), pp. 9-36, qui évoque aussi Bachelard.

<sup>17</sup> Dagognet, F., art. cit., p. 189.

<sup>18</sup> Brunschvicg cite ici la communication rédigée pour le premier Congrès de philosophie mathématique d'avril 1914 et parue dans la *Revue de Métaphysique et de Morale* en 1916 (p. 341).

<sup>19</sup> Brunschvicg, L., « L'orientation du rationalisme », *Revue de métaphysique et de morale*, juillet 1920, XXXII, pp. [261]-343, republié dans Brunschvicg, L., *Écrits philosophiques* (3 tomes),

Cette expérience purement intellectuelle, qui se déploie en mathématiques, est également évoquée dans les dernières pages de *L'Expérience humaine et la causalité physique* (1922). Brunschvicg situe le traitement des « résistances » auxquelles est confrontée la physique au niveau des mathématiques :

Il existe une seconde sorte d'expérience, ou, si l'on préfère, une expérience du second degré, non plus *circonscrite*, mais *inscrite*, au coeur de la pensée. Cette expérience apparaît à l'intérieur même de la sphère intellectuelle ; au cours de l'élaboration des relations abstraites, elle se traduit, en des points imprévisibles, par des résistances inattendues de la matière sur laquelle s'exerce le géomètre, l'analyste, l'algébriste, par des hiatus, par des impossibilités, [...] *des ruptures se sont produites*. Dans le calcul de l'hypoténuse du triangle rectangle, dans l'étude des équations algébriques, se sont manifestés des points d'arrêt brusque, qui au premier abord semblaient marquer un échec définitif, une limite infranchissable. L'irrationnel, le négatif, l'imaginaire, ont éclaté tout d'un coup à l'esprit. [...] Grâce à un mouvement ultérieur de la pensée, les points d'arrêt sont devenus des points de réflexion, d'où l'esprit est parvenu à créer des notions nouvelles qui ont été l'origine de nouvelles déductions<sup>20</sup>.

Le matériau mathématique même, à travers les résistances qu'il offre, procure ainsi aux mathématiciens les moyens de les dépasser. En mathématiques, la résistance, l'obstacle créent les conditions (mathématiques, rationnelles, objectives) de leur dépassement et ce qui vaut pour les mathématiques vaut bien sûr pour la science. On trouverait bien d'autres textes aux résonances bachelardiennes chez Brunschvicg, comme par exemple celui-ci tiré d'un article de la *Revue de Métaphysique et de Morale* de 1906 intitulé « Sur l'implication et la dissociation des notions » :

Il y a dans l'histoire des sciences, il doit y avoir de même dans l'évolution de la philosophie, des ruptures définitives, des éliminations décisives ; elles marquent les étapes du progrès ; elles ne permettent plus d'espérer une compensation, de maintenir un équilibre politique, de chercher un « juste milieu » entre l'erreur d'autrefois et la vérité d'aujourd'hui<sup>21</sup>.

Les termes employés par Brunschvicg dans les textes précédents – en particulier celui de rupture – pourraient nous laisser accroire<sup>22</sup> que Brunschvicg pose, comme Bachelard après lui, la discontinuité dans les sciences à rebours de l'épistémologie positiviste héritée de Comte. Sur ce point, un riche et long échange entre Léon Brunschvicg et Gaston Milhaud, à l'occasion d'une séance de la *Société française*

textes réunis et annotés par Mme A.-R. Weill-Brunschvicg et M. Cl. Lehec, Paris, Presses Universitaires de France, 1954, t. II, pp. 1-81, pp. 70-71. Ici et dans la suite, les références paginales aux articles de Brunschvicg renvoient aux textes édités dans les *Écrits philosophiques*.

<sup>20</sup> Brunschvicg, L., *L'Expérience humaine et la causalité physique*, Paris, Librairie Félix Alcan, 1922, p. 605.

<sup>21</sup> Brunschvicg, L., « Sur l'implication et la dissociation des notions », *Revue de métaphysique et de morale*, novembre 1908, n° 16, p. 25.

<sup>22</sup> Il y a quelque péril, dont nous sommes conscients, à tirer des conclusions à partir de citations isolées d'auteurs à l'œuvre abondante, comme Bachelard et Brunschvicg.



de *Philosophie* du 31 octobre 1912 consacrée à l'idée de la vérité mathématique<sup>23</sup>, est particulièrement instructif. Brunschvicg, après avoir noté qu'« il semble à M. Milhaud qu'[il] a un peu trop séparé les "étapes", et substitué ainsi à la continuité effective de la pensée mathématique une discontinuité artificielle et en une certaine mesure arbitraire », répond sans équivoque en citant l'avant-propos des *Étapes de la philosophie mathématique* :

« La succession des systèmes métaphysiques qui ont fait dépendre la science tout entière des formes déterminées de l'intelligence, n'est que la moitié de l'histoire. L'autre moitié, c'est la croissance continue d'une pensée que sa richesse a fait toujours plus assurée d'elle-même. » J'ai donc tenu pour continu le développement de la pensée mathématique. [...] En fait, dans l'histoire telle qu'elle s'est produite, il y a eu à la fois *continuité pour la science, discontinuité pour la philosophie*<sup>24</sup>.

La même scène se rejouera le 25 mars 1950 lors d'une séance de la *Société française de Philosophie* consacrée à la nature du rationalisme. Maurice Fréchet y prend le rôle de Gaston Milhaud et Gaston Bachelard celui de Léon Brunschvicg. Tandis que le premier regrette que « ceux qui soutiennent certaines formes de la doctrine dialectique [...] donnent toujours l'impression que la science se manifeste par des destructions successives », Bachelard lui répond :

Vous voyez par conséquent que je suis tout à fait de votre avis sur les constitutions progressives et solides au point de vue historique des différentes étapes du rationalisme ; mais précisément ce sont des étapes<sup>25</sup>.

La rupture n'implique donc pas nécessairement la discontinuité. Bachelard reprend à son propre compte cette théorie des ruptures épistémologiques en refusant la thèse de la continuité en science. Il l'accepte toutefois pour les mathématiques, rejoignant ainsi Brunschvicg. Il écrit ainsi en 1928 dans *l'Essai sur la connaissance approchée* :

La science ne répond pas toujours aux questions laissées en suspens par les savants d'une époque précédente. Chaque temps a ses problèmes comme ses méthodes, sa propre manière de poser un inconnu devant son effort. [...]

*Ainsi, même dans l'évolution historique d'un problème particulier, on ne peut cacher de véritables ruptures, des mutations brusques, qui ruinent la thèse de la continuité épistémologique*<sup>26</sup>.

Bachelard affirme en revanche dans *La Formation de l'esprit scientifique*, comme on l'a déjà vu, que l'histoire des mathématiques est une « merveille de régularité »

<sup>23</sup> Brunschvicg, L., « L'idée de la vérité mathématique », *Bull. de la Soc.*, janvier 1913, 13<sup>e</sup> année, n° 1, pp. 1-46. Republié dans Brunschvicg, L., *Écrits philosophiques*, op. cit., t. III, pp. 80-124.

<sup>24</sup> *Ibidem*, pp. 88-89.

<sup>25</sup> Bachelard, G., « De la nature du rationalisme », *Bulletin de la Société française de Philosophie*, 1950, séance du 25 mars 1950, republié dans Bachelard, G., *L'Engagement rationaliste*, P.U.F., Paris, 1972, pp. 45-88, p. 82.

<sup>26</sup> Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, op. cit., chap. XV, Continuité épistémologique et vérification progressive, p. 270.

qui connaît des « périodes d'arrêt » mais pas de « périodes d'erreur »<sup>27</sup>. Il continuera à soutenir cette thèse dans ses textes plus tardifs, comme *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine* paru en 1951, dans lequel il écrit que « l'histoire des sciences, dans sa dynamique dominante de *mathématisation progressive* est ainsi une vérité confirmée, redoublée, coordonnée »<sup>28</sup>, ajoutant plus loin :

L'optique géométrique est une géométrie. Comme telle, elle a le bénéfice des progrès réguliers, le privilège des progrès sans régression, qui est le caractère historique singulier des mathématiques. Alors Newton *continue* Descartes et Euler *continue* Newton<sup>29</sup>.

*Continuité pour les mathématiques, discontinuité pour la science* aurait pu écrire Bachelard en infléchissant la formule de son maître Brunschvicg. Les commentateurs ont pu voir dans cette différence de traitement un paradoxe et même une inconséquence<sup>30</sup>. Nous nous efforcerons de dissoudre cet apparent paradoxe dans la section 4 en nous appuyant sur les textes postérieurs à *La Philosophie du non*, parue en 1940, qui constitue un point de bascule dans l'épistémologie bachelardienne.

La différence sans doute la plus essentielle entre Bachelard et Brunschvicg regarde le rapport institué entre science et raison. Bachelard substitue à la raison évolutive de Brunschvicg, qui répondait à la raison immuable kantienne, la science évolutive, à laquelle celle-là doit obéir :

En somme la science instruit la raison. *La raison doit obéir à la science, à la science la plus évoluée, à la science évolutive*. [...] nous voulons simplement affirmer que l'arithmétique n'est pas plus que la géométrie une promotion naturelle d'une raison immuable. L'arithmétique n'est pas fondée sur la raison. C'est la doctrine de la raison qui est fondée sur l'arithmétique élémentaire<sup>31</sup>.

En outre, comme le remarque Georges Canguilhem<sup>32</sup> :

[E]n affirmant que la raison doit obéir à la science évolutive, Bachelard ne nous invite pas à parler d'une évolution de la raison. En effet, il est difficile de débarrasser de toute trace d'essentialisme un rationalisme évolutionniste. Dire que la raison évolue, c'est dire qu'on pourrait à la rigueur en concevoir des traits antérieurs à l'évolution, comme on dit du coelacanthe qu'à la différence d'autres poissons il n'a pas évolué<sup>33</sup>.

<sup>27</sup> Cf. Bachelard, G., *La Formation de l'esprit scientifique*, op. cit., p. 22. Sur le rapport des mathématiques à l'erreur, voir aussi « L'actualité de l'histoire des sciences », conférence faite au Palais de la Découverte le 20 octobre 1951, 1951, republié dans Bachelard, G., *L'Engagement rationaliste*, op. cit., pp. 137-152, p. 141, sur laquelle nous reviendrons.

<sup>28</sup> Bachelard, G., *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, op. cit., p. 29.

<sup>29</sup> *Ibidem*, p. 40.

<sup>30</sup> Lecourt, D., *Bachelard*, op. cit., p. 110.

<sup>31</sup> Bachelard, G., *La Philosophie du non. Essai d'une philosophie du Nouvel esprit scientifique*, Paris, PUF, 1940, p. 144.

<sup>32</sup> Voir aussi Lecourt, D., *Bachelard*, op. cit., 1974, p. 4.

<sup>33</sup> Canguilhem, G., « Dialectique et philosophie du non chez Gaston Bachelard », in *Études d'histoire et de philosophie des sciences*, Paris, Vrin, 1975, pp. 196-207, p. 200.

Ce renversement opéré par Bachelard conduit d'autre part à la constitution d'une pluralité de rationalismes régionaux et spécialisés, lesquels sont compris dans l'unité d'un rationalisme « intégrant », structural et apodictique, le rationalisme procuré par les mathématiques<sup>34</sup>, *a contrario* du rationalisme *général* de Brunschvicg. C'est une deuxième différence non moins essentielle.

Enfin, Bachelard insiste davantage que Brunschvicg sur « la forme polémique, sur l'allure dialectique du dépassement constitutif du savoir »<sup>35</sup>, en particulier dans *La Formation de l'esprit scientifique* dans lequel il s'intéresse aux problèmes posés par l'élimination du réalisme initial en introduisant la notion d'obstacle épistémologique<sup>36</sup>. Bachelard écrit ainsi dans « La psychologie de la raison » paru en 1939 :

Je m'occupe présentement d'une psychanalyse de la connaissance rationnelle<sup>37</sup>. Je ne puis détacher mon esprit de la considération des *obstacles épistémologiques* qui s'opposent à une culture scientifique, que cette culture soit d'ordre expérimental ou d'ordre mathématique. Je crois qu'on s'instruit *contre quelque chose*, peut-être même *contre quelqu'un*, et déjà *contre soi-même*. C'est ce qui donne, à mes yeux, tant d'importance à la *raison polémique*<sup>38</sup>.

Ce caractère d'opposition polémique sera quelque peu atténué – en dépit du titre – dans *La Philosophie du non* parue en 1940, qui fait écho aux analyses du *Nouvel esprit scientifique*<sup>39</sup> et inaugure une seconde période de l'épistémologie bachelardienne, dans laquelle la psychanalyse de la connaissance rationnelle remplace la psychanalyse de la connaissance objective et la notion de dialectique se transforme<sup>40</sup>.

#### 4. Une rupture et une synthèse dans l'épistémologie bachelardienne

François Dagognet, soulignant l'écart de neuf années qui sépare la publication de *La Philosophie du non*, en 1940, de celle, « en gerbe », entre 1949 et 1953, du *Rationalisme appliqué* (1949), de *l'Activité rationaliste de la physique contemporaine* (1951) et du *Matérialisme rationnel* (1953), va jusqu'à parler de « rupture épistémologique » dans l'épistémologie de Bachelard et remarque que « la pre-

<sup>34</sup> Voir *ibidem*, pp. 202-203 et Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, Paris, P.U.F., 1949, pp. 132-133.

<sup>35</sup> Canguilhem, G., « Sur une épistémologie concordataire », *In Hommage à Gaston Bachelard*, Paris, Presses Universitaires de France, 1957, pp. 3-12, p. 4.

<sup>36</sup> Voir aussi Bachelard, G., « Le surrationalisme », *Inquisitions*, 1936, I. Republié dans Bachelard, *L'Engagement rationaliste*, op. cit., pp. 7-12.

<sup>37</sup> Ici Bachelard fait référence à *La Philosophie du non* qui paraîtra en 1940.

<sup>38</sup> Bachelard, G., « La psychologie de la raison » (Entretiens d'été, Amersfoort, 1938), *Actualités scientifiques et industrielles*, 1939, n° 849, Paris, Hermann. Republié dans Bachelard, G., *L'Engagement rationaliste*, op. cit., pp. 27-34, p. 34.

<sup>39</sup> Ainsi que le montre sans équivoque son sous-titre : « Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique ».

<sup>40</sup> Sur ce « thème épistémologique de prédilection » de Bachelard, nous renvoyons le lecteur à l'article de référence déjà cité de Georges Canguilhem, « Dialectique et philosophie du non chez Gaston Bachelard ».

mière philosophie de la science amplifie toujours la note critique, rectificatrice ou polémique, alors que la seconde, à l'opposé, construit plus et livre davantage les assises, la variété ou la mobilité de l'infime. »<sup>41</sup>

Jean-Claude Pariente souligne quant à lui dans sa belle étude sur le rationalisme bachelardien que « l'intérêt et l'objectif majeurs de *La Philosophie du non* [est] de prendre acte de cette évolution de la pensée de Bachelard » selon laquelle « le problème de l'accès à la science a perdu sa pertinence au profit de celui des progrès de la science »<sup>42</sup>. Cette évolution de Bachelard est particulièrement visible dans le texte qui suit :

Notre conclusion est donc nette : *une philosophie des sciences, même si on la limite à l'examen d'une science particulière, est nécessairement une philosophie dispersée*<sup>43</sup>. Elle a cependant une cohésion, c'est celle de sa dialectique, c'est celle de son progrès. *Tout progrès de la philosophie des sciences se fait dans le sens d'un rationalisme croissant, en éliminant, à propos de toutes les notions, le réalisme initial*. Nous avons étudié les différents problèmes posés par cette élimination dans notre ouvrage sur *La Formation de l'esprit scientifique*. [...] *Nous allons, dans le présent livre, travailler à l'autre pôle, en essayant de montrer la rationalisation sous sa forme la plus subtile, quand elle tente de se compléter et de se dialectiser avec les formes actuelles du nouvel esprit scientifique*<sup>44</sup>.

Pariente ajoute ensuite :

Ce qui [...] distingue irrémédiablement [les deux problèmes précédents], c'est que, au cours de la procédure d'accès à la science, l'état antérieur se voit définitivement dépassé et annulé, tandis que, au cours du progrès de la science, l'état antérieur est dépassé mais intégré<sup>45</sup>.

C'est ce que Bachelard nommait une induction transcendante dans *Le Nouvel esprit scientifique* dans la mesure où la théorie précédente apparaît comme un *cas particulier* de la théorie nouvelle<sup>46</sup>, et qu'il nommera « généralisation dialectique » dans *La Philosophie du non* :

La négation doit rester en contact avec la formation première. Elle doit permettre une généralisation dialectique. *La généralisation par le non doit inclure ce qu'elle nie*. En fait, tout l'essor de la pensée scientifique depuis un siècle provient de telles généralisations dialectiques avec enveloppement de ce qu'on nie. Ainsi la géométrie non-euclidienne

<sup>41</sup> Cf. Dagognet, F., « Sur une dernière image de la science » in *Bachelard, l'homme du poème et du théorème*, Dijon, Éditions universitaires de Dijon, 1984, p. 152. Voir aussi Canguilhem, G., « Dialectique et philosophie du non chez Gaston Bachelard », art. cit., pp. 203-204 : « Après *La Philosophie du non*, les études épistémologiques de Bachelard ne comportent plus de références à des philosophes de l'opposition. [...] Dans le devenir du savoir, c'est moins la rupture d'avec le moment antérieur qui est soulignée que la valorisation du moment postérieur ».

<sup>42</sup> Pariente, J.-C., « Rationalisme et ontologie chez Gaston Bachelard », in Michel Bitbol et Jean Gayon (dir.), *L'Épistémologie française, 1830-1970*, Paris, Éditions Matériologiques, 2015, pp. 235-263, pp. 248-249.

<sup>43</sup> On retrouve ici la régionalisation de l'épistémologie.

<sup>44</sup> Bachelard, G., *La Philosophie du non*, op. cit., pp. 50-51.

<sup>45</sup> Pariente, J.-C., « Rationalisme et ontologie chez Gaston Bachelard », art. cit., p. 249.

<sup>46</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, op. cit., p. 42.

enveloppe la géométrie euclidienne ; la mécanique non-newtonienne enveloppe la mécanique newtonienne ; la mécanique ondulatoire enveloppe la mécanique relativiste<sup>47</sup>.

Alors que les mathématiques ne pouvaient faire figure que de glorieuse exception dans une épistémologie de l'erreur et de la discontinuité, elles deviennent un *modèle* dans une seconde épistémologie rationaliste du progrès et de la généralisation dialectique. Bachelard écrit ainsi en 1951 dans sa célèbre conférence « L'actualité de l'histoire des sciences » :

*Cette positivité absolue du progrès scientifique apparaîtra comme indéniable si nous examinons l'histoire d'une science modèle, l'histoire des mathématiques.* Ici, il est bien évident qu'on ne peut décrire une décadence, car une diminution dans la cohérence des vérités serait tout de suite une erreur. Si l'histoire des sciences relatait des erreurs qui peuvent être faites après la découverte de la vérité mathématique, elle serait une histoire des mauvais élèves en mathématiques et non plus l'histoire des mathématiciens véritables. Une telle histoire quitterait le courant de l'histoire positive<sup>48</sup>.

Bachelard considère de fait un autre type d'erreurs en mathématiques et en sciences. L'« erreur euclidienne » n'est pas technique. En effet, la géométrie euclidienne demeure non seulement vraie mais constitue encore le canon de la mathématique axiomatique-déductive. L'erreur est « philosophique » :

L'état d'esprit strictement euclidien recélait une erreur philosophique essentielle. L'esprit préscientifique n'ayant pas vécu l'expérience de la mobilité essentielle des concepts élémentaires affirmait à la fois leur fixité et leur réalité. L'esprit préscientifique ne pouvait pas penser les concepts élémentaires formellement, puisque jamais il ne les dégageait totalement de leur contenu<sup>49</sup>.

La citation qui suit tirée de *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine* montrera enfin, tel un miroir, à quel point la rupture dans l'épistémologie bachelardienne s'accompagne dans le même temps d'une synthèse<sup>50</sup> :

En somme, les mécaniques contemporaines : mécanique relativiste, mécanique quantique, mécanique ondulatoire sont des sciences sans aïeux. Nos arrière-neveux se désintéresseront sans doute de la science de nos arrière-grands-pères. Ils n'y verront qu'un musée de pensées devenues inactives, ou du moins de pensées qui ne peuvent plus valoir que comme prétexte de réforme d'instruction. [...] Une telle science [la science atomique moderne] n'a pas d'analogue dans le passé. Elle apporte un exemple particulièrement net de la rupture historique dans l'évolution des sciences modernes.

Et cependant, malgré son caractère révolutionnaire, malgré son caractère de rupture avec l'évolution historique régulière, une doctrine comme la mécanique ondulatoire est une synthèse historique parce que l'histoire arrêtée deux fois dans des pensées bien fai-

<sup>47</sup> Bachelard, G., *La Philosophie du non*, op. cit., p. 137.

<sup>48</sup> Bachelard, G., « L'actualité de l'histoire des sciences », art. cit., p. 141.

<sup>49</sup> Bachelard, G., *La Philosophie du non*, op. cit., pp. 133-134.

<sup>50</sup> Nous pensons ici comme François Dagognet que Bachelard a réalisé son programme de philosophie scientifique, Dagognet, F., « Sur une dernière image de la science », art. cit., p. 148.

tes : les pensées newtoniennes et les pensées fresnelliennes, reprend un nouveau départ et tend à une nouvelle esthétique des pensées scientifiques<sup>51</sup>.

*Rupture et synthèse, négation et intégration*, à la fois, en mathématiques comme en sciences : voici que le paradoxe introduit auparavant est dissous !

## 5. La notion d'acte épistémologique

La notion d'acte épistémologique, qui apparaît au détour d'une page dans *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine* et disparaît aussitôt<sup>52</sup>, paraît opérer une synthèse des différentes notions épistémologiques introduites auparavant par Bachelard dans le cadre d'une épistémologie du progrès scientifique. C'est sans doute pour cette raison que cette notion fugitive mais essentielle a retenu l'attention des commentateurs<sup>53</sup>. Il n'en reste pas moins que la définition qu'en donne Bachelard pose davantage de questions qu'elle n'apporte de réponses :

Autrement dit, le progrès est la dynamique même de la culture scientifique, et c'est cette dynamique que l'histoire des sciences doit décrire. Elle doit décrire en jugeant, en valorisant, en enlevant toute possibilité à un retour vers des notions erronées. L'histoire des sciences ne peut insister sur les erreurs du passé qu'à titre de repoussoir. On rencontre alors la dialectique des *obstacles épistémologiques* et des *actes épistémologiques*. Nous avons longuement étudié le concept d'obstacles épistémologiques dans un ouvrage antérieur. *La notion d'actes épistémologiques que nous opposons aujourd'hui à la notion d'obstacles épistémologiques correspond à ces saccades du génie scientifique qui apporte des impulsions inattendues dans le cours du développement scientifique. Alors, il y a un négatif et un positif dans l'histoire de la pensée scientifique. Et ici le négatif et le positif se séparent si nettement que le savant qui prendrait parti pour le négatif se mettrait hors de la cité scientifique. Qui se bornerait à vivre dans la cohérence du système de Ptolémée ne serait plus qu'un historien. Et du point de vue de la science moderne, ce qui est négatif relève d'une psychanalyse de la connaissance ; il faut le barrer s'il tend à renaître. Au contraire ce qui dans le passé reste positif vient encore agir dans la pensée moderne. [...]*

On doit donc comprendre l'importance d'une dialectique historique propre à la pensée scientifique. En somme il faut sans cesse former et reformer la *dialectique d'histoire périmée et d'histoire sanctionnée* par la science actuellement active<sup>54</sup>.

Un acte épistémologique est donc selon Bachelard une saccade du génie scientifique qui apporte une impulsion *inattendue* dans le cours du développement

<sup>51</sup> Bachelard, G., *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, op. cit., p. 23-24.

<sup>52</sup> À notre connaissance, il s'agit d'un *hapax*. On n'en retrouve pas trace dans les autres écrits de Bachelard.

<sup>53</sup> Voir par exemple Canguilhem, G., « L'histoire des sciences dans l'œuvre épistémologique de Gaston Bachelard », in *Études d'histoire et de philosophie des sciences*, Paris, Vrin, 1975, pp. 173-186, pp. 182-183, Balibar, E., « Le concept de "coupure épistémologique" de Gaston Bachelard à Louis Althusser », in *Écrits pour Althusser*, Paris, La Découverte, Armillaire, 1991, pp. 9-57, p. 12 et Gayon, J., « Bachelard et l'histoire des sciences », in Jean-Jacques Wunenburger (dir.), *Bachelard et l'épistémologie française*, Paris, P.U.F., 2003, pp. 51-113, pp. 98-101.

<sup>54</sup> Bachelard, G., *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, P.U.F., 1951, p. 25.



scientifique, en opérant une séparation *nette et définitive* entre des contenus scientifiques positifs et des contenus négatifs, dont les premiers demeurent actifs dans le nouvel état de la science, ainsi produit, tandis que les seconds sont ou doivent être éliminés.

Les notions d'induction transcendante, de généralisation dialectique et de synthèse épistémologique<sup>55</sup> rencontrées auparavant dans le cas de la géométrie non-euclidienne et de la mécanique ondulatoire paraissent relever de la notion d'acte épistémologique sous son aspect positif. Toutefois, la définition de cette notion incorpore à nouveau un aspect négatif qui paraît faire écho à la notion d'obstacle épistémologique.

Tâchons de préciser en reprenant l'exemple de la géométrie non euclidienne étudiée par Bachelard dans *Le Nouvel Esprit scientifique* et *La Philosophie du non*<sup>56</sup>. Ici le négatif qui doit être abandonné concerne l'illusion de la fixité et de la réalité de concepts faussement élémentaires, tandis que le positif regarde l'approche relationnelle et axiomatique prônée par exemple dans les *Grundlagen der Geometrie* de Hilbert.

C'est l'occasion de rappeler un fait important : ce négatif ne relève pas d'une erreur technique (il n'est nullement question ici de critiquer les démonstrations fausses du postulat des parallèles), mais d'une erreur de méthode qui oblitère le progrès géométrique. La dialectique d'histoire sanctionnée et périmée s'applique ainsi aux mathématiques : qui se bornerait à vivre dans la géométrie d'Euclide en prétendant raisonner sur les droites et les cercles idéalisées à partir de l'intuition spatiale ne serait plus qu'un historien.

Affranchissons-nous à présent en partie du texte bachelardien, tout en cherchant à rester fidèle à la logique interne de sa pensée, afin de mettre à l'épreuve de l'actualité des savoirs mathématiques la notion d'acte épistémologique.

Tout acte mathématique, fût-il génial, n'est pas épistémologique. Il s'agit en effet de distinguer le progrès de la découverte de faits mathématiques nouveaux. C'est sans doute le fond de la polémique célèbre qui opposa Grothendieck à Deligne à propos des conjectures de Weil : dans la logique de la pensée grothendieckienne<sup>57</sup>, résoudre une conjecture a en soi un intérêt limité et peut même être contre-productif lorsque la méthode utilisée, classique, stérilise le sujet et s'oppose à l'émergence d'une théorie nouvelle. L'avancée véritable est celle qui nous conduit à penser différemment la réalité mathématique. L'acte épistémologique se différencie ainsi par sa dimension intrinsèquement philosophique. Cette dimension, si elle n'est pas toujours thématifiée comme telle par le mathématicien, doit l'être par l'épistémologue.

<sup>55</sup> Nous écrivons à dessein 'synthèse épistémologique' au lieu de 'synthèse historique' qui est employé par Bachelard afin d'éviter toute confusion.

<sup>56</sup> Cf. Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, op. cit., chap. I, pp. 19-40 et Bachelard, G., *La Philosophie du non*, cit., p. 133.

<sup>57</sup> Sur Grothendieck et Bachelard, voir Patras, F., « Construire les mathématiques dans l'imagination », *Revue de synthèse*, 2015, 136(1-2), in Alunni C., (dir.), *Philosophie et mathématique*, op. cit., pp. 79-83.



Nous proposerons pour conclure cette section une définition de l'acte épistémologique en substituant un point de vue normatif au point de vue phénoménologique bachelardien. Rappelons en effet que Bachelard se contente de décrire l'acte épistémologique comme saccade du génie scientifique. Par 'acte épistémologique', nous entendons tout acte qui remet en cause des principes logiques, ontologiques, ou sémantiques pour penser la nature des objets mathématiques au-delà des systèmes dans lesquels leurs définitions et leur étude se sont cristallisées. Nous entendons préciser et exploiter cette définition dans des travaux ultérieurs en l'appliquant à différents moments du développement mathématique.

## 6. Bachelard et Cavailles

La théorie bachelardienne de la généralisation dialectique, dont on observe les prémices dans *Le Nouvel esprit scientifique* paru en 1934, et qui s'accomplit pleinement avec l'introduction de la notion d'acte épistémologique, ne laissa pas indifférents les représentants de « la jeune équipe » de la philosophie mathématique, Lautman et Cavailles<sup>58</sup>. L'existence de ces influences croisées et réciproques est documentée, et même revendiquée, quoique leur ampleur exacte reste aujourd'hui encore difficile à évaluer. Lautman cite ainsi *Le Nouvel esprit scientifique* de Bachelard dans son compte rendu du *Congrès International de philosophie des sciences* tenu à Paris du 15 au 23 septembre 1935 à propos de la découverte de la mécanique nouvelle qui « correspond à une véritable "mutation" de l'esprit scientifique »<sup>59</sup> et non à une simple généralisation par extension du connu à l'inconnu. Bachelard écrit un article sur l'œuvre de Jean Cavailles publié en 1950 dans la biographie consacrée par Gabrielle Ferrières au philosophe des mathématiques<sup>60</sup>.

D'autre part, l'unité de base de l'épistémologie mathématique et scientifique de Bachelard est le concept plutôt que la théorie<sup>61</sup> et les concepts sont soumis à une dialectique créatrice comme chez Cavailles<sup>62</sup>, même si, différence notable avec Cavailles, l'acteur qui réalise les actes épistémologiques, le mathématicien, est bien présent :

<sup>58</sup> Nous paraphrasons ici Bachelard qui écrit à Lautman le 11 janvier 1938 pour le remercier de l'envoi de ses thèses : « Avec quelle sympathie je salue en vous un représentant de la jeune équipe qui va ramener la philosophie aux tâches héroïques de la pensée difficile. [...] Dans la même estime, je tiens Cavailles. Je n'ai pas encore de nouvelle de sa thèse. Il ne va pas tarder je pense à la soutenir. Si vous le voyez, faites-lui mes amitiés. » Bachelard, G., « Lettre inédite de Gaston Bachelard à Albert Lautman » (11 janvier 1938), *Revue d'Histoire des Sciences*, 1987, 40(1), p. 129. Editée par Hourya Benis-Sinaceur.

<sup>59</sup> Lautman, A., *Les mathématiques, les idées et le réel physique*, Paris, Vrin, 2006, p. 59.

<sup>60</sup> Cf. Bachelard, G., « L'œuvre de Jean Cavailles » in Gabrielle Ferrières, *Jean Cavailles, philosophe et combattant (1903-1944)*, Paris, Presses Universitaires de France, 1950, pp. 221-234. Republié dans Bachelard, G., *L'engagement rationaliste*, op. cit., p. 178-190.

<sup>61</sup> À ce sujet, voir par exemple les remarques éclairantes de Balibar, E., « Le concept de "coupure épistémologique" de Gaston Bachelard à Louis Althusser », art. cit., pp. 12-13.

<sup>62</sup> Sur la dialectique des concepts chez Cavailles, nous renvoyons à l'étude classique d'Hourya Benis Sinaceur, *Jean Cavailles. Philosophie mathématique*, Paris, P.U.F., Philosophies, 2019, pp. 159-176.

Est-il meilleur exemple de cette dialectique enveloppante que l'extension du concept de parallèles quand on passe de la géométrie euclidienne à une géométrie non-euclidienne ? On va alors d'une conceptualisation fermée, bloquée, linéaire à une conceptualisation ouverte, libre, arborescente.<sup>63</sup>

On rencontre également chez Cavaillès de nombreuses formules bachelardiennes<sup>64</sup>. Lorsqu'il revient sur le « triple rôle de la généralisation » dans *Méthode axiomatique et formalisme*, Cavaillès écrit ainsi :

Dans tous les cas la fécondité du travail effectif est obtenue par ces ruptures dans le tissu mathématique, ce passage dialectique d'une théorie portant en elle-même ses bornes à une théorie supérieure qui la méconnaît quoique et parce qu'elle en procède.<sup>65</sup>

Du reste, la thématization de Cavaillès n'est pas sans rapport avec l'induction transcendante de Bachelard. Cavaillès écrit de la première que « la position du nouvel acte, *prolonge malgré la rupture les actes antérieurs, puisqu'il les englobe comme cas particulier* »<sup>66</sup>.

Une dernière citation de Cavaillès, tirée de *Transfinité et continu* paru en 1947, nous permettra de rendre cette convergence encore un peu plus évidente :

Le lien entre cette superposition intuitive et la dialectique du concept reste le problème fondamental de la philosophie mathématique. La description est bien connue de ces renversements historiques où le résultat fait éclater la méthode et le système tout entier dont il est issu : les procédés exigés par la solution d'un problème provoquent, dans l'actualisation même qui leur donne un sens, un tel changement d'éclairage qu'il faut déjà abandonner les notions qui forment leur structure. Mais les liaisons intellectuelles dépassent l'histoire empirique : c'est leur développement dialectique qui assure à la fois le mouvement de celles-ci et par elles-mêmes la permanence de leur validité. Ce qui marque l'histoire est la soumission du transcendantal à ses étapes : l'obligation du passage est reconnue dans un échec, la nécessité du progrès dans l'indétermination d'une découverte. La nécessité apparaît après coup. Aucune analyse de la conscience des actes ne permet de prévoir, pas plus qu'elle ne procure une permanence quelconque<sup>67</sup>.

<sup>63</sup> Bachelard, G., *La Philosophie du non*, op. cit., p. 133. Voir aussi Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, op. cit., p. 110 où Bachelard indique que « le noumène scientifique [et mathématique] n'est pas une simple essence, il est un progrès de pensée. »

<sup>64</sup> Les convergences entre les deux épistémologues avaient été soulignées par Canguilhem : cf. par exemple Canguilhem, G., « Le rôle de l'épistémologie dans l'historiographie scientifique contemporaine » in *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie*, Paris, Vrin, 1977, pp. 11-36, pp. 23-24.

<sup>65</sup> Cavaillès, J., *Méthode axiomatique et formalisme. Essai sur le problème du fondement des mathématiques, Actualités scientifiques et techniques* 608-610, Paris, Hermann, 1938, p. 172. Republié dans Cavaillès, J., *Œuvres Complètes de Philosophie des Sciences*, Paris, Hermann, 1994, pp. 1-202, p. 180.

<sup>66</sup> Cavaillès, J., *Sur la logique et la théorie de la science*, Paris, PUF, 1946, p. 32. Texte édité par G. Canguilhem et Ch. Ehresmann. Republié dans Cavaillès, J., *Œuvres Complètes de Philosophie des Sciences*, op. cit., pp. 473-560, p. 514.

<sup>67</sup> Cavaillès, J., « Transfinité et continu », Paris, Hermann, 1947, pp. 255-274, pp. 273-274, republié dans Cavaillès, J., *Œuvres Complètes de Philosophie des Sciences*, op. cit., pp. 451-472, pp. 471-472.

On aura reconnu dans ce texte tous les caractères d'un acte épistémologique. Quant à nous, nous n'avons guère de peine à nous persuader que « la description bien connue de ces renversements historiques où le résultat fait éclater la méthode et le système tout entier dont il est issu » renvoie sans doute à Brunschvicg mais plus encore à Bachelard.

Les « ratures » et « approfondissements »<sup>68</sup> conduisent ainsi à une révision permanente des mathématiques qui n'est pas négation mais enveloppement. Comme l'écrit Bachelard : « En lisant la thèse principale de Cavaillès, on comprendra que le problème du fondement est inséparable de la création de nouveaux êtres mathématiques. Il faut fonder en créant et créer en fondant. »<sup>69</sup>

Sébastien Maronne

Institut de Mathématiques de Toulouse, Université Paul Sabatier  
sebastien.maronne@math.univ-toulouse.fr

Frédéric Patras

Laboratoire J.A. Dieudonné, Université Côte d'Azur et CNRS  
frederic.patras@unice.fr

## Bibliographie

- Alunni C. (dir.), *Philosophie et mathématique. Bachelard et les mathématiques. Revue de synthèse*, 2015, vol. 136, n° 1-2, p. 1-134. Avec des contributions de Ch. Alunni, M. Castellana, A. Cavazzini, R. Guitart et F. Patras.
- Alunni, C., *Spectres de Bachelard*, Paris, Hermann, 2019.
- Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1928.
- Bachelard, G., *Étude sur l'évolution d'un problème de physique : la propagation thermique dans les solides*, Paris, Vrin, 1928.
- Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, Paris, Librairie Félix Alcan, 1934.
- Bachelard, G., *L'Expérience de l'espace dans la physique contemporaine*, Paris, P.U.F., 1936.
- Bachelard, G., « Le surrationalisme », *Inquisitions*, 1936, I. Republié dans *L'Engagement rationaliste* (1972), pp. 7-14.
- Bachelard, G., *La Formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, Paris, Vrin, 1938.
- Bachelard, G., « Lettre inédite de Gaston Bachelard à Albert Lautman » (11 janvier 1938), *Revue d'Histoire des Sciences*, 1987, 40(1), p. 129. Editée par Hourya Benis-Sinaceur.
- Bachelard, G., « La psychologie de la raison » (Entretiens d'été, Amersfoort, 1938), *Actualités scientifiques et industrielles*, 1939, n° 849, Paris, Hermann. Republié dans *L'Engagement rationaliste* (1972), pp. 27-35.
- Bachelard, G., *La Philosophie du non. Essai d'une philosophie du Nouvel esprit scientifique*, Paris, P.U.F., 1940.

<sup>68</sup> « L'un des problèmes essentiels de la doctrine de la science est que justement le progrès ne soit pas augmentation de volume par juxtaposition, l'antérieur subsistant avec le nouveau, mais révision perpétuelle des contenus par *approfondissement* et *rature* ». Cavaillès, J., *Sur la logique et la théorie de la science*, op. cit., p. 78.

<sup>69</sup> Bachelard, G., « L'œuvre de Jean Cavaillès », art. cit., p. 230. Republié dans Bachelard, G., *L'engagement rationaliste*, op. cit., pp. 178-190, p. 187.

- Bachelard, G., « La Philosophie scientifique de Léon Brunschvicg », *Revue de métaphysique et de Morale*, 1945. Republié dans *L'Engagement rationaliste* (1972), pp. 169-177.
- Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, Paris, P.U.F., 1949.
- Bachelard, G., « De la nature du rationalisme », *Bulletin de la Société française de Philosophie*, 1950a, séance du 25 mars 1950. Republié dans *L'Engagement rationaliste* (1972), pp. 45-88.
- Bachelard, G., « L'œuvre de Jean Cavaillès » in Gabrielle Ferrières, *Jean Cavaillès, philosophe et combattant (1903-1944)*, Paris, Presses Universitaires de France, 1950, pp. 221-234. Republié dans *L'Engagement rationaliste* (1972), pp. 178-190.
- Bachelard, G., *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, Presses Universitaires de France, 1951.
- Bachelard, G., « L'actualité de l'histoire des sciences », Conférence faite au Palais de la Découverte le 20 octobre 1951, 1951. Republié dans *L'Engagement rationaliste* (1972), pp. 137-152.
- Bachelard, G., *L'Engagement rationaliste*. Presses Universitaires de France, Paris, 1972.
- Balibar, E., « Le concept de "coupure épistémologique" de Gaston Bachelard à Louis Althusser », in *Écrits pour Althusser*, Paris, La Découverte, Armillaire, 1991, pp. 9-57.
- Benis Sinaceur, H., *Jean Cavaillès. Philosophie mathématique*, Paris, P.U.F., Philosophies, 2019. Deuxième édition revue et augmentée.
- Boirel, R., *Brunschvicg. Sa vie, son œuvre avec un exposé de sa philosophie*, Paris, P.U.F., Philosophes, 1964.
- Bontems, V., *Bachelard*, Paris, Les Belles Lettres, Figures du savoir, 2010.
- Brenner, A., « Brunschvicg et l'histoire de la philosophie dans ses rapports avec les sciences », *Revue de métaphysique et de morale*, 2021, 111(3), pp. 307-320.
- Brunschvicg, L., « Sur l'implication et la dissociation des notions », *Revue de métaphysique et de morale*, novembre 1908, n° 16, pp. [751]-760. Republié dans *Écrits philosophiques* (1954), t. III, pp. 19-28.
- Brunschvicg, L., *Les étapes de la philosophie mathématique*, Paris, Félix Alcan, 1912.
- Brunschvicg, L., « L'idée de la vérité mathématique », *Bull. de la Soc.*, janvier 1913, 13<sup>e</sup> année, n° 1, pp. 1-46. Communication à la Société française de Philosophie, séance du 31 octobre 1912. Republié dans *Écrits philosophiques* (1954), t. III, pp. 80-124.
- Brunschvicg, L., « L'orientation du rationalisme », *Revue de métaphysique et de morale*, juillet 1920, XXXII, pp. [261]-343. Republié dans *Écrits philosophiques* (1954), t. II, pp. 1-81.
- Brunschvicg, L., *L'Expérience humaine et la causalité physique*, Paris, Librairie Félix Alcan, 1922.
- Brunschvicg, L., Recension de G. Bachelard, *Étude sur l'évolution d'un problème de physique, la propagation thermique dans les solides* et G. Bachelard, *Essai sur la connaissance approchée*, *Revue philosophique de la France et de l'étranger*, janvier 1929, 54, pp. 92-94 et 95-101.
- Brunschvicg, L., *Les Âges de l'intelligence*, Paris, Librairie Félix Alcan, 1934.
- Brunschvicg, L., *Écrits philosophiques* (3 tomes), Paris, Presses Universitaires de France, 1954. Textes réunis et annotés par Mme A.-R. Weill-Brunschvicg et M. Cl. Lehec.
- Canguilhem, G., « Sur une épistémologie concordataire » in *Hommage à Gaston Bachelard*, Paris, Presses Universitaires de France, 1957, pp. 3-12.
- Canguilhem, G., « Dialectique et philosophie du non chez Gaston Bachelard » in *Études d'histoire et de philosophie des sciences*, Paris, Vrin, 1975, pp. 196-207. Extrait de la *Revue internationale de philosophie*, n° 66, 4, Bruxelles, 1963.
- Canguilhem, G., « L'histoire des sciences dans l'œuvre épistémologique de Gaston Bachelard » in *Études d'histoire et de philosophie des sciences*, Paris, Vrin, 1975, pp. 173-186. Extrait des *Annales de l'Université de Paris*, 1963, n° 1.
- Canguilhem, G., « Le rôle de l'épistémologie dans l'historiographie scientifique contemporaine » in *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie*, Paris, Vrin, 1977, pp. 11-36.
- Cavaillès, J., *Méthode axiomatique et formalisme. Essai sur le problème du fondement des mathématiques, Actualités scientifiques et techniques* 608-610, Paris, Hermann, 1938. Republié dans *Œuvres Complètes de Philosophie des Sciences* (1994), pp. 1-202.
- Cavaillès, J., *Sur la logique et la théorie de la science*, Paris, PUF, 1946. Texte édité par Georges Canguilhem et Charles Ehresmann. Republié dans *Œuvres Complètes de Philosophie des Sciences* (1994), pp. 473-560.

- Cavaillès, J., *Transfinité et continu*, Paris, Hermann, 1947. Republié dans Cavaillès, J., *Œuvres Complètes de Philosophie des Sciences* (1994), pp. 451-472.
- Cavaillès, J., *Œuvres Complètes de Philosophie des Sciences*, Paris, Hermann, 1994.
- Dagognet, F., « Brunschvicg et Bachelard », *Revue de métaphysique et de morale*, 1965, (1), pp. 43-54. Réédité dans *Études Bachelardiennes*, n. 1, 2020, pp. 187-195. Les références renvoient à cette édition.
- Dagognet, F., « Sur une dernière image de la science » in Bachelard, *l'homme du poème et du théorème*, Dijon, Éditions universitaires de Dijon, 1984, pp. 147-155.
- Ferrières, G., *Jean Cavaillès, philosophe et combattant (1903-1944)*, Paris, Presses Universitaires de France, 1950.
- Gayon, J., « Bachelard et l'histoire des sciences », in Jean-Jacques Wunenburger (dir.), *Bachelard et l'épistémologie française*, Paris, Presses Universitaires de France, 2003, pp. 51-113.
- Lautman, A., *Les Mathématiques, les idées et le réel physique*, Paris, Vrin, 2006.
- Lecourt, D., *L'Épistémologie historique de Gaston Bachelard*, Paris, Vrin, 1969.
- Lecourt, D., *Bachelard. Le jour et la nuit*, Paris, Grasset, 1974.
- Loi, M., « Bachelard et les mathématiques », *Séminaire de Philosophie et Mathématiques*, 1984, 3, pp. 1-14.
- Martin, M.-E., *Les Réalismes épistémologiques de Gaston Bachelard*, Dijon, Éditions universitaires de Dijon, 2012.
- Martin, R., « Bachelard et les mathématiques » in Henri Gouhier et René Poirier (dir.), *Bachelard. Colloque de Cerisy [1970]*, Paris, Union Générale d'Éditions, 1974, pp. 46-67.
- Michel, A., « Jean Cavaillès dans l'héritage de Léon Brunschvicg : la philosophie mathématique et les problèmes de l'histoire », *Revue de métaphysique et de morale*, 2020, 105(1), pp. 9-36.
- Pariente, J.-C., *Le Vocabulaire de Bachelard*, Paris, Ellipses, 2001.
- Pariente, J.-C., « Rationalisme et ontologie chez Gaston Bachelard », in Michel Bitbol et Jean Gayon (dir.), *L'Épistémologie française, 1830-1970*, Paris, Éditions Matériologiques, 2015, pp. 235-263.
- Patras, F., « Construire les mathématiques dans l'imagination », *Revue de synthèse*, 2015, 136(1-2), pp. 75-92.
- Pravica, S., « Relations entre logique, mathématiques et langage. Bachelard et l'empirisme logique », in Jean-François Braunstein, Iván Moya Diez et Matteo Vagelli (dir.), *L'Épistémologie historique. Histoire et méthodes*, Paris, Éditions de la Sorbonne, 2019, pp. 23-41.
- Tiles, M., *Bachelard: science and objectivity*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984.

# Fernando Zalamea

## Géométrie, Topologie, Riemann, et les nuances vivantes de la pensée mathématique chez Bachelard (avec un contrepoint autour de Simone Weil)

### o. Introduction

Il a été désormais prouvé (voir [Alunni(a)], [Synthèse])<sup>1</sup> que Bachelard a réalisé un travail précis de réflexion sur la mathématique (voir en particulier la longue liste de thèmes techniques étudiés, soulignée par Alunni [Synthèse, 22]). Nous nous concentrerons ici sur ses commentaires (analytiques et synthétiques) sur la géométrie et la topologie (*Section 1*), avant de parcourir ses observations sur l'œuvre de Riemann (*Section 2*). Il émergera une vision forte d'une *géométrie vivante*, dont Bachelard accentue des traits majeurs : inversions, négations, abstractions, dynamismes, dialectiques, pluralités. Une sorte de *twist* bachelardien survient alors, regardant la pensée abstraite comme un fragment surrationnel *initial* qui, seulement *après*, se *projette* sur le concret. Diverses idées de Bachelard autour de la mathématique s'organisent autour de *nuances* et *dialectiques* liées à son « *twist* fondamental », et nous proposons une relecture de ces idées grâce aux procès ubiquitaires de géométrisation de la mathématique dans les dernières décennies (*Section 3*). En contrepoint avec les visions bachelardiennes, nous comparons quelques réflexions de Simone Weil sur la mathématique, effectuées au cours de ces mêmes années, dans des directions tantôt affinées, tantôt complémentaires (*Notes à pied de page*).

### 1. Aperçus géométriques et topologiques

Les études de Bachelard sur la géométrie se concentrent surtout dans sa *triade fondatrice* (*Essai sur la connaissance approchée* [1927], *Étude sur l'évolution d'un problème en physique* [1928], *La Valeur inductive de la Relativité* [1929]) et dans le

<sup>1</sup> Les références du type [nom, page] renvoient aux "Études" signalées à la fin de l'article. Les références du type [année, page] envoient aux "Ouvrages de Bachelard". Les références du type [W, tome, page] renvoient aux "Œuvres" de Simone Weil. Dorénavant, *toutes les notes numérotées en bas de page feront référence uniquement* aux travaux de Weil. On lira donc Weil comme un *basso continuo* en contrepoint avec le texte principal sur Bachelard.



premier chapitre (« Les dilemmes de la philosophie géométrique ») sur *Le Nouvel esprit scientifique* [1934]. Quelques aspects centraux de la vision bachelardienne sont les suivants : (1) spectre ample d'une « pangéométrie » où se multiplient les axiomes, les perspectives, (2) *back-and-forth* entre l'abstrait et le concret, avec une inversion vitale qui situe la pensée abstraite comme archétype originaire pour la géométrie, (3) « dédoublement » et « dialectique violente » de la pensée géométrique, entre une complexe « géométrie vivante » et une géométrie simple et limpide. À partir de ses diverses lectures et interprétations, Bachelard construit un *réseau de nuances* qui capture merveilleusement la richesse multiplicative, non réductible et non homogénéisable de la géométrie.

La « pangéométrie » [1929, 178] émerge d'un contexte où « tous les enrichissements de la pensée géométrique contemporaine sont nés d'une alternative restituée » [1929, 178]. Une *dialectique élargie* ouvre des possibilités divergentes, qui, ensuite, suivant Klein et Poincaré<sup>2</sup>, sont comprises sous « le signe d'une unité plus profonde qui doit finalement réduire le dualisme des alternatives » [1929, 178]. Ainsi, un double mouvement d'ouverture (axiomes divers) et de clôture (invariants de groupes) gouverne une « géométrie vivante » [1929, 251]. La pangéométrie, en accord avec les procédés intégraux et synthétiques dans la résolution des équations différentielles, donne « un tableau systématique de toutes les suppositions » [1934, 27], et s'ouvre sur l'étude de « la multiplicité des géométries (...) [à travers] le caractère synthétique et cohérent qui est le propre des dialectiques exactes et complètes » [1934, 27]. Entre en jeu alors une « démarche synthétique qui tend à achever le corps des relations » [1934, 30] (extraordinaire préfiguration des thèses de Lautman), et qui prend toute sa force dans l'idée de *groupe*, « base primordiale de la psychologie mathématique » [1934, 33], située « au centre de la dialectique de la raison et de l'expérience » [1934, 33-34].

Dans ce *back-and-forth* entre abstraction et concrétude, Bachelard indique comment « autour d'un groupe, on peut toujours coordonner une expérience » [1934, 39]. De cette façon, une abstraction se *projette* sur un *spectre* de réalisations concrètes, et la question *inverse*, « dans quelles conditions la géométrie peut-elle devenir un réel ? » [1929, 229], acquiert une importance primordiale. C'est alors que Bachelard souligne comment une « racine géométrique » sous-tend une « expérience de localisation » [1937, 5], comment « la physique devient une science géométrique et la géométrie une science physique » [1934, 45], et comment « la science contemporaine se fonde sur une synthèse première (...) le complexe *géométrie-mécanique-électricité* » [1934, 143] (fascinante anticipation de l'œuvre entière de Châtelet). Avec une belle métaphore, Bachelard observe que « l'esprit

<sup>2</sup> Simone Weil revient plusieurs fois sur Klein [W, VI.1, 230, 412-417] et Poincaré [W, VI.1, 346; I, 164-165; I, 350], autour de remarques sur la Relativité. À côté des deux grands géomètres, Weil souligne l'importance du « Paradis de Cantor » [W, VI.2, 487] et son enseignement primordial : « *La distinction des niveaux est chose de suprême importance. La mathématique est un excellent exercice à cet égard* » [W, VI.2, 487]. Simone insiste sur l'importance de « lire Cantor » [W, VI.2, 352] et d'« étudier Cantor » [W, VI.2, 450]. Comme nous verrons plus loin, la distinction de niveaux et les hiérarchies géométriques et ensemblistes entrent en parfait dialogue avec la « réalité feuilletée » [1940, 55] de Bachelard.



scientifique suit une progression géométrique et non pas une progression arithmétique » [1938, 27], et « l'esprit projette des schémas multipliés, une géométrie »<sup>3</sup> [1927, 24]. Néanmoins, les *nuances* se manifestent toujours, et dans une autre analyse Bachelard souligne comment une intuition physique peut aussi dominer une intuition géométrique [1928, 131] (cas des symbolismes de Lamé en physique, qui aident à expliquer ceux d'Abel et Jacobi en fonctions elliptiques [1928, 127]).

Si Bachelard présente « la rigueur comme une psychanalyse de l'intuition, et la pensée algébrique comme une psychanalyse de la pensée géométrique »<sup>4</sup> [1938, 237], il observe que « le premier principe de l'éducation scientifique me paraît, dans le règne intellectuel, cet ascétisme qu'est la pensée abstraite » [1938, 237]. De là, la géométrie acquiert ses caractères puissants de « simplicité » [1927, 14], avec une dialectique et une synthèse « plus claires, plus systématiques »<sup>5</sup> [1934, 19], liées à une certaine « limpidité de la géométrisation » [1928, 61]. D'un autre côté, les *systèmes complexes* enrichissent la vision (imaginaires en géométrie [1929, 44], géométries du non<sup>6</sup> [1929, 176], croissance des axiomes [1927, 183]), et offrent une « portée philosophique considérable »<sup>7</sup> [1929, 134]. Il apparaît alors un « *dédoulement de la personnalité géométrique* » [1934, 26], tiraillée entre simplicité et complexité, avec toute la richesse mathématique qui en découle. On y obtient une « pensée biréfléchie » bachelardienne, qu'Alunni capture avec une « série de couplages » associés à des échos techniques fondamentaux dans la *géométrie riemannienne birationnelle* [Alunni(a), 137] (voir *Section 2* en bas). La « dialectique violente des diverses pensées géométriques » [1934, 26] devient un champ de forces extrêmement fertile, tant pour le mathématicien que pour le philosophe.

<sup>3</sup> Pour Simone Weil, « L'état spirituel est la résultante mathématique d'une combinaison de forces » [W, VI.2, 448]. Ainsi, l'esprit et le réel se convoquent entre eux. Weil propose d'étudier « le lien de la mathématique et de la *réalité* » [W, VI.2, 448], suivant une perspective proche de Bachelard. Allant encore un peu plus loin que le surrationalisme bachelardien, Weil observe que « La mathématique pouvait bien être un objet de contemplation mystique » [W, VI.2, 448], selon une suite croissante de niveaux « feuilletés » : objet, surobjet, objet mystique, etc.

<sup>4</sup> Simone Weil, suivant son frère et grand mathématicien André (*cf.* [Lafforgue, 128-131]), est critique de l'algèbre, et elle se demande si l'algèbre est « une erreur concernant l'esprit humain » [W, VI.1, 233]. L'intuition géométrique, redevable aux Maîtres grecs que Simone adorait, est pour elle la plus fine expression de la pensée mathématique. Voir à ce sujet son beau mot, « je pense bien que Dieu, selon la parole pythagoricienne, est un géomètre perpétuel – mais non pas un algébriste » [W, VII.1, 437]. Ceci renvoie aussi à « l'ange de la topologie et le démon de l'algèbre » selon Hermann Weyl (1937), et rapproche Simone Weil du Bachelard riemannien-weyllien (voir *Section 2* en bas).

<sup>5</sup> Pour Weil, « L'invention mathématique est transcendante. (...) *C'est parce que la mathématique est claire par excellence et à un degré unique qu'on y prend le mystère au filet* » [W, VI.2, 365]. La connexion entre limpidité et mystère est très caractéristique de Simone, dont sa « vocation de vérité » [Lafforgue, 126] imprègne toute son œuvre.

<sup>6</sup> Selon Simone, il est crucial de comprendre « l'*impossibilité* dans le raisonnement mathématique », ouverture où « la négation est le passage dans l'éternel » [W, VI.4, 167].

<sup>7</sup> Pour Simone (et André) Weil, la question se pose de savoir si « La mathématique est un art (André)? » [W, VI.1, 233]. Ce serait en effet un art, mais « où le temps ne joue aucun rôle » et qui « ne rendrait sensible que l'unité et la diversité, l'un et le multiple, l'analogie » [W, VI.1, 233].

Développant ses idées sur le rôle crucial de la pensée abstraite, Bachelard met l'accent sur la place essentielle de la *topologie*, non seulement pour comprendre les mathématiques, mais pour saisir les nuances complexes de la pensée même. En effet, c'est « dans la qualité, dans le caractère topologique – qui est primordial – que la généralité apparaît uniforme et solidement assurée » [1929, 54]. Bien au-delà des soit-disant « philosophes des mathématiques » de son temps, Bachelard est parfaitement conscient de « l'importance considérable qu'a prise la *topologie mathématique*, *l'Analysis Situs* » [1949, 208], et il tente d'extrapoler cette idée vers diverses variantes conceptuelles : « *topologie philosophique* » [1949, 7], « *physique topologique* » [1949, 208], « *topologie des causes* » [1949, 208], « topologie de la métaphysique » [1951, 15]. Les diverses emphases en italiques, soulignées par Bachelard lui-même, montrent l'importance qu'il donne à ces pensées topologiques, qui permettent de « revenir de l'esprit vers les choses » [Alunni(b), 29]. Comme Alunni le montre dans son étude de Weyl (et Riemann) chez Bachelard, c'est une « solidarité profonde »<sup>8</sup> [Alunni(b), 31], topologique, qui permet le *transit naturel* entre la géométrie infinitésimale et la physique, entre abstraction universelle et concrétude matérielle.

Dans l'abstraction, diverses variations topologiques aident à comprendre les variations de la pensée. D'un côté, la *topologie de l'ordre* offre de fines orientations pour analyser les rapports entre physique et métaphysique : « la topologie qui se contente de l'ordre apparaît comme plus générale que la géométrie classique qui réclame la considération des grandeurs » [1927, 31]. La généralité permet ici de passer du particulier à l'universel, et une « métaphysique réaliste » peut alors puiser « dans l'étude topologique des objets qui peuplent l'espace » [1937, 4]. Dans cette même direction, l'on peut imaginer une « physique de l'ordre pur » [1937, 129] qui se construit sur les topologies de l'ordre. D'un autre côté, revenant sur le rôle central de la « *notion de voisinage* » [1937, 128], Bachelard indique « qu'on touche à un principe plus profond » [1937, 129], qui aide à expliquer les « critiques que la science nouvelle apporte contre la notion d'un déterminisme absolu » [1937, 131] (voir aussi [Alunni(a), 82] pour les connections entre la pensée des voisinages et la pensée quantique). Une topologie « des allures générales qui accepte à la fois les fluctuations et la probabilité » [1934, 119] élargit alors les contextes de l'entendement (voir aussi [Alunni(a), 150] pour des chevauchements amples de la dialectique sur une bande de Möbius). Finalement, un rapport entre une « topologie grossière » [1937, 21] et le réalisme usuel correspond à un rapport entre des topologies plus fines et un réalisme métaphysique abstrait, proche d'un surrationalisme qui élargit la portée de la raison. Les dimensions imaginaires du langage complètent alors la raison<sup>9</sup>, puisque « toute syntaxe est d'essence topologique » [1934, 126].

<sup>8</sup> Vance Morgan montre comment une « *harmonia* » similaire est fondamentale pour Weil, lorsqu'elle approche la mathématique des anciens Grecs (cf. [Morgan, 74-76, 80, 92]). *L'harmonie* et la *solidarité* sont profondément liées à la « contemplation de la beauté mathématique » [W, VI.2, 486], principale raison d'être de la pensée mathématique.

<sup>9</sup> Morgan signale que Weil, dans son Diplôme d'Études Supérieures « Science et perception chez Descartes » (1930) (cf. [W, I, 159-221]), élargit le spectre de l'imagination, dans le but d'essayer de réunir les deux parties (intérieur géométrique, extérieur physique) de son moi [Morgan,

## 2. La place de Riemann

Bachelard saisit avec grande finesse quelques-uns des apports centraux de Riemann à la pensée mathématique. Plus orienté vers les variétés différentielles (géométrie riemannienne réelle) que vers les variétés complexes (surfaces de Riemann), Bachelard insiste sur l'importance de la « révolution riemannienne » [1927, 28] et son « sens profond » [1927, 28, 201] : la compréhension *globale* des fonctions à travers ses équations différentielles et à travers l'étude *locale* de l'infiniment petit. Les richesses techniques de l'infinésimal offrent une grande *liberté* (« règles librement choisies », « construction libre » [1927, 184]), qui s'ouvre à une compréhension universelle des phénomènes. L'« *arbitraire* riemannien » [1927, 202, 209] survole alors les mathématiques, et une dialectique ubiquitaire entre continuité (abstraite, générale) et coupure (concrète, particulière)<sup>10</sup> donne lieu à quelques-uns des outils majeurs inventés par Riemann. En fait, c'est autour des *tenseurs* (avec le passage d'*invariances* linéaires à invariances tensorielles, *cf.* [Alunni(b), 28], et avec sa valeur de « pensée synthétique » [1934, 55]), de la *courbure* [1937, 122], de l'*axiomatique* [1929, 59], que l'œuvre différentielle de Riemann explose.

Ce n'est pas un hasard si « souvent la géométrie riemannienne est la plus comode, la plus économique, la plus claire » [1934, 39]. La *souplesse* des idées mathématiques riemanniennes entre en parfait dialogue avec la souplesse des vues philosophiques bachelardiennes. Quelques « outils mathématiques (...) forgés avant qu'on en puisse prévoir l'emploi » [1937, 122], comme c'est le cas de la « théorie de la courbure de Riemann », « les matrices d'Hermite », « les groupes de Galois »<sup>11</sup> [1937, 122], permettent de sonder la Nature. Les grandes correspondances étudiées longuement par Bachelard – la Relativité et le « verbe riemannien » [1937, 115], « la pensée riemannienne d'Einstein » [1934, 55] – offrent un couplage naturel entre l'abstrait et le concret. À son tour, les grands rapports de forces – Newton/euclidien vs. Einstein/riemannien [1934, 55], mécanique *non-newtonienne* vs. géométrie *non-euclidienne* [1940, 138], Relativité généralisée/espace riemannien vs. Relativité restreinte/espace euclidien [1937, 128] – permettent de pointer vers les distinctions fondamentales que la mathématique de Riemann offre pour la physique moderne. Allant même au-delà du matériel,

21, 29-30]. Cette extension imaginaire de la raison entre en parfait accord avec la surraison bachelardienne (et avec les imaginaires complexes et la perspective inversée de Florensky, *cf.* [Zalamea(c)]).

<sup>10</sup> Pour Weil, « une résolution de la contradiction fondamentale entre continu et discontinu » [W, IV.1, 434] est le moteur primordial des mathématiques (idée reprise par René Thom (1982) comme « aporie fondatrice des mathématiques », *cf.* [Zalamea(a), 98]). Comme jeune professeur au lycée de jeunes filles du Puy-en-Velay (1932), Simone consacra « une douzaine d'heures à l'histoire des mathématiques » [W, IV.1, 434] dans son cours de philosophie.

<sup>11</sup> Simone Weil étudie et cite « l'idée essentielle » de Galois, « sauter à pieds joints sur les calculs ; grouper les opérations » [W, VI.1, 82]. Simone avait une énorme admiration pour Galois, au point que son article « La vie et la grève des ouvrières métallos » (1936) a été publié sous le pseudonyme S. Galois (*cf.* [W, VII.1, 200]).

Bachelard imagine l'« espace courbe riemannien de la fantaisie » [1957, 148], un espace dynamisé, multiple, puissant, qui complète notre perception.

On voit donc comment Bachelard puise chez Riemann (et Weyl à sa suite, *cfr.* [Alunni(b)]) les idées primordiales de (1) définition globale, (2) transformation analytique et (3) invariance géométrique. Les trois niveaux sont indispensables, comme nous verrons dans la *Section 3*, pour comprendre les « trois états » [1938, 8] du concret, concret-abstrait et abstrait. C'est sur ce va-et-vient dialectique entre abstraction et concrétude que se base la vision bachelardienne des mathématiques, avec l'étude des variations, *possibilia*, obstructions<sup>12</sup> et transits entre les extrêmes, d'où découlent les inventions majeures de la discipline.

### 3. Remarques de Bachelard sur les mathématiques, et une géométrie contemporaine

Les forces marquantes de la « géométrie vivante » – inversions, négations, abstractions, dynamiques, dialectiques, couplages, pluralités, multiplications – se réfléchissent naturellement sur la vision bachelardienne des mathématiques. Une « oscillation, au point où convergent l'esprit de finesse et l'esprit géométrique » [1927, 10] est nécessaire ; « la déduction, en créant des abstractions nouvelles, réclame une référence continue au donné qui déborde, par essence, la logique » [1927, 10]. Combien aurait été utile pour la philosophie analytique des mathématiques cet avertissement bachelardien sur les débordements de la logique ! Les mathématiques, bien au-delà de preuves et de logique, a besoin d'obstacles et d'intuitions vagues, autour d'une « pensée difficile » (célébration des thèses de Lautman par Bachelard, *cfr.* Alunni dans [Synthèse, 25]). L'objet logique, bien « déterminé et limité » [1927, 57], se distingue de l'objet physique (ou mathématique), complexe et indéterminé (ce qui renvoie à la théorie de l'*ambigüité* chez Galois)<sup>13</sup>. En fait, selon Bachelard, « l'expérience échappe à l'arithmétisation »<sup>14</sup>, « une sommation arithmétique peut être impropre », « la logique ne suffit pas » [1927, 57].

Par contre, Bachelard remarque le rôle crucial d'une « géométrie réaliste intermédiaire » [1928, 174] qui permet d'obtenir une « conquête rationnelle de la com-

<sup>12</sup> Weil propose de « Lire des fonctions dans le monde », à partir desquelles « les ombres » [W, VI.2, 209] deviennent des marques essentielles de l'intelligence.

<sup>13</sup> Le contrepoint entre délimitation et limitation est présenté par Weil, autour des anciens Grecs (Pythagore, Eudoxe, Archimède, Platon), comme « Équilibre entre un homme et le monde. Pierre fluide. Équilibre entre le fini et l'infini » [W, VI.1, 233]. La *pierre fluide*, mixte « lautmanien » entre obstruction et transit, entre statisme et élasticité, entre invariance et variation, entre archétype et types, capture bien le dynamisme de la pensée mathématique.

<sup>14</sup> Weil souligne que c'est « La mathématique de l'espace, contrairement à celle du nombre » qui « peut être appliquée en toute rigueur, et non plus par approximation, à l'univers » [W, VI.2, 209]. En fait, « l'esprit humain ne peut s'en tenir ni au nombre ni au continu ; il va de l'un à l'autre » [W, IV.1, 141]. La coïncidence avec la *pendularité* bachelardienne (et ses grandes concrétions mathématiques : *ambigüité* galoisienne, *harmonie* riemannienne, *résidualité* poincaréenne, etc.) est ici étonnante.

plexité » [1928, 163]. C'est dans les *médiations*, dans les êtres « qui jouent un rôle tantôt purement algébrique, tantôt nettement physique » [1928, 170] (préfiguration parfaite des « mixtes » selon Lautman), que les mathématiques permettent d'incarner sa puissance transformatrice, allant de l'abstrait vers le concret. Le réel devient alors un « prétexte du général » [1929, 61], un réalisme étendu et universel va-et-vient entre une géométrie intuitive et une algèbre discursive [1949, 27-28], et une « dialectique des principes de raison (...), activité de la philosophie du non » [1940, 145] règne sur la pensée mathématique.

Les difficultés autour du *continu* – saisies dans la belle formule passage de l'*Analysis Situs* à l'*Analysis Crisis* [1934, 111-112] et résumées dans la forte appréciation du continu comme « lieu géométrique de notre paresse et de notre ignorance » [1927, 220] – sont liées à la vision philosophique bachelardienne qui accentue les coupures, les obstacles, les négations. « La simple correspondance d'un continu et d'un discontinu soulève des difficultés mathématiques considérables » [1927, 175], et les « représentations conformes de l'espace et du temps sur le nombre » [1927, 175] (termes tirés de Eugène Cahen) constituent un formidable obstacle épistémologique, lieu de grandes inventions mathématiques. En fait, c'est dans les *extensions* conceptuelles autour des obstacles – signées avec le préfixe « sur- » (surobjet, surrationalisme) auquel Alunni ajoute « co- » (corationalisme), *cf.* [Synthèse, 15, 27]) – que les mathématiques acquièrent leur pleine vie<sup>15</sup>. Un *vaste spectre* de possibilités et de réalisations enrichit les domaines de la connaissance mathématique, arrivant à une « réalité de second ordre par le jeu même de la connaissance progressive » [1927, 185] (*cf.* les processus de « rêverie anagogique » et de « rectification continue » soulignés par Castellana [Synthèse, 109, 113]).

Bachelard propose « une sorte de *loi des trois états* pour l'esprit scientifique » [1938, 8]: (1) un « état concret », près de la *physique*, où les phénomènes sont vus et décrits, (2) un « état concret-abstrait », près de la *géométrie*, où l'intuition sensible et l'abstraction se lient autour de la simplicité, et (3) un « état abstrait », près de la *topologie*, où l'esprit échappe à l'expérience immédiate. Comme nous l'avons vu, ceci correspond aux trois niveaux riemanniens de (1) la globalité (définitions générales, autour de la dialectique Multiple-Un), (2) la transformation (représentations conformes, autour de la dialectique Singulier-Lisse) et (3) l'invariance (archétypes harmoniques, autour de la dialectique Plastique-Brisé)<sup>16</sup>. À son tour, Guitart

<sup>15</sup> Simone Weil va au-delà des obstacles (elle aurait accepté parfaitement les préfixes bachelardiens « obs- », « sur- », « co- ») et considère la *contradiction* comme source même de la pensée mathématique (*cf.* [Lafforgue, 132-135]). Autour de la contradiction et de l'erreur s'élève la précision : « La mathématique même implique déjà une erreur infinie pour autant qu'elle a besoin d'objets ou d'images » [W, IV.1, 166]. Voir aussi dans ce sens les travaux pionniers de Florensky (1914) sur les antinomies, qu'il situe comme *fondement* (!) de la pensée logique et mathématique (*cf.* [Zalamea(c)]).

<sup>16</sup> Weil propose une analyse des « raisonnements mathématiques » basée sur l'union de trois phrases/actions: (1) « *je peux* » (réurrence, Poincaré), (2) « *je veux* » (approximation, Eudoxe), (3) nécessité des niveaux précédents (« si on supprime les mots *je peux, je veux*, le raisonnement mathématique perd absolument tout son sens ») [W, I, 350]. La généralité, la variation et l'invariance – suivant Riemann et Bachelard – entrent ainsi en dialogue naturel avec les trois phrases/niveaux de Weil.



signale comment la pensée mathématique bouge en «trois temps, que l'on peut nommer : *ambigüité, pulsation, abréviation*» [Synthèse, 51]. Les deux premiers temps, fondamentaux pour comprendre la mathématique, sont *ensevelis* par les « philosophes analytiques » ; une expression dynamique de cet état de choses – « *la science est l'esthétique de l'intelligence* » [1938, 10] – leur est entièrement cachée. En fait, selon Bachelard nous nous situons dans une « réalité feuilletée » [1940, 55] (admirable métaphore liée aux *surfaces de Riemann feuilletées*), pleine de hiérarchies, niveaux, genres, réalisations synthétiques [1940, 55], qui va bien au-delà d'une raison plate, linguistiquement réduite, et s'ouvre à un surrationalisme complexe qui enrichit notre compréhension du monde. Les « méthodes d'osculation utilisées par le mathématicien » [1927, 295], attentives aux *déplacements* et aux mouvements *dynamiques* de la pensée [Alunni(a), 187-191], s'ouvrent à une « critique révolutionnaire », une « rectification », un « principe d'approximation », une « solidarité inter-conceptuelle » [Lassoued, 316-319], qui correspondent tout naturellement à la *vie* de la mathématique.

Un des aperçus profonds de la vision bachelardienne consiste à observer le champ de *projections* – abstraites, aériennes – de l'intelligence. La *natura construens* (abstraite) est projetée sur la *natura constructa* (concrète) [1932, 56], l'abstraction générale permet d'obtenir des liaisons *synthétiques et systématiques* non-observables autour des obstacles particuliers [1932, 59], les constructions mathématiques se révèlent efficaces non dans les fondements, mais autour d'une *partie aérienne* où l'empirisme « ne pèse plus » [1932, 60]. La richesse de l'abstraction (*Métaphysique de la Mathématique* [1932]) acquiert toute sa (sur)raison grâce précisément à sa liberté, sa plasticité<sup>17</sup>, ses multiples perspectives de réalisation. Maints développements de la mathématique à partir des années 1930-1940 montrent la justesse de la lecture bachelardienne. Une géométrisation étendue a envahi la discipline, grâce aux techniques de la théorie des *faisceaux*, convertie par Grothendieck en pilier de sa compréhension multiforme de l'*espace-nombre* (géométrie algébrique, géométrie arithmétique, algèbre topologique, avec ses grandes inventions : topos, motifs, dérivateurs, etc., *cfr.* [Zalamea(b)]). Chez Grothendieck, tout est *projection* ou, inversement, *injection* : compréhension d'une propriété libre projetée sur son contexte, compréhension d'un objet donné injecté dans une catégorie. L'esprit de Grothendieck est donc pleinement bachelardien, *immergé dans un surrationalisme abstrait*, à partir duquel la plasticité des inventions générales boucle les singularités du particulier.

<sup>17</sup> Lafforgue souligne comment Simone Weil « se donna totalement » à « la vocation de la vérité : désir de la vérité, confiance dans la vérité, attente de la vérité et amour de la vérité » [Lafforgue, 126]. Selon Weil « sous le nom de vérité j'englobais aussi la beauté, la vertu et tout espèce de bien, de sorte qu'il s'agissait pour moi d'une conception du rapport entre la grâce et le désir » (*cfr.* [Lafforgue, 126]). La *plasticité* de l'amour de vérité et de beauté – véritable *grâce* weilienne – est condition *sine qua non* pour approcher avec fidélité la « géométrie vivante » parcourue par Bachelard. Pour arriver à sentir *vraiment* cette plasticité, « il faut entrer dedans » la mathématique [W, VI.1, 94], une *immersion* que beaucoup de soi-disantes « philosophies des mathématiques » n'ont jamais réalisée.

De façon similaire, diverses constructions de la mathématique contemporaine, à la recherche d'*archétypes ramifiés globaux*, projetables sur plusieurs régions et niveaux locaux, gouvernent une large partie de la pensée mathématique actuelle : le programme de Langlands en théorie des nombres, les travaux de Gromov autour du *b*-principe, les classifications des algèbres d'opérateurs chez Connes, les invariants géométriques de Zilber en théorie des modèles, les noyaux de la *reverse mathematics* selon Friedman et Simpson, la théorie *pcf* de Shelah, etc. (cfr. [Zalamea(a)]). Un *treillis de projections* aide alors à expliquer la fortune vivante de la discipline. Ainsi, il n'est pas difficile de percevoir, dans les grandes forces qui agitent la mathématique post-bachelardienne, des tendances que Bachelard avait déjà devinées et décrites dans ses études du nouvel esprit scientifique. Le cas d'un philosophe des sciences et de la culture attentif au *spectre technique* des réalisations de son époque montre l'importance d'une *réflexion engagée* autour d'une « géométrie vivante », avec des problèmes authentiques et des nuances fines à analyser dans le cadre de son travail.

Fernando Zalamea  
Universidad Nacional de Colombia  
fzalameat@unal.edu.co

## Références

### Ouvrages de Gaston Bachelard

- [1927] *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1927.
- [1928] *Étude sur l'évolution d'un problème en physique. La propagation thermique dans les solides*, Paris, Vrin, 1928.
- [1929] *La Valeur inductive de la Relativité*, Paris, Vrin, 1929.
- [1932] *Metafisica della matematica* (traduction d'une conférence de 1932) (eds. C. Alunni & G. Ienna), Roma: Castelvechi, 2016 (ed. française, Paris, Hermann, 2021).
- [1934] *Le Nouvel esprit scientifique*, Paris, PUF, 1934.
- [1937] *L'Expérience de l'espace dans la physique contemporaine*, Paris, Librairie Félix Alcan, 1937.
- [1938] *La Formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, Paris, Vrin, 1938.
- [1940] *La Philosophie du non. Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*, Paris, PUF, 1940.
- [1949] *Le Rationalisme appliqué*, Paris, PUF, 1949.
- [1951] *L'Activité rationaliste dans la physique contemporaine*, Paris, PUF, 1951.
- [1957] *La Poétique de l'espace*, Paris, PUF, 1957.

### Œuvres de Simone Weil

- [W] *Œuvres complètes*, Tomes I (« Premiers écrits philosophiques »), IV.1 (« Écrits de Marseille »), VI.1-4 (« Cahiers »), VII.1 (« Correspondance »), Paris, Gallimard, 1988-2012.



## Études

- [Alunni(a)] Charles Alunni, *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'école surrationaliste*, Paris, Hermann, 2019.
- [Alunni(b)] Charles Alunni, “ Hermann Weyl chez Gaston Bachelard. Un héritage riemannien ”, in : J. Bernard & C. Lobo (eds.), *Weyl and the Problem of Space. From Science to Philosophy*, Cham, Springer, 2019, pp. 25-33.
- [Lafforgue] Laurent Lafforgue, « Simone Weil et la mathématique », in : E. Gabellieri & F. L'Yvonnnet (eds.), *Simone Weil – Cahiers de L'Herne*, Paris, Éditions de L'Herne, 2014, pp. 126-137.
- [Lassoued] Khalifa Lassoued, *Rapports de la découverte scientifique et de la création artistique chez Gaston Bachelard*, Thèse de Doctorat, Université de Nice, 2005.
- [Morgan] Vance Morgan, *Weaving the World. Simone Weil on Science, Mathematics, and Love*, Notre Dame, University of Notre Dame Press, 2005.
- [Synthèse] Charles Alunni (ed.), *Philosophie et mathématique. Bachelard et les mathématiques*, *Revue de Synthèse* 136 (6 série, 1-2) (2015).
- [Zalamea(a)] Fernando Zalamea, *Philosophie synthétique de la mathématique contemporaine* (trad. Charles Alunni), Paris, Hermann, 2019.
- [Zalamea(b)] Fernando Zalamea, *Grothendieck. Una guía a la obra matemática y filosófica*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 2019.
- [Zalamea(c)] Fernando Zalamea, *Modelos en bases para el pensamiento matemático*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 2021.





## Mario Castellana

### Su alcune “eresie” di Federigo Enriques: l’idea di sistema come un processo di auto-delimitazioni successive

«O speculatore delle cose, non ti laudare di conoscere le cose, che ordinariamente per sé medesima la natura conduce; ma rallegrati di conoscere il fine di queste cose, che son disegnate dalla mente tua. La natura è piena d’infinite ragioni, che non furono mai in isperienza»

Leonardo da Vinci<sup>1</sup>

«Le *rêveries* sostanzialiste e quelle delle spiegazioni dogmatiche stanno sparendo, e la scienza nel formarsi ipotesi, nomi, modelli si libera dalle teorie preconcepite e dall’idolo delle idee semplici. La complessità è l’imprevedibile essenziale»

Paul Valéry<sup>2</sup>

A volte la lettura di testi del passato, se affrontati a dirla con Dario Antiseri con gli «strumenti concettuali forgiati nell’arsenale epistemologico-ermeneutico»<sup>3</sup> scaturito dalla ricca e a volte contraddittoria letteratura sulla struttura e la storia della conoscenza scientifica nel corso del Novecento, permette da un lato di rintracciare l’origine di alcune idee venute a maturazione in seguito e dall’altro di dare un più giusto peso, ad esempio, alle riflessioni di un vero e proprio *savant* come fu Leonardo Da Vinci<sup>4</sup>; in esse si possono, infatti, trovare i prodromi di una epistemologia

<sup>1</sup> Ci teniamo *in primis* a ringraziare Charles Alunni che ci ha fatto conoscere questi pochi ma illuminanti riferimenti ad Enriques da parte di Paul Valéry e, nello stesso tempo, ci ha permesso di far venire a galla un’altra “armonia nascosta della cultura europea”, come recita un recente volume da lui curato sullo stesso matematico ed epistemologo livornese.

Da Vinci, L., *L'uomo e la natura*, a cura di M. De Micheli, Milano, Feltrinelli, 1982, p. 52.

<sup>2</sup> Valéry, P., *Oeuvres*, a cura di J. Hytier, Paris, Gallimard, 1957-60, vol. I-II, vol I, p. 1171.

<sup>3</sup> Reale, G., Antiseri, D., *Quale ragione?*, Milano, Cortina, 2001, p. 226. Sulla scia del concetto di “patrimonio tecnico-scientifico”, avanzato prima da Pierre Duhem e poi da Ludovico Geymonat, abbiamo parlato di vero e proprio “patrimonio epistemologico” in Castellana, M., *Alle origini della “nuova epistemologia”*. *Il Congrès Descartes del 1937* (1992), ora in Id., *Federigo Enriques e la “nuova epistemologia”*, Lecce-Brescia, Pensa Multimedia, “Pensée des Sciences”, 2019.

<sup>4</sup> Si traduce in italiano il termine “*savant*” con “scienziato-filosofo” per indicare quelle figure impegnate sia sul versante scientifico che su quello filosofico a partire da Descartes; in lingua

germinale orientata già in un certo qual senso verso una visione anti-empirista e costruttivista della scienza per il ruolo accordato al soggetto nel “disegnare” i molteplici percorsi teorici rivolti ad indagare le “infinite ragioni” del reale attraverso il “frutto matematico”, che riesce a dargli più voci in quanto “silente”<sup>5</sup> e non inquadrabili negli schemi teorici a disposizione che sfociano inevitabilmente in posizioni unilaterali col produrre a volte processi cognitivi di semplificazione. Tenere in debita considerazione queste che senza esagerazione possono essere ritenute vere e proprie acquisizioni epistemiche da parte di Leonardo, e non delle semplici e sporadiche affermazioni, possono aiutare a capire che le “teorie” o “ragioni del reale”, pur costruite dallo “speculatore delle cose”, contengono il loro pieno peso e spessore, anche se limitato, di natura cognitiva e concettuale; nello stesso tempo esprimono la necessità di una continua loro pluralità come cantieri aperti ad ulteriori punti di vista e pertanto non possono più essere ritenute un “mondo di carta” o “romans de physique”, come alcuni fisici ancora nell’Ottocento sostenevano<sup>6</sup>, le cui idee poi hanno dato adito a delle “filosofie del come se” nel senso di Hans Vaihinger<sup>7</sup>, filosofie che ancora non avevano ben metabolizzato il pieno senso della cosiddetta “crisi dei fondamenti” vista in alcuni casi come crisi non solo interna alla scienza, ma della ragione tout court. I grandi dibattiti che hanno visto impegnati in prima fila gli stessi scienziati, si sono concentrati sulla pluralità delle teorie emerse nei singoli settori scientifici, e le hanno considerate per lo più come delle semplici “finzioni”, degli strumenti più o meno utili; ma hanno avuto un ruolo non secondario nel senso che hanno alimentato a vario modo quella vasta e contraddittoria letteratura confluita poi nel cosiddetto movimento convenzionalista. Tale movimento di pensiero filosofico-scientifico fu un fenomeno europeo tra ‘800 e ‘900 e gettò le basi di una prima forma più organica di una nuova disciplina, come la filosofia della scienza poi venuta a maturazione negli anni ‘30 con la stessa istituzione di figure professionali, col compito preciso di indagare la struttura della conoscenza scientifica con nuovi e

francese poi solo sul finire dell’Ottocento si introdusse il termine “*scientifiques*” per indicare gli scienziati specializzati nei singoli settori.

<sup>5</sup> Da Vinci, L., *op. cit.*, pp. 52-54; su questa lettura di Leonardo, insieme a quella di Riemann e Grassmann, cfr. Castellana, M., *Il tetraedro storico-epistemologico*, in Enriques, F., Metzger, H., *Storia e struttura del pensiero scientifico*, a cura di M. Castellana, Manduria, Barbieri-Selvaggi, 2014, pp. 117-145.

<sup>6</sup> Com’è noto, Kelvin e Tait, ad esempio, ritenevano puri “mondi di carta” e “romans de physique” alcune nuove teorie nell’ambito della meccanica, come quella di Boltzmann. Su questo importante dibattito di fine Ottocento sulla natura della fisica e sulla nascita della fisica teorica, cfr. Bellone, E., *Il mondo di carta. Ricerche sulla seconda rivoluzione scientifica*, Milano, Mondadori, 1976; D’Agostino, S., *A History of the Ideas of Theoretical Physics. Essays on the Nineteenth and Twentieth Century Physics*, Dordrecht, Kluwer Academic, 2000 e Pont, J. C., Freland, L., Padovani, F., Slavinskaia, L.(eds.), *Pour comprendre le XIX<sup>e</sup> siècle. Histoire et philosophie des sciences à la fin du siècle*, Firenze, Olschki, 2007.

<sup>7</sup> Quest’opera è del 1911 (Vaihinger, H., *La filosofia del come se*, trad. it. a cura di F. Voltaggio, Roma, Ubaldini, 1967) e ricordiamo che Gaston Bachelard, soprattutto in *La Philosophie du non* del 1940, ha criticato fortemente tale posizione di Vaihinger per le sue implicazioni convenzionalistiche contrapponendogli la “*philosophie du pourquoi pas?*”. Su questo aspetto non secondario del suo pensiero cfr. Castellana, M., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard* (1974), ora in Id., *Il surrazionalismo con due saggi inediti*, a cura di P. Console, Lecce, Milella Ed., 2021.

più adeguati strumenti grazie all'apporto ritenuto decisivo della logica matematica. Per queste motivazioni Ludovico Geymonat in Italia ha parlato negli anni '60 di una decisiva "rivoluzione" apportata dal movimento convenzionalista e consistita nel liberare definitivamente, al di là di alcuni inevitabili estremismi confluiti in posizioni "comodiste" o nominaliste, la conoscenza scientifica da ogni forma di essenzialismo insieme all'importanza accordata al suo linguaggio<sup>8</sup>.

I cruciali e controversi risultati di tale ampia letteratura<sup>9</sup> misero in primo piano l'idea della piena dimensione concettuale e culturale delle scienze, del loro specifico modo di produrre conoscenze e della necessità di indagarle *iuxta propria principia*, dell'emergenza al loro interno di problemi di natura filosofica da affrontare liberi da visioni unilaterali e preconette, da "filosofi anabattisti", da "filosofi del non" come dirà più tardi Gaston Bachelard<sup>10</sup>; non a caso permettono dunque di capire meglio il senso di alcune prese di posizione assunte per esempio da uno scrittore-pensatore come Paul Valéry (1871-1945), che fu un non comune testimone vigile e attento di tali dibattiti col ricavare la necessità di affrontare il mondo della scienza da una

<sup>8</sup> Cfr. Geymonat, L., *Filosofia e filosofia della scienza*, Milano, Feltrinelli, 1960 e, più recentemente, Brenner, A., *Les origines françaises de la philosophie des sciences*, Paris, Puf, 2003. Per poter meglio capire storicamente questi cruciali dibattiti, è da tenere presente che, a partire dagli anni '90 del secolo scorso e soprattutto dai primi del nuovo secolo, è venuta a costituirsi in vari paesi europei e non un nuovo settore di indagine, la storia della filosofia della scienza, e su questo cfr. Castellana, M., *Federigo Enriques e la "nuova epistemologia"*, cit., cap. I.

<sup>9</sup> Un ruolo decisivo in tal senso lo ebbero diverse riviste fondate alla fine dell'Ottocento, come la *Revue de Métaphysique et de Morale* e su questo cfr. Polizzi, G., *Forme di sapere e ipotesi di traduzione. Materiali per una storia dell'epistemologia francese*, Milano, Franco Angeli, 1984; Alunni, C., *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'école surrationaliste*, Paris, Hermann, 2019 e Castellana, M., *Il contributo di Maximilien Winter alla "critique des sciences"*, in Winter, M., *Il metodo storico-critico per una nuova filosofia delle matematiche*, a cura di M. Castellana, Milano, Meltèmi, 2020, pp. 9-85. Sul contributo nascosto dato da Winter alla nascita di tale rivista e poi ai dibattiti ivi avvenuti sul pensiero matematico col rivelare un'altra ma non meno importante "armonia nascosta", cfr. Alunni, C., *Maximilien Winter et Federigo Enriques : des harmonies exhumées*, in Alunni, C., André Y. (eds.), *Federigo Enriques o le armonie nascoste della cultura europea. Tra scienza e filosofia*, Pisa, Edizioni della Normale, 2015, pp. 101-147, ora in Alunni, C., *Spectres de Bachelard*, cit., cap. IX; cfr. anche *ivi*, pp. 425-437.

<sup>10</sup> Cfr. Bachelard, G., *La philosophie du non. Pour une philosophie du nouvel esprit scientifique*, Paris, Puf, 1940 e Id., *L'activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, Puf, 1953. Con uno stile dichiaratamente non analitico, Bachelard ha studiato le geometrie non-euclidee da Riemann a Hermann Weyl, la meccanica non-newtoniana, la chimica non-lavoisieriana e ha basato le sue riflessioni sulla struttura fisico-matematica delle meccaniche di Einstein e sull'uso euristico ivi giocato dal calcolo tensoriale, sul ruolo giocato dall'algebra non commutativa nei lavori di Paul Dirac e dagli spazi vettoriali hilbertiani nella fisica di Heisenberg. Su questa figura cfr. Castellana, M., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard*, cit.; Id., *Razionalismi senza dogmi. Per una epistemologia della fisica-matematica*, Soveria Mannelli, Rubbettino Ed., 2004; Id., *Sur une petite phrase de Riemann. Aspects du débat français autour de la "Reasonable Effectiveness of Mathematics"*, "Revue de Synthèse", Vol. 138, n°1-4, pp. 195-229 e anche Alunni, C., André, Y., Paoletti, C. (eds.), *Philosophie contemporaine des mathématiciens : Évariste Galois, Gian-Carlo Rota, Gilles Châtelet*, "Revue de Synthèse", Vol. 138, n°1-4, 2017, pp. 195-229. E su tutto questo ha insistito in questi ultimi vent'anni Charles Alunni in vari scritti confluiti in questo numero della "Revue de Synthèse", in Alunni, C., *Philosophie et mathématiques*, "Revue de Synthèse", Vol.136, n°1-2, 2015, pp. 1-8 e anche in Id., *Spectres de Bachelard*, cit.

diversa prospettiva per i cambiamenti strutturali in atto. Ciò gli permise di arrivare a declinare la sua “via della complessità” con delinearne una ben precisa fisionomia concettuale sino a presentarla come una “eresia”, per usare una espressione ricorrente nei *Cahiers*, rispetto ai canoni di pensiero vigenti nel suo tempo; ma tale “eresia” riesce più comprensibile se si tiene presente il fatto non comune che si è confrontato a lungo con la figura prima di Leonardo *savant* e poi con altre eminenti figure di matematici come Henri Poincaré e Federigo Enriques e, per usare una espressione dello stesso Poincaré, di “matematici con le ali”; le riflessioni sul mondo matematico che hanno accompagnato l'intero suo percorso non sono scaturite per caso o come una fulminea e folgorante intuizione all'interno di un percorso solo di natura letteraria.

Del resto in area francese non è un caso isolato se si tiene presente ad esempio un Jacques Delille (1738-1813) che, nel suo *Les trois règnes de la nature* del 1808, considerava il nostro Lazzaro Spallanzani un novello Virgilio che lo ha guidato nello scoprire e celebrare la varietà delle forme di vita; se tali riflessioni di Valéry conservano ancora oggi tutto il loro valore profetico è dovuto al fatto non comune che sono il risultato di un costante interesse per quello che egli chiamava “pratica del pensiero” e di quello matematico in particolar modo<sup>11</sup>; tale mondo è stato attraversato come diceva Federigo Enriques (1871-1946), con il quale condividerà alcune comuni “eresie” in seguito a lunghi e fruttuosi rapporti negli anni '20-'30, da diversi “cambiamenti qualitativi discontinui” nella sua lunga storia e non facilmente comprensibili nel loro reale “significato”<sup>12</sup> utilizzando le tradizionali categorie della teoria della conoscenza. E per poterne cogliere meglio il senso è necessario tenere presente il particolare e intenso dibattito che avvenne nella cultura francese dalla seconda metà dell'Ottocento in seguito all'avvento delle geometrie non-euclidee e delle nuove meccaniche che più che in altri contesti furono interrogate nei loro risvolti filosofici, metodologici ed epistemologici, tale da far dire in stile quasi bachelardiano ad un *savant* come Antoine-Augustin Cournot, impegnato su più fronti dalla matematica all'economia, che «le crisi rinnovatrici delle scienze sono state le sole crisi utili al rinnovamento della filosofia»<sup>13</sup>.

<sup>11</sup> Come ormai risulta chiaro da recenti studi critici su Paul Valéry, il suo interesse per la matematica e la scienza più in generale è stato costante come del resto testimoniano i suoi *Cahiers*, scritti tra la fine dell'Ottocento e gli anni '30, dove oltre all'analisi degli scritti di Henri Poincaré con i contributi dati all'*Analysis situs* compaiono continui riferimenti alle opere di Faraday, Maxwell, Klein, Einstein e alle prime formulazioni della meccanica quantistica. Ma tutti questi interessi sono inscindibili dal suo lungo confronto con la figura di Leonardo da Vinci su cui è ritornato più volte sino agli anni '30 e su questo cfr. i vari studi comparsi in Vogel, C., (ed.), *Valéry et Léonard : le drame d'une rencontre. Génèse de l'Introduction à la méthode de Léonard*, Frankfurt am Main, Peter Lang, 2007. Per una puntuale analisi dei rapporti tra scienza e filosofia in Valéry e della sua non comune lettura di Poincaré, cfr. Polizzi, G., “À toute fissure de compréhension s'introduit la production de son esprit”. *Il Leonardo di Valéry tra filosofia e scienza*, in Nanni, R., Sanna, A. (eds.), *Leonardo da Vinci. Interpretazioni e rifrazioni tra Giambattista Venturi e Paul Valéry*, Firenze, Olschki, 2012, pp. 125-154.

<sup>12</sup> Enriques, F., *Problemi della scienza* (1906), Bologna, Zanichelli, 1985, p. 45 e Id., *Il significato della storia del pensiero scientifico* (1934), in Enriques, F., Metzger, H., *op. cit.*

<sup>13</sup> Cournot, A.A., *Essai sur les fondements de nos connaissances et sur les caractères de la critique philosophique*, Paris, Hachette, 1851, Vol. I, p. 23; come altri *savants* dell'epoca da C. Ber-



L'ampia e non omogenea letteratura critica che ne scaturì e che si protrasse sino agli anni '30 del Novecento, che va sotto il nome di *critique des sciences* a cui collaborarono in prima persona scienziati come Poincaré e Pierre Duhem insieme a numerosi filosofi anche grazie al confronto-scontro con le tesi di Ernst Mach, produsse da un lato la necessità di una nuova figura, come l'epistemologo o filosofo della scienza impegnato nell'analisi storico-concettuale della struttura della conoscenza scientifica, e dall'altro un insieme di nuclei teorici in grado di coglierne la specificità e le sue stesse "ragioni"<sup>14</sup>. Tra queste "ragioni"<sup>15</sup>, come le chiamerà in Italia lo stesso Federico Enriques e punti ritenuti fermi, cioè *conditio sine qua non*, senza le quali non si poteva avviare un discorso costruttivo sulle scienze e le loro dinamiche o su quella che lo stesso Valéry chiamerà la intrinseca *logique imaginative*, una era costituita dall'idea di scienza come *connaissance tout court* e dunque come *pensée*, pensiero vero e proprio per la sua intrinseca dimensione storica, dotato di specifiche pratiche con contenuti concettuali che pur modificandosi nel tempo, grazie alla scoperta di nuove "ragioni" del reale, conservano il loro valore veritativo<sup>16</sup>. Come dirà Dominique Lecourt più recentemente, la scienza come pensiero è stata la grande *oubliée* sia dell'antiscienza che dello stesso scientismo<sup>17</sup>; e solo dopo aver fatto i conti sino in fondo con questa dimensione, dimensione che la tradizione storico-epistemologica francese

Su alcune "eresie" di Federico Enriques

nard a A. Laurent prima e dopo Poincaré e Duhem, Cournot era convinto che «la filosofia penetra dappertutto [...] dalla meccanica alla fisiologia» e «la ragione delle cose [...] è realmente il fine costante della meditazione del filosofo», in *ivi*, pp. 26, 326.

<sup>14</sup> Per una ricostruzione di tale ricco periodo che fa da sfondo alle riflessioni di Valéry e che ha portato allo sviluppo di una particolare tradizione di ricerca epistemologica, cfr. Polizzi, G., *Forme di sapere e ipotesi di traduzione*, cit.; Brenner, A., Petit, A. (eds.), *Science, histoire et philosophie selon Gaston Milhaud. La constitution d'un champ disciplinaire sous la Troisième République*, Paris, Vuibert, 2009 e Brenner, A. (ed.), *Les textes fondateurs de l'épistémologie française*, Paris, Hermann, 2015; Bordoni, S., *When Historiography met Epistemology. Sophisticated Histories and Philosophies of Science in French-speaking Countries in the Second Half of the Nineteenth Century*, Leyde/Boston, Brill, 2017. Per il dibattito più concentrato sulla natura della conoscenza matematica, cfr. Castellana, M., *Il contributo di Maximilien Winter alla "critique des sciences"*, in Winter, M., *op. cit.*

<sup>15</sup> Il termine "ragioni della scienza" entrò nel lessico filosofico ed epistemologico grazie proprio ad Enriques, anche in seguito ai suoi intensi rapporti con l'ambiente culturale francese, già a partire dai *Problemi della scienza* sino alle opere successive come *Scienza e razionalismo* del 1912, *Per la Storia della logica* del 1922 e la *Storia del pensiero scientifico* del 1932. Esso termine, grazie agli studi condotti sul pensiero greco e su quello moderno, è mutuato da quello di Leonardo di "infinite ragioni" per ribadire anche contro un certo Poincaré il "valore" oggettivo della scienza: ogni scienza e anzi ogni teoria ha le sue intrinseche ragioni in grado di dar voce ad "una" ragione del reale, ad un livello di realtà donde la necessità di una loro pluralità-storicità, pluralità non strumentale o formale.

<sup>16</sup> Sulla centralità in ambito francofono del dibattito sulla storia e struttura del pensiero scientifico da Winter a Bachelard, sulla scia di Enriques, a Jean Cavailles, Albert Lautman e Ferdinand Gonseth, cfr. Castellana, M., *Il dibattito in area francofona e Kurt Gödel*, Roma, Studium, 2021. Ci siamo serviti ermeneuticamente dell'idea di Valéry di "eresia" per analizzare i contributi dati in tale area alla comprensione della dimensione filosofica dei teoremi di incompletezza.

<sup>17</sup> Cfr. Lecourt, D., *La philosophie dans les sciences*, "Revue de Synthèse", Vol. 126, n° 2, 2005, pp. 451-455.

più di altre ha evidenziato<sup>18</sup>, si è più in grado, come Valéry da una parte ed Enriques e Bachelard dall'altra, di tracciare alcune "vie della complessità", a cui sono pervenuti con altre procedure ed intenti diversi filoni più recenti di pensiero filosofico-scientifico.

Non è dunque un caso che Valéry chiami il "pensiero" matematico "pratica di pensiero" il cui primo passo, come Enriques sulla scia kantiana evidenzierà nei *Problemi della scienza*, consiste metodologicamente nel liberarsi dall'empirismo dei dati e dei "fatti bruti"<sup>19</sup>; e la sua funzione, come "luogo dell'intelletto" vero e proprio, si esplica nel portarli in un percorso più articolato sino a dare allo "speculatore delle cose" la possibilità di "disegnare" più strade per conoscerne "le infinite ragioni", così come Leonardo nella sua intera attività aveva proficuamente fatto. Come pratica distrugge ogni discorso essenzialistico, astorico e semplicistico che sfocia inevitabilmente in posizioni dogmatiche, permette di "costruire dei progetti teorici" grazie ai processi di astrazione che fanno intravedere i "diversi gradi di complessità": «pensare consiste nel congetturare la storia di questa gradualità della complessità»<sup>20</sup>.

Ma tale esito fu il risultato di un confronto critico con i contributi matematici di Henri Poincaré da una parte<sup>21</sup> e dall'altra con quelle che chiamava "eresie" condivise<sup>22</sup> presenti nel corpus filosofico-scientifico di Federigo Enriques dove ve-

<sup>18</sup> Nei nostri scritti citati abbiamo parlato di una vera e propria tradizione di ricerca, chiamata "epistemologia neorazionalista italo-francofona" in quanto vi hanno contribuito prima Enriques, i francesi e figure svizzere come F. Gonseth, G. Juvet e Jean Piaget per i loro scritti dedicati al "pensiero scientifico" e a quello matematico in particolar modo, letto secondo un'ottica diversa da quella della filosofia della scienza *Standard* e centrata sui reali "contenuti" delle teorie. Su questi risultati sono pervenuti studi recenti come quelli di Longo, G., *Géométrie et cognition*, "Revue de Synthèse", Vol. 124, 2003; Patras, F., *La pensée mathématique contemporaine*, Paris, Puf, 2001; Zalamea, F., *Synthetic Philosophy of Contemporary Mathematics*, Falmouth-New York, Urbanomic-Sequence Press, 2012, recentemente tradotto in francese da Alunni (*Philosophie synthétique de la mathématique contemporaine*, Paris, Hermann, 2018). Lo stesso Alunni ha in più occasioni parlato di una stretta connessione italo-francese, frutto di "armonie nascoste" tra queste tradizioni di ricerca, in particolare in Alunni, C., *Federigo Enriques passeur de culture*, "Bollettino della società filosofica italiana", n°3, 2021, pp. 45-57, e di "cuore francese" in Enriques. A questo riguardo cfr. Alunni, C., *Spectres de Bachelard*, cit.

<sup>19</sup> Cfr. Enriques, F., *Introduzione*, in Id., *Problemi della scienza*, cit.

<sup>20</sup> Valéry, P., *Introduction à la méthode de Léonard* (1894), cit., pp. 1171-1172.

<sup>21</sup> Come osserva Gaspare Polizzi nel saggio citato, la visione della matematica prospettata da Valéry, grazie alla sua particolare lettura di Leonardo era più orientata verso una idea costruttivista della scienza che non verso quella "comodista" o convenzionalista presente negli scritti epistemologici di Poincaré dei primi anni del '900. È poi da tenere presente che in Francia esisteva già una certa letteratura che si era nutrita delle idee di Riemann tramite Felix Klein, da cui sicuramente Valéry attingeva orientata in tal senso, come viene detto in un *Cahier*: «È solo nelle ricerche matematiche che viene coltivata l'arte di prolungare l'esistenza di enti ideali», *ivi*, Vol II, p. 779. Poi la conoscenza dell'opera di Enriques *Problemi della scienza*, tradotta in francese in due volumi (1909 e 1912), il lungo rivisitare il pensiero di Leonardo, come risulta dai suoi *Cahiers* sino al 1928, ed in seguito i contatti personali col matematico italiano negli anni successivi hanno rinforzato tale punto di vista.

<sup>22</sup> Così scriverà Valéry dopo un incontro con Enriques in un altro successivo *Cahier* nel 1938: «Ieri a casa di Madame Xavier Léon, riunione per incontrare Enriques (che viene a respirare un po' fuori dell'Italia). Lì vado ad intaccare con lui e Cartan le mie eresie matematiche. Punto, infinito, uguaglianza, insieme. Sono contento di vedere che queste idee vengono ascoltate», *ivi*, Vol.

deva operante una visione del mondo matematico aperta in più direzioni e non riducibile a punti di vista unilaterali<sup>23</sup>. Il matematico italiano si era distinto nell'accompagnare in maniera costante la sua attività di scienziato con una concomitante riflessione di carattere epistemologico a partire dall'opera del 1906 *Problemi della scienza*, tradotta subito dopo in varie lingue, sino a diventare, non solo in Francia e nell'ambito delle discipline matematiche, un punto di riferimento per l'intera comunità pensante<sup>24</sup>; inoltre a partire da un'altra significativa opera *Scienza e Razionalismo* del 1912, si stava occupando di studi di storia della scienza con una particolare attenzione verso il mondo greco ed in seguito verso gli "scienziati esuberanti" del Rinascimento italiano, come li definiva Hélène Metzger (1889-1944)<sup>25</sup>, e dello stesso Galileo.

II, p. 902. È da tenere presente che i rapporti personali con Enriques ci furono già negli anni '20 in seguito alle riunioni e ai convegni internazionali a Parigi organizzate dal neonato *Institut pour la Coopération Intellectuelle*, patrocinato dalla Società delle Nazioni per contribuire a creare una "casa comune" tra uomini di cultura europei dopo le lacerazioni provocate dal primo conflitto mondiale e su questo cfr. Scarantino, L. M., *Federigo Enriques e l'Istituto Internazionale di Cooperazione Intellettuale*, in Pompeo Faracovi, O., Scarantino, L. M. (eds.), *Federigo Enriques. Matematiche e filosofia. Lettere inedite. Bibliografia degli scritti*, Livorno, Belforte, 2001, pp. 45-52. Poi ormai tutte le opere di Enriques erano apparse in francese, come quella successiva del 1934 scritta direttamente in tale lingua; nello stesso tempo erano apparse nell'*Enciclopedia Italiana* le "Voci" di Matematica curate da Enriques, tra le quali quelle citate da Valéry, e su questo cfr. Castellana, M., *L'impianto storico-epistemologico delle Voci*, in Castellana, M., Pompeo Faracovi, O. (eds.), *Oltre la matematica. Federigo Enriques e le Voci dell'Enciclopedia Italiana*, Roma, Treccani, 2019, pp. 3-12.

<sup>23</sup> Basta dare uno sguardo alle "Voci" di Matematica per l'Enciclopedia Italiana ed in particolare modo a quelle di Geometria, Infinito, Numero, Postulato per vedervi un'atmosfera di impianto decisamente non riconducibile alla filosofia della matematica che si stava imponendo nel suo periodo, fatto che spiega il termine "eresie" di Valéry ed individuato in particolare modo sul finire degli anni '30 da Albert Lautman e da Ferdinand Gonseth, impegnati a loro volta a gettare le basi di una diversa *philosophie mathématique*. Da ricordare che anche lo stesso Bachelard, a sua volta impegnato in tal senso, in *Le nouvel esprit scientifique* ha visto nel programma enriquesiano "un renversement de la perspective épistémologique". A questo riguardo cfr. anche Bachelard, G., *Le nouvel esprit scientifique*, Paris, Puf, 1971, p. 52.

<sup>24</sup> È da ricordare che in Francia fu considerato vero *savant* alla pari di Poincaré e tenuto presente da alcuni filosofi della scienza come Gaston Bachelard, Hélène Metzger e Albert Lautman e poi in Svizzera da Gonseth e Piaget. Alcuni filosofi e storici della scienza più recenti non italiani, come prima Mario Bunge e poi Imre Toth, si sono meravigliati del fatto che in Italia non è stato dato il giusto rilievo alle riflessioni epistemologiche di Enriques, considerato solo come matematico ed in parte come storico della scienza. Per lo storico delle matematiche ungheresi Toth, ad esempio, il suo nome va inserito nel Pantheon della cultura contemporanea per i contributi apportati al dibattito filosofico-scientifico e cfr. Toth, I., *Come diceva Filolao il Pitagorico...*. *Filosofia, geometria, libertà*, in Pompeo Faracovi, O., Scarantino, L. M. (eds.), *op. cit.*, pp. 52-83.

<sup>25</sup> Cfr. Metzger, H., *Les concepts scientifiques*, Paris, Alcan, 1926, p. 5. Tale figura femminile ebbe diversi contatti con Enriques sino a considerarne l'opera del 1934, *La Signification de l'histoire de la pensée scientifique*, da commentare "parola per parola" per la ricchezza dei contenuti concettuali avanzati; cfr. anche Metzger, H., *Il metodo in storia delle scienze secondo Federigo Enriques* (1935), in Id., *Il metodo filosofico nella storia delle scienze*, a cura di M. Castellana, Manduria, Barbieri-Selvaggi, 2009, pp. 147-153. Trattasi, come abbiamo dimostrato in diversi scritti sulla Metzger di un'altra "armonia nascosta" nel senso avanzato da Alunni; e, come Enriques in Italia sino agli ultimi decenni del secolo scorso, è stata una figura *oubliée* del panorama francese

Ma per capire meglio il senso di tali “eresie” intraviste da Valéry, con un non comune senso critico e condivise con Enriques, nei cambiamenti scientifici in atto nel loro tempo, è da tenere presente il fatto non secondario della ormai consolidata per loro idea delle matematiche come conoscenza tout court, idea che trovava nella quasi contemporanea nascita nel 1893 della *Revue de Métaphysique et de Morale* una particolare e nutrita sponda, sino a far dire a qualcuno che essa era più una *Revue de Mathématique et de Morale* per il peso accordato alle questioni più dibattute in tale ambito<sup>26</sup>; la matematica già dell’editoriale del primo numero era considerata “sorella maggiore” della filosofia tale da far dire a Poincaré qualche anno più tardi che «la nostra scienza confina sia con la filosofia e sia con la fisica, ed è per queste due vicine di casa che lavoriamo»<sup>27</sup>. In tale rivista furono pubblicati, infatti, già nei primi numeri scritti di Poincaré e poi quelli di Bertrand Russell sino a scatenare la famosa polemica fra queste due importanti figure sul ruolo della logica con i processi di formalizzazione e dell’intuizione. Poi sono da aggiungere, sempre sulla scia delle indicazioni di Poincaré di dare retta solo a quelli che chiamava “matematici con le ali” come Galois, Gauss e Riemann<sup>28</sup>, da una parte la riscoperta degli scritti di Évariste Galois tra i due secoli e dall’altra gli intensi dibattiti avvenuti sempre in Francia in seguito ai risultati matematici di Émile Borel con le sue *Leçons sur la théorie des fonctions*; poi le *Lettres sur la théorie des ensembles*, scambiate nel 1905 con Baire, Hadamard e Lebesgue, rimettevano al centro dei dibattiti il problema dell’infinito con la necessità di una più adeguata *philosophie mathématique*. Tale termine non a caso non trova un equivalente in altre tradizioni di ricerca ed è risalente grosso modo alla tradizione cartesiana, poi potenziata dagli articolati dibattiti avvenuti nel secolo dei Lumi, nell’indagare da una parte la struttura e la natura delle matematiche e dall’altra la loro autonomia.

Tali eventi trovarono ampio spazio nei *Cahiers* di Valéry e negli scritti di Enriques come subito dopo e negli scritti successivi di Léon Brunschvicg, confluiti in *Les étapes de la philosophie mathématique* del 1912<sup>29</sup>, opera di spessore storico-concettuale non comune dove si faceva vedere in maniera molto netta lo stretto

ed europeo, come il già citato Winter e cfr. Castellana, M., *Hélène Metzger : la grande oubliée de la pensée française au XX<sup>e</sup> siècle entre histoire et philosophie des sciences*, Postface à Metzger, H., *Attraction universelle et religion naturelle chez quelques commentateurs anglais de Newton* (1938), Paris, Hermann, 2020, pp. 297-338.

<sup>26</sup> Da quello che ci risulta manca ancora uno studio organico del ruolo che ebbe tale importante rivista nella cultura filosofico-scientifica dell’epoca, e non solo per la presenza dei maggiori scienziati e matematici dell’epoca, e nell’organizzazione dei primi Congressi Internazionali di Filosofia a partire da quello del 1900 a Parigi con la presenza fra gli altri di Poincaré, Hilbert e Russell, se non nei già citati lavori di Gaspare Polizzi e di Charles Alunni. Attualmente esiste un gruppo di ricerca franco-austriaco chiamato “Interepisteme” con delle finalità rivolte a studiare queste connessioni o altre “armonie nascoste” nella cultura europea tra Ottocento e Novecento, a partire dalle riviste, dagli epistolari, dai convegni.

<sup>27</sup> Poincaré, H., *Scienza e metodo*, trad. it a cura di C. Bartocci, Torino, Einaudi, 1997, p. 27.

<sup>28</sup> Cfr. *ivi*, cap. II.

<sup>29</sup> Cfr. Brunschvicg, L., *Les étapes de la philosophie mathématique*, Paris, Blanchard, 1974. Su tale figura cfr. anche Castellana, M., *Razionalismi senza dogmi*, cit., cap. III.

rapporto tra le fasi più salienti del pensiero matematico e le tappe più significative della stessa filosofia dal mondo greco alla fine dell'Ottocento; si evidenziava altresì la necessità di un forte engagement filosofico in grado di metabolizzare gli strutturali cambiamenti in atto operati da diversi “matematici con le ali”, i cui contributi non erano tenuti in debita considerazione dai “filosofi dalla vista corta”, come li definiva Jules Tannery nei primi anni del '900, e che richiedevano una messa in discussione dei principi a base della “tappa” cartesiana entro cui si avvinghiava ancora il dibattito sulla teoria della conoscenza. Del resto la stessa decisiva “tappa” kantiana, pur presente in maniera nascosta nei contributi di Riemann e ritenuta dallo stesso Brunschvicg un momento indispensabile, andava riscritta e rimaneggiata in alcuni punti, come da un lato stavano facendo i neo-kantiani da Natorp prima sino poi a Cassirer nonostante le perplessità e le critiche avanzate negli anni '20 dai protagonisti di quelle figure che daranno vita al movimento del neopositivismo logico e che porteranno allo sviluppo della cosiddetta filosofia della scienza *Standard*.

L'esigenza di una “nuova tappa” era quindi ritenuta più che necessaria anche con tutte le “eresie” che comportava nei confronti della tradizione cartesiana e kantiana, per usare l'espressione di Valéry, ma sempre con l'idea di fondo che esse erano tali in campo più propriamente filosofico di fronte al devastante “terremoto dei concetti”, a dirla con Nietzsche, provocati nei diversi settori scientifici dalle matematiche alla fisica, oggetto di numerose analisi rispetto ai pur strutturali cambiamenti apportati dalle scienze biologiche che richiesero più tempo per essere adeguatamente metabolizzate e diventate poi non a caso le fonti stesse, se non proprio la fonte di Siloe, dell'epistemologia della complessità. Una prima e non secondaria “eresia” fu appunto la necessità di ingaggiare una nuova forma di “filosofica militia”, per usare l'espressione di Federico Cesi nel fondare l'Accademia dei Lincei nel 1603 e poi fatta propria da Galileo per difendere i contenuti della nuova fisica e spazzare via le pseudo-conoscenze ereditate dalla tradizione<sup>30</sup>. Non è un caso, quindi, se Enriques nelle prime pagine dei *Problemi della scienza* si pone sulla scia di quegli che chiama “geometri-pensatori” dell'Ottocento da Riemann e Grassmann a Helmholtz e Klein, per seguirne quello che chiamerà in seguito il rispettivo “travaglio dei concetti”<sup>31</sup>, come stava facendo Valéry prima con Leonardo e poi con Poincaré nel cercare di individuare i nuclei portanti della loro *logique imaginative*; nei loro risultati erano ritenuti impliciti i prodromi di un diverso atteggiamento cognitivo da affidare a filosofi “anabattisti”, nel senso già detto di Gaston Bachelard, cioè in grado di mettere da parte le tradizionali categorie filosofiche, azzerarle del tutto o dare loro un nuovo significato per entrare nel vivo del “nuovo spirito scientifico”. Ma questo richiedeva un mettersi programmaticamente “*aux avant-postes*” del pensiero scientifico con la piena coscienza epistemica di situarsi in quella che poi lo stesso Bachelard nel 1934 chiamerà molto significativamente

<sup>30</sup> Cfr. Cesi, F., *Il natural desiderio di sapere*, a cura di C. Vinti e A. Allegra, Città del Vaticano, Pontificia Accademia Scientiarum, 2003, p. 126 e, sulla battaglia culturale di Galileo, cfr. Enriques, F., *Introduzione a Galilei, G., Dialogo dei massimi sistemi*, Roma, Sandron, 1945, pp. 9-19.

<sup>31</sup> Cfr. Enriques, F., *Per la storia della logica*, Bologna, Zanichelli, 1922.



“epistemologia non-cartesiana” dopo un’analisi attenta delle geometrie non-euclidee e delle meccaniche non-newtoniane di Einstein, Heisenberg, De Broglie e Paul Dirac proprio in seguito al ruolo ivi giocato dal pensiero matematico e dai nuovi strumenti messi in campo come il tensore, gli spazi vettoriali hilbertiani e l’algebra non commutativa<sup>32</sup>.

Per questo quello di Enriques fu un vero e proprio engagement rivolto a gettare le basi di un nuovo sapere che chiamerà prima “critica gnoseologica” che cogliesse le novità concettuali presenti nel corpus delle matematiche e tramutasse le loro “eresie” in momenti salienti e produttivi per non considerare più in maniera “patologica” la loro storia come ancora la considereranno in seguito alcuni esponenti del gruppo di matematici riunitisi sotto il nome di Nicolas Bourbaki sul finire degli anni ’30, che vedevano nei lavori di Riemann un colpo inferto alle verità matematiche<sup>33</sup>. Come farà poco dopo Moritz Schlick nel dare vita alla prima fase del cosiddetto Circolo di Vienna anche in seguito alla traduzione in tedesco nel 1911 dei *Problemi della scienza*, il matematico livornese radunò a Bologna intorno a sé scienziati e filosofi invitati a riflettere sulla struttura concettuale delle varie scienze sino a dare vita nel 1907 alla rivista *Scientia* e alla stessa nascita della Società Filosofica Italiana<sup>34</sup>; l’obiettivo dichiarato era quello di andare al di là della ormai ristretta metodologia di matrice positivista ritenuta non più in grado di far fronte alla complessità crescente di ogni singola scienza e di gettare le basi per una nuova disciplina, la filosofia della scienza o epistemologia, che prendesse come oggetto specifico di indagine la struttura e la storia delle conoscenze prodotte nei vari ambiti. Ma tutto questo era portato avanti già con una impronta decisamente non-cartesiana, come ben risulta nelle ultime pagine dei *Problemi della scienza*, dove si parla anche di “dinamica non-newtoniana”, di diverso spirito che alberga nelle scienze biologiche e nelle stesse nascenti scienze dell’uomo a partire dalla psicologia con i lavori di Fechner e Wundt, ritenute strade che possono allargare

<sup>32</sup> Cfr. Bachelard, G., *Le nouvel esprit scientifique*, cit.; ricordiamo che il primo capitolo di quest’opera ha il significativo titolo *La complexité essentielle de la philosophie scientifique* e non a caso è stata tenuta presente da Edgar Morin nel considerare Bachelard uno dei pochi filosofi della scienza del primo Novecento a tracciare una via della complessità (cfr. Morin, E., *Le vie della complessità*, in Bocchi, G., Ceruti, M. (eds.) *La sfida della complessità*, Milano, Feltrinelli, 1985, p. 49). A questo riguardo si rimanda anche a Morin, E., *Introduction à la pensée complexe*, Paris, Seuil, 2005, dove si denuncia anche il fatto che nei grandi dibattiti in area anglosassone tra Popper, Lakatos, Kuhn e Feysabend il tema della complessità non era presente.

<sup>33</sup> Cfr. Bourbaki, N., *Éléments d’histoire des mathématiques*, Paris, Hermann, 1967, p. 7 e Patras, F., *op. cit.*, capp. I-II.

<sup>34</sup> Poi non meno significativo fu lo sforzo di Enriques, dopo il Congresso Internazionale di Filosofia tenutosi a Bologna nel 1911, di dare vita insieme a matematici e filosofi, soprattutto francesi tali da considerarli “fratelli spirituali”, nel 1913 ad una *Société de Philosophie Mathématique* col preparare il relativo statuto e con la stessa organizzazione a Parigi nei primi mesi del 1914 del primo *Congrès International de Philosophie Mathématique*, a cui parteciparono anche inglesi e tedeschi. Di queste iniziative si hanno poche notizie alcune delle quali si trovano in Boutroux É., *Congrès International de Philosophie Mathématique*, “Revue de Métaphysique et de Morale”, Vol. XXII, n°5, 1914, pp. 571-580 e in Enriques, F., *Un convegno di matematici e di filosofi*, “Il Marzocco”, a. XIX, 8 marzo 1914, p. 2, dove si trova la significativa espressione “fratelli spirituali”, il che spiega meglio anche il suo essere *passer de culture*, come lo definisce Alunni.

il discorso sulla conoscenza e aiutare a comprendere meglio il faticoso cammino verso la comprensione delle “infinite ragioni” del reale<sup>35</sup>.

Ma il primo compito assegnato a tale nuovo sapere è quello di capire le novità emergenti nelle pieghe delle scienze bisognose di ben altri approcci e di comprendere in tutto il suo pieno spessore epistemico il critico passaggio dall’“assoluto al relativo”<sup>36</sup> senza cadere in posizioni rinunciarie di svalutazione del momento conoscitivo o di stampo irrazionalistico come del resto stava avvenendo in quel fenomeno non solo italiano di “reazione idealistica contro la scienza”, denunciato quasi negli stessi anni da Antonio Aliotta; tale evento fu già avvertito in pieno più di altri da uno scienziato come Ludwig Boltzmann la cui preoccupazione era quella di salvaguardare l’oggettività della scienza pur nei suoi ormai continui cambiamenti concettuali<sup>37</sup> e dei diversi livelli del reale, elemento che accompagnò il suo percorso di difesa della teoria atomica della materia. Enriques, come Valéry, prende innanzitutto atto che tale passaggio dall’“assoluto al relativo” è avvenuto per la prima volta nella storia del pensiero scientifico che ha dovuto fare i conti con la pluralità delle teorie all’interno di ogni singolo ambito con la rinuncia a schemi unilaterali<sup>38</sup> e con la stessa necessità di cambiare direzione nell’ambito della stessa ricerca scientifica; inoltre ritiene non adeguate le prime risposte, pur importanti, date dagli articolati dibattiti avvenuti nella ricca e non omogenea letteratura convenzionalista incapace di capire sino in fondo quella che ritiene essere l’irruzione vera e propria della *storia* nelle scienze e nelle loro strutture cognitive più specifiche, elemento primario per comprenderle come pensiero tout court.

In maniera meno evidente nei *Problemi della scienza* e poi sempre più chiaramente a partire da *Scienza e razionalismo* del 1912, la sua strategia è rivolta a coglierne il profondo “significato” teoretico come poi risulterà più evidente nell’opera del 1934 *La signification de l’histoire de la pensée scientifique*, opera preceduta da diversi lavori di storiografia delle scienze e che fu oggetto di animate discussioni presso la *Société Philosophique Française* sino ad influenzare giovani e meno giovani filosofi e storici della scienza in area francofona come

<sup>35</sup> Enriques, F., *Problemi della scienza*, cit., cap. VI.

<sup>36</sup> Pont, J. C., *De l’absolu au relatif, destin du XIX<sup>e</sup> siècle*, in Pont, J. C., Freland, L., Padovani, F., Slavinskaia, L. (eds.), *op. cit.*, pp. IX-XLVIII.

<sup>37</sup> Cfr. Boltzmann, L., *Über die Methoden der theoretischen Physik* (1892), in Id., *Populäre Schriften*, Leipzig, J. A. Barth, 1905, pp. 1-10.

<sup>38</sup> Sul ruolo dinamico del valore ipotetico in chiave antipositivistica della teoria da parte di Enriques ha insistito lo studioso polacco Lech Witkowski, che poi ha interpretato come “rappresentazione concettuale ipotetica degli invarianti dell’esperienza” in diversi recenti scritti. In tal modo è approdato a sua volta, attraverso Enriques e lo stesso Bachelard tenuti presenti quasi come sentinelle contro le posizioni normative, all’epistemologia della complessità, cfr. Witkowski, L., *Il caso Enriques (alle origini del neorazionalismo e della strategia genetica nell’epistemologia europea del ‘900)*, “Annali della Facoltà di Lettere e Filosofia dell’Università degli studi di Perugia”, Vol. XXIII, 1985/86, pp. 101-126; Id., *The Philosophy of Science in Italy and the critical rationalism in Europe*, in Minazzi, F., Zanzi, L. (eds.), *La scienza tra filosofia e storia in Italia nel Novecento*, Roma, Istituto Poligrafico Zecca dello Stato, 1987, pp. 385-421 e Witkowski, L., *Le trasformazioni e le loro dominanti tra dinamica e struttura della processualità*, “Idee”, n. 1-2, 2021, pp. 219-246.



Bachelard, Jean Cavaillès, Hélène Metzger, Albert Lautman e Jean Piaget<sup>39</sup> e che passò quasi inosservata in Italia dopo la sua pubblicazione nel 1936. Ma per capire meglio tale impegno già delineato nei *Problemi della scienza* e rivolto a cogliere le diverse implicazioni delle “ragioni della scienza”, non più riconducibili a teorie della conoscenza onnicomprensive e normative considerate, come meglio preciserà dopo Gaston Bachelard sulla sua scia, veri e propri “ostacoli epistemologici”<sup>40</sup>, sono da tenere nel debito conto alcune sue considerazioni che possono servire a non più scindere, come spesso è stato fatto soprattutto in Italia, l’Enriques matematico da quello interessato a questioni epistemologiche e storiche, come se quest’ultime fossero solo di puro accompagnamento della sua attività di scienziato. Scrive, infatti, Enriques in due occasioni in opere di diversa finalità, ma indirizzate a cogliere le intrinseche “ragioni della scienza” e a fare emergere quella che spesso chiamerà “la filosofia loro implicita”<sup>41</sup>: «La storia viene guadagnata attraverso la scienza, in servizio della scienza, e non viceversa. Il presente non resta allora che un punto di passaggio nel divenire della scienza. In questa maniera lo sforzo per il progresso porta dalla scienza alla filosofia della scienza e da questa alla storia»<sup>42</sup>.

Due sono pertanto i punti fermi che Enriques elabora nella sua “gnoseologia critica”, ricavata dalla sua attività di *savant*, di scienziato-filosofo tout court, le cui “eresie” per l’epoca erano, come dirà Bachelard, il fatto ormai incontrovertibile che la scienza è pensiero e produce la stessa filosofia della scienza con l’obiettivo di coglierne gli aspetti teoretici più salienti; l’analisi filosofica della scienza a sua volta fa capire meglio la dimensione storica ad essa intrinseca, dove il presente è un necessario passaggio da una tappa ad un’altra con le diverse discontinuità che le caratterizzano<sup>43</sup>. All’interno di tale percorso circolare tra attività scientifica,

<sup>39</sup> Cfr. Enriques, F., *Signification de l’histoire de la pensée scientifique*, “Bulletin de la Société Française de Philosophie”, Vol. XXXIV, 1934, pp. 73-104. Oltre a Bachelard, sarà soprattutto Jean Piaget nel primo volume dedicato a “la pensée mathématique” della sua Introduzione all’epistemologia genetica del 1949 e poi ancora in *Psychologie et épistémologie* del 1970 a confrontarsi con le sue posizioni e a svilupparle. Sui rapporti Enriques-Piaget cfr. Castellana, M., *Dal metodo storico-critico all’epistemologia genetica: Federigo Enriques e Jean Piaget*, postfazione a Piaget, J., *L’epistemologia genetica*, trad. it di F. Martinelli, Roma, Studium, 2016, pp. 173-201.

<sup>40</sup> Cfr. Bachelard, G., *La formation de l’esprit scientifique*, Paris, Vrin, Paris 1938, dove si discutono le tesi di Enriques sul ruolo degli errori nella ricerca scientifica, tematica poi centrale nelle riflessioni di Karl Popper.

<sup>41</sup> Tale idea è espressa in maniera netta in *Scienza e Razionalismo*, idea poi comune a figure appartenenti a filoni diversi di filosofia della scienza, come Moritz Schlick da una parte e Gaston Bachelard dall’altra; solo questa idea è sufficiente per ribaltare le accuse di Benedetto Croce ad Enriques di essere un “ingegno minuto”, come lo erano per lui in genere tutti gli scienziati e anche perché ai suoi occhi era inconcepibile la figura dello ‘scienziato-pensatore’ o dello ‘scienziato-filosofo’, figura poi ben delineata dallo storico della filosofia H. Høffding nel 1907 in *Philosophes contemporains* e presenti invece sulla scena del pensiero europeo tra ‘800 e ‘900.

<sup>42</sup> Enriques, F., *Lezioni sulla teoria geometrica delle equazioni e delle funzioni algebriche*, Bologna, Zanichelli, 1915-1934, vol. I, p. XIII e Id., *Storia del pensiero scientifico*, Bologna, Zanichelli, 1932, p. 6.

<sup>43</sup> L’intreccio stretto tra la dimensione teoretica della scienza e quella storica serve tra l’altro a ridimensionare il cosiddetto “continuismo” di Enriques e per un’analisi del rapporto tra

riflessione epistemologica ed impegno storiografico, già avviato in maniera programmatica nei *Problemi della scienza*, prende piede l'idea di *sistema* che caratterizza ogni progetto teorico costruito per dar conto di *una* ragione del reale e delle successive prese d'atto delle sue pluriarticolazioni e delle conseguenti relazioni; queste alimentano nuovi sistemi teorici che pur diversi sono il risultato di quelle chiamate necessarie "estensioni", "correzioni", "approssimazioni" dei principi di base di ogni singola scienza. Questi processi dinamici allargano i quadri di riferimento e permettono trasformazioni concettuali con «possibili modificazioni dei principi meccanici» sino a fare assumere alla stessa «Fisica un carattere di *limite* per riguardo alla Meccanica»<sup>44</sup>; l'introduzione dell'idea strategica di *limite* non è casuale in quanto è ritenuta intrinseca in ogni *sistema* che di per sé è incompleto pur rappresentando un elemento del reale da indagare ogni volta con nuovi concetti. Ma questo richiede il sistematico e continuo "travaglio dei concetti" che il soggetto epistemico si trova a costruire senza rinunciare al passato ma ad integrarlo in una visione più globale in quanto cosciente del loro essere frutto della "posizione dei problemi" man mano emergenti secondo logiche diverse e non riconducibili a schemi o statuti definiti una volta per sempre; in tal modo assumono un diverso significato le costanti prese di posizione da parte di Enriques contro quello che già nei *Problemi della scienza* chiamava "particolarismo scientifico" in auge nella ristretta metodologia di matrice positivistica non più in grado di cogliere la teoria come sistema.

Per tali motivazioni, ricavate sia dall'analisi delle geometrie non-euclidee che dalle nascenti nuove meccaniche ma anche da ciò che stava emergendo nei dibattiti sulla struttura delle scienze della vita, Enriques nei *Problemi della scienza* parla di "sistemi ontologici", per evitare d'accordo questa volta con Poincaré che «la scienza possa fare solo un lavoro di Penelope [...] in presenza di una sconfitta generale dei principi»<sup>45</sup> che hanno caratterizzato il passato filosofico-scientifico; la loro necessaria diversità è segno da una parte della varietà del reale e dall'altra della vitalità della mente umana che, pur partendo da una ispirazione puramente metafisica come dirà poi Popper, riesce comunque a coglierne qualche elemento di fondo. Con un tono *ante litteram* decisamente orientato in senso costruttivistico, così Enriques scriveva nei *Problemi della scienza*:

D'altronde accanto alla costruzione delle ontologie metafisiche, non nascondenti la loro pretesa di porgere una scienza *definitiva e completa* [...], altri *sistemi ontologici* sono stati costruiti, e si costruiscono tutti i giorni, circoscritti nel campo di un ordine di conoscenza [...]. In ultima analisi una ontologia è una *rappresentazione subiettiva della realtà*, un modello foggato dallo spirito umano, i cui *elementi, tratti da oggetti reali, vengono combinati per modo da render conto di un certo ordine di conoscenze, secondo un certo*

continuità e discontinuità nella storia delle scienze nel suo percorso, cfr. Castellana, M., *Su alcune armonie nascoste in Federigo Enriques: continuità/discontinuità*, in Alunni, C., André, Y. (eds.), *op. cit.*, pp. 53-80.

<sup>44</sup> Enriques, F., *Problemi della scienza*, cit., p. 283 e, sul ruolo del limite di ogni teoria in chiave enriquesiana, cfr. Witkowski, L., *Le trasformazioni e le loro dominanti*, cit.

<sup>45</sup> Poincaré, H., *Il valore della scienza*, trad. it. di G. Ferraro, Bari, Dedalo, 1992, p. 149.

*punto di vista, che si prende arbitrariamente come universale[...]. Nelle ontologie della moderna Metafisica, ci è sempre un sistema di immagini, un modello, che può adattarsi, talvolta convenientemente, ad un qualche ordine di fatti reali, e che, ad ogni modo, promovendo associazioni nuove, può riuscire utile nello sviluppo della Scienza<sup>46</sup>.*

Ma ciò che preme di più ad Enriquez è l'importanza per ogni discorso sulla scienza accordata all'analisi delle trasformazioni dei concetti una volta acquisiti e a quello che chiama «l'incremento cognitivo progressivo» che essi determinano col «ricostruire le [loro] astrazioni generatrici»; questa operazione è ritenuta essenziale per capire le “differenze qualitative” tra i sistemi e per cogliere i “contenuti” dei singoli livelli del reale<sup>47</sup> e allontanare da essi quelle che Valéry chiamava “*rêveries* sostanzialiste”. Attraverso il peso ermeneutico assegnato ai processi di estensione e di approssimazione nell'ambito del pensiero fisico si mettono in evidenza le diversità concettuali tra i rami o diversi sistemi della meccanica, le discontinuità interne sino a considerare la stessa storia della fisica come un insieme di processi di auto-delimitazione dei “principi meccanici”; ma tali processi non avvengono solo all'interno di una scienza e delle sue varie e successive articolazioni, ma si verificano tra scienze con statuti epistemici diversi nelle loro connessioni teorico-sperimentali. Ad esempio, essi mettono in evidenza l'insufficienza e «l'irrelevanza della spiegazione meccanica in biologia» in quanto a loro volta «i problemi della vita si presenteranno come caso limite» della stessa fisica, anche se «la filosofia meccanica in una prima approssimazione» è servita a porre il problema della vita come «oggetto proprio di Scienza»<sup>48</sup>, come nel caso emblematico di Lazzaro Spallanzani. Man mano che i “principi della meccanica” si sono estesi ai fenomeni vitali è venuto fuori ed è emerso, proprio nel senso tipico del pensiero complesso, quello che Enriquez chiama «l'effetto complicatore», trascurato o scartato «in prima approssimazione»; ciò ha determinato una «veduta correttiva», ha allargato lo stesso modello di razionalità con «nuove idee ispiratrici», ha introdotto «differenze qualitative»<sup>49</sup> tra i livelli del pensiero scientifico da affrontare con specifiche metodologie arricchite dall'apporto concettuale del patrimonio teorico-sperimentale del passato da conglobare nel nuovo che viene a costituirsi ma con un diverso *esprit* nel senso bachelardiano del termine<sup>50</sup>. Con un simile approccio storico-epistemologico il matematico Enriquez si è avvicinato al variegato mondo della biologia, come anche della psicologia del suo tempo, e ha visto in esso l'emergere ed il costituirsi del secondo fondamentale libro della natura con una specificità tutta da chiarire e da comprendere per evitare i rischi da una parte di cadere in quello che chiama “particolarismo scientifico e dall'altra nelle visioni riduttive del pensiero

<sup>46</sup> Enriquez, F., *Problemi della scienza*, cit., pp. 28-29 (sottolineature dello stesso Enriquez).

<sup>47</sup> *Ivi*, pp. 317-318.

<sup>48</sup> *Ivi*, p. 333.

<sup>49</sup> *Ivi*, p. 334.

<sup>50</sup> Bachelard chiamerà questo processo cruciale del “nuovo spirito scientifico” «*synthèse transformante*», cfr. Bachelard, G., *L'activité rationaliste*, cit., p. 22. Ma nel capitolo VI della *Philosophie du non* aveva già parlato de «la valeur synthétique de la philosophie du non».

scientifico. Quasi come profeta della teoria generale dei sistemi e anzi come ha detto Giorgio Israel suo «antesignano»<sup>51</sup>, così Enriques scrive:

Quindi la veduta della filosofia meccanica viene modificata dai progressi della Biologia, la quale reagendo a sua volta sulla Fisica, ci prepara a comprendere una unificazione superiore, cioè un tipo di Scienza più perfetto e generale, che contenga le varie forme particolari separate dalle esigenze della Tecnica. Questo tipo superiore, adeguato ai vari domini del sapere, non è un rigido schema di disposizione dogmatica, e neppure una stratificazione di acquisti che si aggiungono semplicemente l'uno sull'altro [...]. Ora il confronto è interessante sotto due aspetti reciproci: soltanto dalla Fisica ci è dato trarre una veduta del grado di perfezione cui potranno tendere in avvenire le scienze della vita; ma la enorme complicazione di queste, e la instabilità che ne deriva nelle spiegazioni biologiche, ci rendono più chiaro il movimento della Scienza, che rispetto a taluni ordini di fenomeni fisici riesce visibile solo nei secoli. Giungiamo in tal modo a comprendere che la *conoscenza esatta* è soltanto una conoscenza *bene approssimata*, la quale potrà essere tenuta come soddisfacente soltanto per riguardo ad una certa cerchia di previsione, ma rispetto ad una cerchia più estesa dovrà subire tosto o tardi una correzione, ove si aggiungono le condizioni complicatrici trascurate<sup>52</sup>.

Per usare una sua stessa espressione, ad Enriques dunque “riesce visibile” il mondo della complessità già nei primi anni del '900 in un certo qual modo, senza aspettare gli ultimi decenni del secolo e tutto questo grazie all'“anima”, proprio nel senso del termine delineato da Schlick, intrinsecamente storica che ha saputo cogliere nei “fondi”<sup>53</sup> della scienza e che si è impegnato a fare emergere nelle sue diverse articolazioni epistemiche; ma il suo linguaggio della complessità, il dar voce a tale “eresia” nel senso di Valéry, è ancora inevitabilmente basato su intuizioni e anticipazioni solo abbozzate e nei suoi scritti come ad esempio termini come “complicazioni”, “effetti complicatori”, “condizioni complicatrici” sono rivelatori del fatto che il suo percorso, come lo ha definito il filosofo della ma-

<sup>51</sup> Israel, G., *Il positivismo critico di Federigo Enriques nella filosofia scientifica del Novecento*, in Pompeo Faracovi, O., Speranza, F. (eds.), *Federigo Enriques. Filosofia e storia del pensiero scientifico*, Livorno, Belforte Edizioni, 1998, p. 40.

<sup>52</sup> Enriques, F., *Problemi della scienza*, cit., p. 335. Come è stato segnalato in alcuni scritti su Enriques (cfr. Nastasi, T., *Federigo Enriques e la civetta di Atene*, Pisa, Plus Pisa Univ. Press, 2010), del resto egli vede già nei primi suoi studi e risultati scientifici di fine Ottocento una visione del corpus delle matematiche come un “organismo vivente” e accenna a studi matematici sul vivente stesso anticipando così un filone di indagine emerso negli ultimi decenni e per tutti cfr. Bailly, F., Longo, G., *Mathématiques et sciences de la nature. La singularité physique du vivant*, Paris, Hermann 2006. Boi, L., *Geometries of nature, Living Systems And Human Cognition*, Singapore, World Scientific, 2005 e *Morphologie de l'invisible*, Limoges, Presses univ. de Limoges, 2011. Si può dire, pertanto senza esagerare, che in Enriques si avverte la posta in gioco dell'impredicatività che, come matematico, ha tenuto presente anche se non l'ha formulata in maniera organica, ma era implicita nella sua idea di “approssimazione”; e l'impredicatività è in un certo qual modo la porta per la complessità.

<sup>53</sup> Cfr. Schlick, M., *Teoria generale della conoscenza* (1918), trad. it. di E. Palombi, Milano, Franco Angeli, 1986, p. 11; il termine “fondi” è del fisico matematico André Lichnerowicz che, nella sua *Leçon inaugurale* del 3 dicembre 1952 al Collège de France, ritiene Enriques una delle sue fonti di ispirazione e su questo anche Alunni, C., *Federigo Enriques passeur de culture* cit.

tematica svizzero Ferdinand Gonseth a proposito della capacità di intravedere un approccio alle matematiche diverso dalla filosofia della scienza *Standard*, è un «percorso a volo d'uccello»<sup>54</sup>, in grado di vedere e pensare situazioni teoriche che verranno a maturazione solo in seguito. Esempi di un tale percorso, come si è accennato all'inizio di questo nostro scritto, sono stati la necessità, avvertita insieme ad altre figure del panorama europeo, di un nuovo sapere specifico incentrato sulle “ragioni della scienza” studiata *iuxta propria principia*, la critica al convenzionalismo, la scienza come pensiero tout court e l'impegno per lo sviluppo della stessa storia delle scienze come sapere autonomo ma non separato dall'indagine epistemologica; questa è la ragione della sua “epistemologia dai fondamenti storici”, come la chiamerà in un congresso internazionale di Filosofia a Parigi nel 1937, dove per la prima volta furono rese note le tesi dei protagonisti del movimento neopositivista e di cui intravide alcuni punti critici poi non a caso evidenziati da Popper.

Ma, come in ogni percorso del genere di per sé teso comunque verso qualcosa di nuovo anche se non in possesso di alcuni requisiti che poi lo caratterizzeranno in modo più articolato, il termine “complessità” pur presente poche volte è scambiato con “complicazione”; tale termine ricorrente è più intriso delle potenzialità implicite nel concetto basilare di complessità visto come graduale percorso di sempre maggiore conoscenza delle leonardiane “infinite ragioni del reale” e foriero di un discorso “eretico” nel senso che ogni teoria ed ogni scienza, scoprendo al loro interno i rispettivi “limiti” grazie alla prospettiva storica, prendono atto della loro incompletezza strutturale e preparano così il terreno all'emergenza di ulteriori “effetti complicatori” da scandagliare con nuovi strumenti. Ne è esempio il fatto, che può a prima vista sembrare contraddittorio, che lo stesso Enriques, nella versione francese da lui direttamente fatta nel 1934 di *La signification de l'histoire de la pensée scientifique*, usi il termine *complexité*, del resto più presente nei dibattiti in area francofona mentre nella versione italiana usi “complicazione”<sup>55</sup>; ma tutto questo è proprio per designare il crescente processo storico di passaggio da una visione basata sulla “semplicità” dei fenomeni natu-

<sup>54</sup> Cfr. Gonseth, F. (ed.), *Entretiens de Zürich sur les fondements et la méthode des sciences mathématiques*, Zürich, Leeman, 1941, p. 59. Questo volume contiene gli atti di un convegno di matematici tenutosi nel 1938, dove Enriques tra varie difficoltà dovute alla sua origine ebraica riuscì ad andare ma senza fare una relazione ufficiale e a tale convegno fu pure invitato Kurt Gödel che declinò l'invito per la ritrosia allora come dopo ad impegnarsi in questioni filosofiche, poi presenti nel suo *Nachlass* da poco tempo a disposizione. Gonseth utilizzò tale espressione perché vedeva nelle osservazioni fatte da Enriques ai vari relatori e nelle opere precedenti, a partire dalle sue osservazioni critiche fatte prime alle posizioni convenzionaliste e poi in base alle riserve espresse nel Congrès de Philosophie Scientifique del 1937 nei confronti degli aderenti al Circolo di Vienna, una filosofia della matematica più vicina a quella implicita nei gödeliani teoremi di incompletezza, che furono oggetto in tale convegno di varie discussioni e su questo cfr. Castellana, M., *Un “percorso a volo d'uccello”: Federigo Enriques versus Kurt Gödel*, in Id., *Federigo Enriques*, cit., cap. IV.

<sup>55</sup> Forse questo si potrebbe interpretare come un indizio del ritardo sul piano teoretico della situazione italiana più in generale rispetto a quella francofona, la cui ricca letteratura epistemologica può spiegare questa differenza lessicale.

rali, tipica del Rinascimento anche se questa “semplicità” di ordine puramente metodologico va contestualizzata nel senso che servì per individuare alcuni dei loro punti essenziali, ad una visione successiva d’insieme determinata dalla presa d’atto della “solidarietà” nel senso di connessione in essi implicita che è la nuova “verità” da tenere presente:

Tout véritable savant sait a priori que ses conquêtes ne peuvent avoir qu’une validité provisoire et relative, parce qu’à l’idée, professée par les savants de la Renaissance, d’une nature essentiellement simple s’est substituée la notion de complexité infinie qui serait l’effet de la solidarité universelle entre tous les phénomènes. En présence de cet univers solidaire dont chaque fragment exprime l’ensemble, que peuvent valoir aujourd’hui les lois scientifiques et que devient l’idée même de la vérité<sup>56</sup>?

Ogni scienziato sa, a priori, che le sue conquiste non possono avere che un valore provvisorio e relativo, giacché alla concezione della semplicità della natura, che fu la fede scientifica del Rinascimento, è subentrata quella di una complicazione infinita, effetto della solidarietà universale di tutti i fenomeni. Davanti a questo universo solidale, di cui ogni frammento esprime l’intero, che cosa valgono ora le leggi scientifiche e dove va a finire il concetto stesso della verità<sup>57</sup>?

Il significato profondamente storico del pensiero scientifico e colto nel suo pieno spessore epistemico conduce a prendere atto, come nuovo punto di partenza di una “nuova scienza” e della sua conseguente epistemologia, dell’idea di complessità insita in ogni fenomeno da studiare, le cui connessioni interne una volta individuate determinano “effetti complicatori” negli stessi processi conoscitivi, dove ogni elemento precedentemente scartato, visto poi secondo un altro approccio, si rivela ricco di nuovi contenuti; essi vengono visti come esito della metabolizzazione del fatto che da ogni livello di conoscenza prodotto emerge in maniera imprevedibile un altro mondo più articolato che sconvolge i piani epistemici preesistenti e nello stesso tempo permettono di avere come “a priori” di base l’idea di “universo solidale” le cui leggi sono irriducibili alle leggi semplici-

<sup>56</sup> Enriques, F., *Signification de l’histoire de la pensée scientifique*, Paris, Hermann, 1934, p. 7. Per questo riteniamo ancora valide e pertinenti le indicazioni, già citate, di Hélène Metzger sulla “ricchezza concettuale” di tale opera da richiedere un commento quasi parola per parola, a partire dal titolo stesso. Inoltre, una storia critica della filosofia della scienza ci fornisce gli strumenti per non ritenere isolate le opere uscite in diversi contesti culturali, nello stesso periodo tra il 1934 ed il 1936, ma come indice di un diverso orientamento di pensiero epistemologico che si stava delineando quasi in maniera “laterale” per usare un’espressione di Gilles Châtelet (cfr. Châtelet, G., *Les enjeux du mobile. Mathématique, physique, philosophie*, Paris, Le Seuil, 1993). Accanto alla più famosa di Karl Popper *Logik der Forschung*, sono dunque da segnalare *Le nouvel esprit scientifique* di Bachelard, quest’opera di Enriques, *Genesi di un fatto scientifico* di Fleck, gli scritti di natura metodologica di Hélène Metzger poi raccolti nel 1987 col titolo *La méthode philosophique en histoire des sciences*, e *Les mathématiques et la réalité* di Ferdinand Gonseth. Questi lavori sono espressione di una stessa atmosfera culturale o meglio di altre “armonie nascoste della cultura europea tra scienza e filosofia” nel senso indicato da Alunni.

<sup>57</sup> Enriques, F., Metzger, H., *op. cit.*, 10. È da notare che nell’originale francese è più visibile il fatto del valore veritativo del concetto di ‘universo solidale’ da cui occorre ripartire, mentre nella versione italiana fatta dallo stesso Enriques questo risulta meno chiaro.



stiche e lineari del pensiero ad una dimensione che ha avuto solo il merito di istituire una “ragione”, ma si è trovato poi impotente rispetto alla presa d’atto delle “infinite ragioni del reale” e a quella che Enriques ha chiamato *complexité infinie* o “complicazione infinita”<sup>58</sup>. Nel suo percorso, dunque, tale idea o “eresia”, già presente in maniera germinale negli ultimi capitoli dei *Problemi della scienza* e poi meglio evidenziata nel periodo della maturità, è venuta a sedimentarsi epistemologicamente nell’idea strategica di “pensiero scientifico”, ha accompagnato in maniera latente le riflessioni sulle “ragioni della scienza” e sulle diverse “anime” che la compongono in quanto ritenute tutte connesse tra di loro e indispensabili per capirne le polifoniche articolazioni; a differenza di altri più noti filoni di pensiero epistemologico che si sono affannati a costruire “una” ragione forte ma nomotetica ed inevitabilmente di natura unilaterale, Enriques ha indirizzato tutto il suo sforzo teoretico verso il tema strategico dell’unità della scienza, comune ad altri percorsi di filosofia della scienza, ma lo ha orientato programmaticamente in senso storico e l’approccio storico di per sé dovunque riesce ad entrare apre la via alla complessità, magari in modo embrionale, ma decisivo come lo è stato per Bachelard e lo stesso Jean Piaget<sup>59</sup>.

Per questo ci sembra utile parafrasare una sua frase, più nota e commentata in area francofona sino a diventare il punto di partenza della prima opera di Gaston Bachelard *Essai sur la connaissance approchée* e scritta non a caso nel 1928 anno decisivo per la filosofia della scienza<sup>60</sup>; tale frase, che si potrebbe considerare senza esagerare un po’ il compendio della sua impresa epistemologica, è contenuta in *Scienza e razionalismo* del 1912 ed è utile per capire meglio i processi di auto-delimitazione interna ai sistemi, poi divenuta tematica centrale nell’epistemologia costruttivistica di Jean Piaget<sup>61</sup>: «Il valore obiettivo della razionalità del sapere consiste in ciò che il processo della Scienza è un processo di approssimazioni successive illimitatamente proseguibile»<sup>62</sup>.

<sup>58</sup> Sul dibattito complessità/complicazione, ancora oggetto di discussione, è tornato a parlare il matematico e biologo Robert Rosen (1934-1998) nel delineare una sua “via” della complessità e nel combatterne quelle che chiama “visioni quantitative” dei sistemi naturali complessi a cui appartengono gli organismi viventi. A questo riguardo cfr. Rosen, R., *Essays On life Itself*, New York, Columbia University Press, 2000, pp. 42-43, dove si parla espressamente di complessità/complicazione.

<sup>59</sup> A tale proposito va ricordato il fatto che il giovane Jean Piaget ha insegnato presso l’Università di Neuchâtel da una parte *Philosophie des sciences et de Psychologie* e dall’altra *Histoire de la pensée scientifique*.

<sup>60</sup> Cfr. Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1928. Ricordiamo che il 1928 vide la pubblicazione di un’opera fondamentale di Rudolf Carnap e del *Manifesto di filosofia scientifica* a cura dello stesso Carnap, Neurath e Hahn. Ancora da sottolineare è il fatto della completa mancanza nel panorama filosofico italiano del primo Novecento di un confronto con tali tesi enriquesiane, confronto che è avvenuto solo negli anni ’80 grazie alla cosiddetta “Enriques-Renaissance”.

<sup>61</sup> Su questo cfr. l’ancora importante volume di Bocchi, G., Ceruti, M., Fabbri-Montesano, D., Munari, A. (eds.), *L’altro Piaget. Strategie della genesi*, Milano, Emme Edizioni, 1983.

<sup>62</sup> Enriques, F., *Scienza e razionalismo*, cit., pp. 114-115.



Potremmo così tradurre, non tradendo il pensiero enriquesiano e sulla scia di Piaget che lo ha tenuto in debito conto: "il valore obiettivo della razionalità del sapere consiste in ciò che il processo della scienza è un processo di auto-delimitazioni successive illimitatamente proseguibile"<sup>63</sup>. L'invito di Enriques è quello dunque di prendersi in pieno carico la razionalità implicita nella visione storica della scienza dove la conoscenza prodotta dalle singole teorie è di per sé sempre *approchée*; e solo il processo continuo di tali "approssimazioni" ne garantisce i contenuti veritativi nel tempo dove ogni sistema teorico, nato per individuare una delle tante articolazioni del reale, delimita concettualmente un altro rendendolo un capitolo di un percorso più generale e nello stesso tempo, delimitandolo, lo rende più forte nel proprio campo nel ridefinirne limiti e specificità. In tale modo la stessa storia delle scienze si può considerarla come storia delle auto-delimitazioni concettuali che ogni scienza provoca nel momento in cui si sviluppa e nello stesso tempo la stessa storia specifica di una determinata scienza; non a caso Piaget, sulla scia di Enriques, dirà spesso in diverse sue opere con piena coscienza epistemica che «il vero progresso scientifico avviene all'incrocio (*au carrefour*) dei saperi»<sup>64</sup> e cioè quando una scienza prende coscienza dei suoi limiti intrinseci si incontra con le altre fecondandosi reciprocamente. In tal modo, con il tenere presente tale approdo enriquesiano, si evita quello che Mauro Ceruti ultimamente ha chiamato il virus dell'onniscienza con le sue tentazioni semplificatrici che spesso albergano tra le pieghe di certe interpretazioni della scienza e dei suoi operatori non a caso allergici alla riflessione epistemologica<sup>65</sup>.

In tali momenti strategici, divenuti ormai punti di forza sia del patrimonio scientifico che di quello epistemologico, si deve situare un sano lavoro di filosofia della scienza per evitare di fondare riduttivamente una scienza sull'altra e per non cadere in quell'infortunio tipico di certe sue tendenze che tendono a semplificare «quando invece il pensiero scientifico è più dinamico solo nei casi più complessi» e dove si assiste al fatto che una scienza «si complica nel suo progredire», come ha detto Gaston Bachelard nella sua ultima opera del 1953 *Le matérialisme rationnel*<sup>66</sup>; anche perché lì avvengono in maniera più strutturale quei decisivi passaggi che vanno da «teorie vere a teorie più vere» come ha chiarito Enriques in più occasioni<sup>67</sup> e poi, sulla sua scia Gaston Bachelard, in quanto li «si prolungano le verità di fatto in verità di diritto» col produrre ulteriori «sintesi del vero [...] aprendo la

<sup>63</sup> Piaget parla di "processi di delimitazioni concettuali" in diverse opere da Piaget, J., *Le scienze dell'uomo*, trad. it. di T. Achilli, Bari, Laterza, 1997, p. 31 a Id., *Saggezza e illusioni della filosofia*, trad. it. di A. Munari, Torino, Einaudi, 1969, cap. II e in Id., *Psychologie et épistémologie*, Paris, Gontier-Denoël, 1970, *passim*. In queste due ultime opere, come in *La pensée mathématique*, la presenza di Enriques è costante sino a considerare il suo «metodo storico-critico uno dei metodi oggi a disposizione della epistemologia scientifica», come in Id., *Saggezza e illusioni*, cit., p. 88.

<sup>64</sup> Piaget, J., *Psychologie et épistémologie*, cit., p. 78.

<sup>65</sup> Cfr. Ceruti, M., *La fine dell'onniscienza*, Roma, Studium, 2014.

<sup>66</sup> Bachelard, G., *Le matérialisme rationnel*, Paris, Puf, 1963, p. 134.

<sup>67</sup> In particolar modo in una delle pagine meno note, cfr. Enriques, F., *Per la storia della logica*, cit., p. 283.

strada ad altre scoperte»<sup>68</sup>. Tutto questo significa entrare, come ha fatto Enriques in punta di piedi ed in senso quasi da pensiero laterale, nel mondo della complessità e di individuarne alcune “ragioni” ma solo dopo aver metabolizzato a tutti i livelli quella che lo storico Yehuda Elkana, grazie ai suoi studi su Galilei e la scienza moderna, ha chiamato «rivoluzione nella riflessività»<sup>69</sup>. Così le indicazioni di Paul Valéry sulle comuni “eresie” intraviste nell’analisi della struttura della *connaissance mathématique*, quelle di Piaget sul lavoro scientifico inteso in maniera strutturale come frutto del suo continuo essere al *carrefour* di diversi settori, se abbinare con quelle di Gilles Châtelet di pensiero laterale e di Elkana, non solo possono servire a meglio chiarire l’esito del percorso di Enriques nei lidi della complessità sia pure agli arbori, ma possono essere anche interpretate, per usare una sua espressione, come frutto del fatto che pure in periodi e con fini diversi sono stati dei “fratelli spirituali” nel cogliere le varie “anime” della scienza e le sue ulteriori “ragioni” senza cadere in posizioni unilaterali e ad una dimensione, con insieme la necessità di cambiare nello stesso tempo modo di conoscere<sup>70</sup>.

Mario Castellana  
Università del Salento  
mario.castellana@unisalento.it

<sup>68</sup> Bachelard, G., *Le matérialisme rationnel*, cit., p. 224. Da tenere presente che questa è l’ultima pagina di tale opera, ma sembra il lascito spirituale che egli assegna ai futuri filosofi della scienza invitati a riflettere su quello che chiama nella stessa pagina la posta in gioco « *du doublet du véritable et du véridique* » *ibidem*, (sottolineatura dello stesso Bachelard). Riteniamo tale esito frutto di una ulteriore “armonia nascosta” e del loro essere “fratelli spirituali” o “cuori italo-francesi” sulla scia di Alunni.

<sup>69</sup> Elkana, Y., *La rivoluzione scientifica come rivoluzione nella riflessività*, in La Vergata, A., Pagnini, A. (eds.), *Storia della filosofia. Storia della scienza. Studi in onore di Paolo Rossi*, Firenze, La Nuova Italia, 1995, pp. 23-36. Alla luce di tale importante punto di vista di Elkana, acquistano più senso i risultati ottenuti in campo storico-epistemologico da Enriques, frutto di una continua riflessione sui “significati qualitativi discontinui” intravisti nelle scienze a partire dalle matematiche.

<sup>70</sup> Non è un caso, dunque, che esponenti del pensiero complesso degli ultimi anni, pur da contesti diversi, da Robert Rosen a Edgar Morin e Mauro Ceruti stiano insistendo su una strutturale “riforma del pensiero”, su cui ha insistito lo stesso Enriques in *Insegnamento dinamico* e con più vigore Gaston Bachelard; fare i conti con la complessità significa cambiare direzione, elaborare nuove strategie conoscitive ed operare diverse “rottture epistemologiche”, consci sulla scia di Leonardo da Vinci che ontologia ed epistemologia non possono coincidere; e in tale percorso non mancano diversi “ostacoli epistemologici” che si frappongono inevitabilmente. Così acquistano più senso le stesse idee di Bachelard di *surrationalisme* o *rationalisme du complexe* e di *raison surrationnelle*, vera e propria *raison complexe* e con Alunni si può dire che questo esito è un altro non secondario suo *spectre* con cui fare i conti; e ancora oggi può essere utile confrontarsi con tale forma di “razionalismo del complesso”, dato che da più parti si aggirano, come dice Mauro Ceruti, visioni riduttivistiche o “quantitative” della complessità che la rendono una soluzione o semplice ricetta, quando essa è un “problema”, sia nel senso avanzato prima da Enriques e poi ultimamente da Morin, da metabolizzare continuamente sul piano epistemico.

## Bibliografia

- Alunni, C., André, Y. (eds.), *Federigo Enriques o le armonie nascoste della cultura europea. Tra scienza e filosofia*, Pisa, Edizioni della Normale, 2015.
- Alunni, C. (ed.), *Philosophie et mathématiques*, “Revue de Synthèse”, Vol. 136, n°1-2, 2015, pp. 1-8.
- Alunni, C., André, Y., Paoletti, C. (eds.), *Philosophie contemporaine des mathématiciens: Évariste Galois, Gian-Carlo Rota, Gilles Châtelet*, “Revue de Synthèse”, t. 138, n. 1-4, 2017.
- Alunni, C., *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'école surrationaliste*, Paris, Hermann, 2019.
- Alunni, C., *Federigo Enriques passeur de culture*, «Bollettino della società filosofica italiana», n°3, 2021, pp. 45-57.
- Bachelard, G., *Saggio sulla conoscenza approssimata*, tr. it di E. Castelli Gattinara, Milano-Udine, Mimesis, 2018 [*Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1928].
- Bachelard, G., *Il nuovo spirito scientifico*, tr. it di A. Allison, Milano-Udine, Mimesis, 2018 [*Le nouvel esprit scientifique*, Paris, Puf, 1934].
- Bachelard, G., *La formazione dello spirito scientifico. Contributo a una psicoanalisi della conoscenza oggettiva*, tr. it. di E. Castelli Gattinara, Milano, Cortina, 1995 [*La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1938].
- Bachelard, G., *La filosofia del no. Saggio di una filosofia del nuovo spirito scientifico*, tr. it. di G. Quarta, Roma, Armando, 1998 [*La philosophie du non. Pour une philosophie du nouvel esprit scientifique*, Paris, Puf, 1940].
- Bachelard, G., *L'attività razionalista della fisica contemporanea*, a cura di F. Bonicalzi, tr. it. di C. Maggioni, Milano, JacaBook, 2020 [*L'activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, Puf, 1953].
- Bachelard, G., *Il materialismo razionale*, tr. it. di L. Semerari, Bari, Dedalo 1975 [*Le matérialisme rationnel*, Paris, Puf, 1953].
- Bailly, F., Longo, G., *Mathématiques et sciences de la nature. La singularité physique du vivant*, Paris, Hermann, 2006.
- Bellon, E., *Il mondo di carta. Ricerche sulla seconda rivoluzione scientifica*, Milano, Mondadori, 1976.
- Bocchi, G., Ceruti, M., Fabbri-Montesano, D., Munari, A. (eds), *L'altro Piaget. Strategie della genesi*, Milano, Emme Ed., 1983.
- Boi, L., *Geometries of nature, Living Systems And Human Cognition*, Singapore, World Scientific, 2005.
- Boi, L., *Morphologie de l'invisible*, Limoges, Presses univ. de Limoges, 2011.
- Boltzmann, L., *Über die Methoden der theoretischen Physik*, in Id., *Populäre Schriften*, Leipzig, J. A. Barth, 1905, pp. 1-10.
- Bordoni, S., *When Historiography met Epistemology. Sophisticated Histories and Philosophies of Science in French-speaking Countries in the Second Half of the Nineteenth Century*, Leyde/Boston, Ed. Brill, 2017.
- Bourbaki, N., *Éléments d'histoire des mathématiques*, Paris, Hermann, 1967.
- Boutroux, È., *Congrès International de Philosophie Mathématique*, “Revue de Métaphysique et de Morale”, Vol. XXII, n°5, 1914, pp. 571-580.
- Brenner, A., *Les origines françaises de la philosophie des sciences*, Paris, Puf, 2003.
- Brenner, A., Petit, A. (eds.), *Science, histoire et philosophie selon Gaston Milhaud. La constitution d'un champ disciplinaire sous la Troisième République*, Paris, Vuibert, 2009.
- Brenner, A. (ed.), *Les textes fondateurs de l'épistémologie française*, Paris, Hermann, 2015.
- Brunschvicg, L., *Les étapes de la philosophie mathématique*, Paris, Blanchard, 1974.
- Castellana, M., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard (1974)*, ora in Id., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard con due saggi inediti*, a cura di P. Console, Lecce, Milella, 2021.
- Castellana, M., *Razionalismi senza dogmi. Per una epistemologia della fisica-matematica*, Soveria Mannelli, Rubbettino, 2004.
- Castellana, M., *Il tetraedro storico-epistemologico*, in Enriques, F., Metzger, H., *Storia e struttura del pensiero scientifico*, a cura di M. Castellana, Manduria, Barbieri-Selvaggi, 2014, pp. 117-145.

- Castellana, M., *Su alcune armonie nascoste in Federigo Enriques: continuità/discontinuità*, in Alunni, C., André, Y. (eds.), *Federigo Enriques o le armonie nascoste della cultura europea. Tra scienza e filosofia*, Pisa, Edizioni della Normale, 2015, pp.53-80.
- Castellana, M., *Dal metodo storico-critico all'epistemologia genetica: Federigo Enriques e Jean Piaget*, postfazione a Piaget, J., *L'epistemologia genetica*, trad. it di F. Martinelli, Roma, Studium, 2016, pp. 173-201.
- Castellana, M., «*Sur une petite phrase de Riemann*». *Aspect du débat français autour de la «Reasonable Effectiveness of Mathematics»*, «Revue de Synthèse», Vol. 138, n°1-4, 2017, pp. 195-229.
- Castellana, M., *Alle origini della "nuova epistemologia". Il Congrès Descartes del 1937 (1992)*, ora in Id., *Federigo Enriques e la "nuova epistemologia"*, Lecce-Brescia, Pensa Multimedia, «Pensée des sciences», 2019.
- Castellana, M., *Federigo Enriques e la «nuova epistemologia»*, Lecce-Brescia, Pensa Multimedia, «Pensée des Sciences», 2019.
- Castellana, M., *L'impianto storico-epistemologico delle Voci*, in Castellana, M., Pompeo Faracovi, O. (eds.), *Oltre la matematica. Federigo Enriques e le Voci dell'«Enciclopedia Italiana»*, Roma, Treccani, 2019, pp. 3-12.
- Castellana, M., *Il contributo di Maximilien Winter alla «critique des sciences»*, in Winter, M., *Il metodo storico-critico per una nuova filosofia delle matematiche*, trad. it. di M. Castellana, Milano, Meltemi, 2020, pp. 9-85.
- Castellana, M., *Hélène Metzger : la grande oubliée de la pensée française au XXe siècle entre histoire et philosophie des sciences*, in Metzger, H., *Attraction universelle et religion naturelle chez quelques commentateurs anglais de Newton (1938)*, Paris, Hermann, 2020, pp. 297-338.
- Castellana, M., *Il dibattito in area francofona sul pensiero matematico e Kurt Gödel*, Roma, Studium, 2021.
- Ceruti, M., *La fine dell'onniscienza*, Roma, Studium, 2014.
- Cesi, F., *Il natural desiderio di sapere*, a cura di C. Vinti e A. Allegra, Città del Vaticano, Pontificia Academia Scientiarum, 2003.
- Châtelet, G., *Les enjeux du mobile. Mathématique, physique, philosophie*, Paris, Seuil, 1993.
- Cournot, A. A., *Essai sur les fondements de nos connaissances et sur les caractères de la critique philosophique*, Paris, Hachette, 1851, voll. I-II.
- D'Agostino, S., *A History of the Ideas of Theoretical Physics. Essays on the Nineteenth and Twentieth Century Physics*, Dordrecht, Kluwer Academic, 2000.
- Da Vinci L., *L'uomo e la natura*, a cura di M. De Micheli, Milano, Feltrinelli, 1982.
- Elkana, Y., *La rivoluzione scientifica come rivoluzione nella riflessività*, in La Vergata, A., Pagnini, A. (eds), *Storia della filosofia. Storia della scienza. Studi in onore di Paolo Rossi*, Firenze, La Nuova Italia, 1995, pp. 23-36.
- Enriques, F., *Un convegno di matematici e di filosofi*, "Il Marzocco", a. XIX, 8 marzo 1914, p. 2.
- Enriques, F., *Lezioni sulla teoria geometrica delle equazioni e delle funzioni algebriche*, Bologna, Zanichelli, 1915-1934, Voll. 1-4.
- Enriques, F., *Per la storia della logica*, Bologna, Zanichelli, 1922.
- Enriques, F., *Insegnamento dinamico*, "Periodico di Matematiche", s. IV, Vol. I., 1921, pp. 6-16.
- Enriques, F., *Storia del pensiero scientifico*, Bologna, Zanichelli, 1932.
- Enriques, F., *La signification de l'histoire de la pensée scientifique*, Paris, Hermann, 1934.
- Enriques, F., *Signification de l'histoire de la pensée scientifique*, "Bulletin de la Société Française de Philosophie", Vol. XXXIV, 1934, pp. 73-104.
- Enriques, F., *Introduzione a Galilei, G., Dialogo dei massimi sistemi*, Roma, Sandron, 1945.
- Enriques, F., *Problemi della scienza (1906)*, Bologna, Zanichelli, 1985.
- Enriques, F., Metzger, H., *Storia e struttura del pensiero scientifico*, a cura di M. Castellana, Manduria, Barbieri-Selvaggi, 2014.
- Geymonat, L., *Filosofia e filosofia della scienza*, Milano, Feltrinelli, 1960.
- Gonseth, F., *Entretiens de Zürich sur les fondements et la méthode des sciences mathématiques*, Zürich, Leeman, 1941.

- Israel, G., *Il positivismo critico di Federico Enriques nella filosofia scientifica del Novecento*, in Pompeo Faracovi, O., Speranza, F. (eds.), *Federigo Enriques. Filosofia e storia del pensiero scientifico*, Livorno, Books & Company, 1998, pp. 19-44.
- Lecourt, D., *La philosophie dans les sciences*, "Revue de Synthèse", Vol. 126, n°2, 2005, pp. 451-455.
- Lichnerowicz, A., *Leçon inaugurale faite le 3 décembre 1952*, Collège de France, Chaire de Physique mathématique, 1953.
- Longo, G., *Géométrie et cognition*, "Revue de Synthèse", Vol. 124, 2003.
- Metzger, H., *Les concepts scientifiques*, Paris, Alcan, 1926.
- Metzger, H., *Il metodo in storia delle scienze secondo Federigo Enriques (1935)*, in Id., *Il metodo filosofico nella storia delle scienze*, a cura di M. Castellana, Manduria, Barbieri-Selvaggi, 2009, pp. 147-153.
- Morin, E., *Le vie della complessità*, in Bocchi, G., Ceruti, M. (eds.), *La sfida della complessità*, Milano, Feltrinelli, 1985, pp. 49-60.
- Morin, E., *Introduction à la pensée complexe*, Paris, Seuil, 2005.
- Nastase, T., *Federigo Enriques e la civetta di Atene*, Pisa, Plus Pisa Univ. Press, 2010.
- Patras, F., *La pensée mathématique contemporaine*, Paris, Puf, 2001.
- Piaget, J., *Saggezza e illusioni della filosofia*, trad. it. di A. Munari, Torino, Einaudi, 1969.
- Piaget, J., *Psychologie et épistémologie. Pour une théorie de la connaissance*, Paris, Gontier-De-noël, 1970.
- Piaget, J., *Le scienze dell'uomo*, trad. it. di T. Achilli, Bari, Laterza, 1997.
- Piaget, J., *L'epistemologia genetica*, trad. it. di F. Martinelli, Roma, Studium, 2016.
- Poincaré, H., *Il valore della scienza*, trad. it. di G. Ferraro, Bari, Dedalo, 1992.
- Poincaré, H., *Scienza e metodo*, trad. it. di C. Bartocci, Torino, Einaudi, 1997.
- Polizzi, G., *Forme di sapere e ipotesi di traduzione. Materiali per una storia dell'epistemologia francese*, Milano, Franco Angeli, 1984.
- Polizzi, G., «*À toute fissure de compréhension s'introduit la production de son esprit*». *Il Leonardo di Valéry tra filosofia e scienza*, in Nanni, R., Sanna, A. (eds.), *Leonardo da Vinci. Interpretazioni e rifrazioni tra Giambattista Venturi e Paul Valéry*, Firenze, Olschki, 2012, pp. 125-154.
- Pont, J. C., Freland, L., Padovani, F., Slavinskaia, L.(eds.), *Pour comprendre le XIXe siècle. Histoire et philosophie des sciences à la fin du siècle*, Firenze, Olschki, 2007.
- Pont, J. C., *De l'absolu au relatif, destin du XIXe siècle*, in Pont, J. C., Freland, L., Padovani, F., Slavinskaia, L.(eds.), *Pour comprendre le XIXe siècle. Histoire et philosophie des sciences à la fin du siècle*, Firenze, Olschki, 2007, pp. IX-XLVIII.
- Reale, G., Antiseri, D., *Quale ragione?*, Milano, Cortina, 2001.
- Rosen, R., *Essays on Life Itself*, New York, Columbia University Press, 2000.
- Scarantino, L. M., *Federigo Enriques e l'Istituto Internazionale di Cooperazione Intellettuale*, in Pompeo Faracovi, O., Scarantino, L. M. (eds.), *Federigo Enriques. Matematiche e filosofia. Lettere inedite. Bibliografia degli scritti*, Livorno, Belforte, 2001, pp. 45-52.
- Schlick, M., *Teoria generale della conoscenza (1918)*, trad. it. a cura di E. Palombi, Milano, Franco Angeli, 1986.
- Toth, I., «*Come diceva Filolao il Pitagorico...*». *Filosofia, geometria, libertà*, in Pompeo Faracovi, O., Scarantino, L. M., *Federigo Enriques. Matematiche e filosofia. Lettere inedite. Bibliografia degli scritti*, Livorno, Belforte, 2001, pp. 52-83.
- Vaihinger, H., *La filosofia del come se*, trad. it. di F. Voltaggio, Roma, Ubaldini, 1967.
- Valéry, P., *Introduction à la méthode de Léonard*, in Id., *Ceuvres*, a cura di J. Hytier, Paris, Gallimard, 1957-60, voll. I-II.
- Vogel, C. (ed.), *Valéry et Léonard : le drâme d'une rencontre. Génèse de l'Introduction à la méthode de Léonard*, Frankfurt am Maine, Peter Lang, 2007.
- Winter, M., *Il metodo storico-critico per una nuova filosofia delle matematiche*, trad. it. di M. Castellana, Milano, Meltemi, 2020.
- Witkowski, L., *Il caso Enriques (alle radici del neorazionalismo e della strategia genetica nell'epistemologia del '900)*, "Annali della Facoltà di Lettere e Filosofia dell'Università degli Studi di Perugia", Vol. XXIII, 1985/86, pp. 101-126.

- Witkowski, L., *The Philosophy of Science in Italy and the critical rationalism in Europe*, in Minazzi, F., Zanzi, L. (eds.), *La scienza tra filosofia e storia in Italia nel Novecento*, Roma, Istituto Poligrafico Zecca dello Stato, 1987, pp. 385-421.
- Witkowski, L., *Le trasformazioni e le loro dominanti tra dinamica e struttura delle processualità*, "Idee", nuova serie, n. 1-2, 2021, pp. 219-246.
- Zalamea, F., *Philosophie synthétique de la mathématique contemporaine*, tr. fr. di C. Alunni, Paris, Hermann, 2018 [*Synthetic Philosophy of Contemporary Mathematics*, Falmouth-New York, Urbanomic-Sequence, 2012]



**Gerardo Ienna**

**Corrationalisme :**

***La dimension sociale de l'épistémologie bachelardienne\****

*Le caractère social de la science – nous l'avons dit bien des fois – est désormais un caractère fondamental de la science contemporaine*

Bachelard  
*Materialisme rationnel*

*Objectivité rationnelle, objectivité technique, objectivité sociale sont désormais trois caractères fortement liés. Si l'on oublie un seul de ces caractères de la culture scientifique moderne, on entre dans le domaine de l'utopie.*

*Une philosophie des sciences qui ne veut pas être utopique doit essayer de formuler une synthèse de ces trois caractères.*

Bachelard  
*L'activité rationaliste de la physique contemporaine*

## **I) Introduction<sup>1</sup>**

La particularité de l'épistémologie bachelardienne – et de l'épistémologie historique en général – consiste à avoir élaboré une philosophie en mesure de refléter

\* Ce projet a été financé par le programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre de mon projet de recherche Marie Skłodowska-Curie Global Fellowship (MISHA, Horizon 2020 ; GA : 101026146) actuellement en cours à l'Università di Verona et à l'University of Maryland. Une première version de cet essai a été publiée en italien dans le volume suivant : Castellana, M. *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard*, Lecce, Milella, 2021 (a cura di Pietro Console).

<sup>1</sup> Malgré la distance géographique qui aurait pu représenter un "obstacle" – si ce n'est épistémologique, du moins au niveau de l'échange intellectuel –, Mario Castellana a eu la patience de suivre – dès les années précédant ma Maîtrise – mon travail de jeune chercheur. Je dédie cet essai à Mario Castellana qui, bien qu'à distance, m'a toujours accueilli et considéré comme l'un de ses étudiants, et à qui j'ai toujours reconnu le statut de véritable maître. En-dehors de Mario Castellana je voudrais également remercier, d'un côté, Charles Alunni auquel je dois aussi nombre de mes réflexions et qui a eu l'amicale patience de traduire ce texte et, de l'autre, Massimiliano

Bachelard Studies / Études Bachelardiennes / Studi Bachelardiani, nn. 1-2, 2022 • Mimesis Edizioni, Milano-Udine Web: [mimesisjournals.com/ojs/index.php/bachelardstudies](https://mimesisjournals.com/ojs/index.php/bachelardstudies) • ISSN (online): 2724-5470 • ISBN: 9788857594941 • DOI: 10.7413/2724-5470055 © 2022 – MIM EDIZIONI SRL. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-4.0).



de manière originale ladite “crise”<sup>2</sup> de la raison scientifique<sup>3</sup>. Cette réflexion n’a cependant pas conduit – comme ce fut le cas pour cette branche aujourd’hui généralement définie comme “philosophie analytique” – à la tentative de réagir à cette “crise” en recherchant un principe unificateur dans un hypothétique langage logique commun à toutes les sciences. Tout au contraire, l’épistémologie historique a plutôt fondé ses analyses sur la prise de conscience de l’aspect intrinsèquement fragmentaire de la raison scientifique. Plutôt que d’éluder cette problématique à travers la recherche de principe unificateurs *a priori*, elle s’est au contraire posé pour tâche de réfléchir sur les sciences, précisément à partir de leur caractère constamment “pluriel”.

Dans son *Il surrazionalismo*, Mario Castellana a très justement indiqué le caractère structuraliste “ante litteram” de l’épistémologie bachelardienne : « L’attitude dialectique assure dans la problématique bachelardienne une *méthode authentiquement structurale sans structuralisme*, en ce sens que tout son travail conduit non seulement à la découverte, mais à la construction de structures véritablement épistémiques »<sup>4</sup>. En ce sens, le programme épistémologique bachelardien se déploie tantôt sur un axe d’analyse “synchronique”, tantôt sur un axe d’analyse “diachronique”<sup>5</sup>.

D’un point de vue diachronique – tout particulièrement dans le cadre de la réception de l’épistémologie bachelardienne –, la fragmentation de la raison scientifique advient en en soulignant les discontinuités historiques qui marquent les étapes du développement du savoir scientifique. Nonobstant le concept de *rupture épistémologique* qui fut adopté par Bachelard pour décrire la nécessaire prise de distance que la science se devait d’opérer à l’égard du “sens commun”, elle fut par la suite interprétée comme une rupture de type historique<sup>6</sup>. En même temps

Badino et Pietro Daniel Omodeo pour les recherches que nous sommes en train de mener sur la *Social and Political Epistemology*.

<sup>2</sup> Sur la centralité de la “crise” dans la genèse de l’épistémologie de Bachelard, voir Castellana, M., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard*, Napoli, Glauk, 1974, p. 133-134.

<sup>3</sup> Parmi les différentes interprétations des réactions à une telle crise, je suggère tout particulièrement celle offerte par Castelli-Gattinara (dans Castelli-Gattinara, E., *Epistemologia e storia : un pensiero all’apertura nella Francia fra le due guerre mondiali*, Milano, Franco Angeli, 1996) focalisée sur la thématique de la double articulation entre épistémologie et histoire, ainsi que celle de Critchley (Critchley S., « What is continental philosophy ? », *International Journal of Philosophical Studies*, vol 5, n° 3, 1997, pp. 347-363) et de Gutting (Gutting G., « Continental philosophy and the history of science », in Cantor, G. N., Christie, J. R., Hodge, M. J. S., Olby, R. C. (eds.), *Companion to the history of modern science*, London, Routledge, 2006) où est focalisée l’attention sur l’émergence de la différence entre philosophie analytique et philosophie continentale. Sur ce dernier point, voir en outre les essais de Castellana et de Polizzi qui remontent aux origines de cette bifurcation qu’on peut dater de la confrontation qui eut lieu à deux congrès tenus à Paris en 1935 et 1937 (Castellana, M., *Alle origini della nuova epistemologia: il Congresso Descartes del 1937*, Lecce, Il Protagora, 1990 ; Polizzi, G. (ed.) *La filosofia scientifica a congresso: Parigi 1935*, Livorno, Belforte editore libraio, 1982).

<sup>4</sup> Castellana, M., *op. cit.*, p. 150.

<sup>5</sup> Castellana, M., *ibidem*, p. 150-162.

<sup>6</sup> C’est avant tout à l’interprétation de la pensée bachelardienne à la lumière de la pensée d’Alexandre Koyré que nous devons à Georges Canguilhem, à Louis Althusser et à leurs élèves et collaborateurs pour une telle lecture.

cependant, on ne saurait nier une certaine prise de position de Bachelard à l'égard de la position *continuiste* qui avait été défendue par certains de ses prédécesseurs comme Pierre Duhem, Émile Meyerson ou Abel Rey. De ce point de vue, l'œuvre de Bachelard a marqué une étape fondamentale dans l'épistémologie et l'histoire de la science contemporaine, de par sa contribution au débat opposant *continuisme* et *discontinuisme*.

Un second lieu thématique, décidément beaucoup moins analysé dans la littérature critique, touche par contre à l'étude des particularités épistémologiques caractérisant les formes spécifiques de rationalisme de chaque science individuelle. Aussi bien Bachelard que l'épistémologie historique en général ont caractérisé – d'un point de vue synchronique – la pluralité intrinsèque des principes épistémologiques qui caractérisent les sciences – raison pour laquelle elles sont toujours déclinées au pluriel. Cette deuxième forme de fragmentation de la raison scientifique prend ainsi le nom de *régionalisme épistémologique*.

L'épistémologie historique a donc pris conscience de la fragmentation de la raison scientifique, d'un côté sur un plan historico-diachronique, et de l'autre sur le plan de la pluralisation régionale de ses principes épistémiques. À côté de ces aspects, le dernier élément à considérer est la dimension intrinsèquement sociale et politique de la connaissance. Dans cet essai, nous nous proposons de mettre en évidence le rôle joué par la notion de *Corrationalisme* – largement sous-évalué par la littérature existante – dans l'économie de la complexité traitée par l'épistémologie bachelardienne.

Souligner le caractère *social* de l'épistémologie historique prend aujourd'hui une certaine urgence et une certaine importance à l'égard d'au moins deux débats intellectuels relativement récents : le premier est relatif aux mêmes enjeux qui sous-tendent la structuration et l'utilisation contemporaine de l'étiquette "épistémologie historique" ; et le second a plutôt à voir avec le champ nouvellement créé de la *Social epistemology*.

Dans un article paru en 2010 dans la *Revue de synthèse*, Yves Gingras a tenté de mettre en échec l'étiquette intellectuelle *historical epistemology* en diagnostiquant ce que seraient – à son avis – les aspects pathologiques de l'utilisation de ce terme (en se référant tout particulièrement au groupe de chercheurs du *Max Planck Institut* de Berlin). L'élément intéressant contenu dans cet article – nonobstant sa lacunaire recherche historiographique et la faiblesse de certains de ses arguments<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Nous tenons à signaler qu'à notre avis l'argumentation élaborée par Gingras dans ce texte est faible et n'entache en rien le programme intellectuel développé par le *Max Planck Institut* de Berlin. Gingras adopte une stratégie argumentative qui a pour but de remettre en question dans un premier temps l'existence même de l'étiquette d'"*Historical Epistemology*" par le truchement de la "redécouverte" d'une épistémologie historique bien antérieure et d'origine française (Bachelard, Canguilhem, Althusser et Foucault). En ce sens, sur la base d'une méthodologie tirée de Bourdieu et de Jean-Claude Passeron (mais également, et de manière sous-jacente, du Hacking de *Social Construction of What ?*), Gingras a l'intention dans un premier temps de reconstruire la genèse et la circulation internationale de cette étiquette d'épistémologie historique. Cette dernière tâche n'est pas menée à terme, et la recherche historiographique sur laquelle se fonde sa reconstruction est totalement lacunaire (pour un approfondissement de ce thème, voir Ienna G., *Genesi e sviluppo*

– tient dans sa tentative de rapprocher la tradition de l'épistémologie historique de la *sociologie historique de la connaissance* (et des sciences en particulier) de type durkheimien et bourdieusien.

Souligner la dimension sociale de l'épistémologie historique est un enjeu relatif aux débats internationaux les plus contemporains dans le domaine épistémologique. À partir du milieu des années '80 s'est progressivement développée une nouvelle branche de recherches appelée *Social Epistemology*<sup>8</sup>. Il s'agit là d'un domaine de recherches consacré à l'analyse de la dimension sociale de la connaissance.

En soulignant comment l'épistémologie de Bachelard était déjà consciente de la nécessité de reconnaître une dimension collective de la production de la connaissance scientifique, il est dans notre intention de mettre en évidence comment la cristallisation des frontières disciplinaires – qui opposent l'épistémologie à l'analyse de type sociologique – est absolument préjudiciable au développement des études portant sur la science. Au cours du XX<sup>ème</sup> siècle se sont en effet consolidées

*dell'epistemologia storica. Fra epistemologia, storia e politica*, Lecce, PensaMultimedia, 2023 [in corso di pubblicazione] e cf. Omodeo P.D., Ienna G., Badino M., *Lineamenti di Epistemologia Storica. Correnti e temi*, Berlino, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, 2021 ; Badino, M., Ienna, G. e Omodeo, P. D., *Epistemologia storica. Correnti, temi e problemi*, Roma, Carocci). En outre, il n'est pas du tout clair de voir comment à partir de la mise en évidence "d'utilisations antérieures d'une étiquette" il devrait en dériver un affaiblissement du programme intellectuel des Berlinoïses (pratiquement considérés comme un bloc unique sans, par exemple, l'analyse des différents positionnements, du moins entre Lorraine Daston, Jürgen Renn et Hans-Jörg Rheinberger). Dans un deuxième temps, il remet en question le fait que le programme développé par les Berlinoïses concerne bien plus l'"histoire de la science" que l'"épistémologie historique". Dans cette dernière prise de position, Gingras commet l'erreur d'interpréter le rôle de l'"histoire de la science" dans le programme de l'épistémologie historique comme purement "ancillaire" et non constitutive de ce même programme. En outre, il tend ainsi à reproduire la structure légitimée des divisions disciplinaires dans le domaine scientifique. Enfin, l'auteur opère un échange du focus de l'analyse en passant de la reconstruction de l'émergence de l'étiquette "épistémologie historique" à la recherche des critères qui pourraient représenter le canon méthodologique d'un tel programme intellectuel. À ce propos, Gingras radicalise d'autant plus le processus de "recherche des précurseurs" en soutenant que le noyau de recherche authentique enfermé sous l'étiquette d'"épistémologie historique" – sous ses différents déclinaisons linguistiques – serait déjà entièrement contenu dans la sociologie de la connaissance proposée par Mauss et Durkheim dans leurs études sur les formes de classification. À cet égard, Gingras élabore ensuite une ligne généalogique qui, de Comte, en passant par Mauss et Durkheim, arrive à la sociologie de Bourdieu où s'accomplirait dans son intégralité le programme d'une sociologie historique des sciences. Dans l'argumentation de Gingras, il devrait en dériver une invalidation – parce qu'absolument futile – du projet même d'une épistémologie historique (qu'elle soit française ou d'une tout autre nationalité). Nous considérons cette argumentation comme absolument insuffisante et inefficace. Quant à la reconstruction des sources historiques sur lesquelles se fonde Gingras, elles sont tout simplement totalement lacunaires.

<sup>8</sup> Par convention, on a l'habitude de situer le moment de la naissance effective du champ de la *Social Epistemology* en 1987. Cette année-là, Frederik Schmitt a dirigé un numéro monographique de la revue *Erkenntnis* explicitement consacré à la *Social Epistemology*. Avaient participé à ce numéro spécial tous ceux qui allaient devenir les années suivantes les représentants des deux principales orientations de la *Social Epistemology* : Alvin I. Goldman (issu de la philosophie analytique) et Steve Fuller (s'inscrivant plutôt dans le cadre des *Science and Technology Studies*). Pour une reconnaissance générale, voir Ienna, G. (2021) « Dalla Social alla Political Epistemology. Nuove prospettive in epistemologia e storia della scienza », *Studi Culturali*, 18, 3, pp. 531-542.

des oppositions disciplinaires comme par exemple entre la *sociologie de la science* de matrice mertonienne, l'épistémologie historique française, la *Sociology of Scientific Knowledge* de Bloor, Barnes, Shapin, Collins etc., la tradition épistémologique de la philosophie analytique, la tradition poppérienne, etc. Le ressort de notre analyse est plutôt de trouver une alternative disciplinaire qui permette de dépasser la brèche qui s'est instaurée entre l'approche anhistorique et véritiste et l'approche relativiste et post-moderne.

Il s'agit donc de repartir de la philosophie bachelardienne – ou comme le formuleraient Castellana non-bachelardienne ou méta-bachelardienne<sup>9</sup> – afin de refonder les recherches actuelles dans le champ des études sur la science. Sous le signe du plus authentique *matérialisme rationnel*<sup>10</sup> d'inspiration bachelardienne ou d'un *rationalisme réaliste* proposé par Bourdieu<sup>11</sup>, ce texte appartient à un plus ample projet de recherche visant à construire un authentique dialogue interdisciplinaire dans le cadre des études sur la science et en mesure de faire émerger le *caractère constamment appliqué de la rationalité*. Son objectif le plus spécifique est de légitimer l'épistémologie historique, et tout particulièrement l'épistémologie de Gaston Bachelard, au sein d'un mouvement de *socialisation de l'épistémologie*. Il s'agit par conséquent de mettre l'épistémologie bachelardienne au ban d'essai du domaine contemporain de la *Social Epistemology*.

## II) L'épistémologie non-cartésienne

L'un des rares points communs aux différentes orientations théoriques de la *Social Epistemology* élaboré tout particulièrement par Goldman et Fuller est la prise de distance à l'égard du modèle épistémologique classique "subjectiviste". Ces deux auteurs présentent leur position comme étant "innovante" eu égard aux versions consolidées de l'épistémologie classique, qu'elle soit analytique ou continentale. La stratégie dialectique élaborée par Fuller consiste à soutenir une intégration nécessaire de l'épistémologie classique aux résultats obtenus par la *Sociology of Scientific Knowledge* et, de manière plus générale, au domaine des *Science and Technology Studies*<sup>12</sup>. Goldman de son côté se donne plutôt pour objectif de dépasser la dimension individualiste qui est au fondement de l'épistémologie traditionnelle de la philosophie analytique<sup>13</sup>. Malgré les différences importantes de leurs orientations respectives<sup>14</sup>, leur référence polémique principale est l'approche subjectiviste de l'épistémologie cartésienne. La théorie de la connaissance contem-

<sup>9</sup> Castellana, M., *op. cit.*, p. 170.

<sup>10</sup> Bachelard, G., *Le matérialisme rationnel*, Paris, Presses universitaires de France, 1953.

<sup>11</sup> Bourdieu, P., *Science de la science et réflexivité*, Paris, Raison d'agir, 2001.

<sup>12</sup> Fuller, S., *Social epistemology*, Bloomington & Indianapolis, Indiana University Press, 2002.

<sup>13</sup> Goldman, A., *Knowledge in a social world*, Oxford, Oxford University Press, 1999.

<sup>14</sup> Issu de la tradition de la philosophie analytique, Goldman adopte une posture normative en épistémologie – ou l'on entend par épistémologie la théorie générale de la connaissance. À l'opposé de Fuller, de formation interdisciplinaire et plus proche de la tradition continentale – qui adopte un modèle épistémologique descriptiviste des modèles de production de connaissance.

poraine manifeste la nécessité d'abandonner cette image onirique qu'on trouve au début de la seconde partie du *Discours de la méthode* du philosophe solitaire – à la recherche de critères méthodologiques permettant d'établir la certitude ou pas de ses propres connaissances – enfermé dans une pièce chauffée par un grand poêle : « je demeurais tout le jour enfermé seul dans un poêle, où j'avais tout loisir de m'entretenir de mes pensées »<sup>15</sup>.

Cette position vouée à mettre en lumière la dimension sociale de la production de connaissance n'est certes pas une nouveauté et elle a connu d'insignes "précurseurs"<sup>16</sup> avec des auteurs comme Auguste Comte, Émile Durkheim, Marcel Mauss, Ludwik Fleck, Boris Hessen et bien d'autres. Comme nous l'avons anticipé, il est possible de retrouver un clair précédent de ce point de vue dans le programme épistémologique de Bachelard qui avait déjà fait l'hypothèse d'une conception philosophique *non-cartésienne*<sup>17</sup>. Notre objectif est de légitimer la présence de l'orientation théorique assumée par la philosophie bachelardienne et de l'épistémologie historique au cœur de ce débat intellectuel.

Comme l'a souligné Castellana, la *philosophie du non* bachelardienne ne représente pas le premier moment d'une négation de la négation – sur les traces du modèle hégélien – mais possède le caractère d'une négation déjà immédiatement positive, à savoir celui d'une *généralisation dialectique* : « La dialectique, ou *philosophie du non*, caractérise les diverses constructions scientifiques et les concilie ; ainsi toutes les théories contemporaines englobent les précédentes »<sup>18</sup>. Bachelard a en effet soutenu que : « La généralisation par le non doit inclure ce qu'elle nie »<sup>19</sup>.

Bachelard esquisse sa conception *non-cartésienne* de l'épistémologie dès 1934 dans son ouvrage *Le Nouvel esprit scientifique*, en passant par son dialogue avec Ferdinand Gonseth, puis par *La Philosophie du non* etc., pour parvenir en 1949 à en donner des formulations plus tardives dans *Le Rationalisme appliqué* déjà cité, puis dans *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine* et dans le *Matérialisme rationnel*<sup>20</sup>. Comme cela arrive avec d'autres notions typiques de la pensée

ce dans les sciences – où par épistémologie on entend philosophie de la science ou théorie de la connaissance scientifique.

<sup>15</sup> Descartes, R., *Discours de la méthode*, Gilson É. (ed.), Paris, Vrin, 1937, II, p. 10-12.

<sup>16</sup> J'utilise volontairement le terme de "précurseur" très précisément pour son caractère théorique problématique dans l'économie d'une méthodologie historiographique. Si d'un côté Canguilhem et Koyré ont pu souligner la valeur néfaste de cette catégorie historiographique, de l'autre ce concept a le mérite de mettre l'accent sur le processus par lequel s'opère un processus de légitimation de programmes intellectuels actuels par référence symbolique aux programmes précédents. Il s'agit de mettre en lumière les processus à travers lesquels sont socialement construites les figures des précurseurs – pour paraphraser une célèbre expression –, ces nains qui recherchent les épaules de géants sur lesquelles s'appuyer pour légitimer la validité de leur positionnement intellectuel.

<sup>17</sup> Bachelard, G., *La Philosophie du non* [1940], Paris, Presses universitaires de France, 1966.

<sup>18</sup> Cf. Castellana, M., *Il surrazionalismo*, op. cit., p. 146).

<sup>19</sup> Bachelard, G., op. cit., p. 137.

<sup>20</sup> La notion d'épistémologie non-cartésienne est bien plus complexe que ce que nous pouvons en résumer dans ces pages. Pour un approfondissement de l'évolution et du processus de définition progressive de ce concept voir l'essai intéressant de Vincent Bontems (Bontems, V., « Le "non-cartésianisme" ». La méthode non-cartésienne de Gaston Bachelard et Ferdinand



bachelardienne, ici aussi, dès les premières formulations du concept d'épistémologie non-cartésienne, sont déjà contenues *in nuce* les réflexions plus tardives auxquelles l'auteur parviendra par un travail progressif de finition et de perfectionnement de ses propres dispositifs conceptuels<sup>21</sup>.

Le caractère essentiel de l'épistémologie *non-cartésienne* de Bachelard tient dans le refus absolu d'une applicabilité au cas de la science du critère de certitude obtenu grâce à l'évidence initiale et inconditionnée du *cogito ergo sum*. « Dans le chapitre que nous consacrerons à l'épistémologie non-cartésienne, nous essaierons de caractériser cette pensée par la perturbation dont nous voyons ici affirmée la clarté *a priori*. En gros, cette pensée consiste à immobiliser la perspective de la clarté intellectuelle, à imaginer que le plan des pensées les plus claires se présente toujours le premier, que ce plan doit rester le plan de référence et que toutes les autres recherches s'ordonnent à partir du plan de la clarté primitive »<sup>22</sup>.

Au contraire, comme Bachelard l'avait déjà soutenu dès ses tous premiers travaux, la connaissance scientifique est toujours approchée<sup>23</sup> et caractérisée par une *valeur inductive des mathématiques*<sup>24</sup>. Grâce à sa notion de *phénoménotecnique* – corrélat essentiel d'une telle approche –, Bachelard définissait l'objet scientifique comme étant le fruit d'une construction technico-mathématique conduisant à une *réalisation*<sup>25</sup> du réel *nouménique décidément plus riche que sa dimension phénoménique*<sup>26</sup>. Dans *Le Matérialisme rationnel*, il avait soutenu que « la science n'a pas la philosophie qu'elle mérite »<sup>27</sup>. Son diagnostic était des plus clairs : les philosophes n'ont pas réussi à rendre compte des caractéristiques de la raison scientifique, car leur position consistait à en rechercher les conditions *a priori*. Les objectifs polémiques bachelardiens sont dans ce cas Descartes – qui se satisfait du *cogito ergo sum* pour fonder la science –, ainsi que l'apriorisme kantien. Le savant lui-même « ne revendique pas, comme il pourrait le faire, l'extrême dignité philosophique de son labeur incessant, il ne met pas en valeur le sens philosophique des révolutions psychiques qui sont nécessaires pour vivre

Gonseth » in Kolesnik-Antoine D. ed., *Qu'est-ce qu'être cartésien ?*, Paris, Ens Éditions, 2010). En ce qui nous concerne, nous nous limiterons à signaler les corrélations avec le *corrationalisme*.

<sup>21</sup> Voir à ce propos certains exemples relatifs à d'autres dispositifs conceptuels bachelardiens : Alunni, C., « Bachelard encore et encore », in Bachelard, G., *Métaphysique des mathématiques*, Paris, Hermann, « Pensée des sciences », 2021, pp.7-22 ; Ienna G., « Materialismo tecnico. Fra fenomenotecnica ed epistemologia regionali », in Donatiello, P., Galofaro, F., Ienna, G. (eds), *Natura Constructa et fenoménotecnica. Spinozisme et pensée des mathématiques chez Gaston Bachelard*, in Braunstein, J.-F., Vagelli, M., Moya Diez, I. eds., *Études sur l'épistémologie historique : commencements et enjeux actuels*, Paris, Publications de la Sorbonne, 2019.

<sup>22</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique* [1934], Paris, Presses universitaires de France, 1968, p. 37

<sup>23</sup> Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée* [1927], Paris, Vrin, 1986.

<sup>24</sup> Bachelard, G., *La Valeur inductive de la relativité* [1929], Paris, Vrin, 2014.

<sup>25</sup> Dans cette perspective, le vecteur épistémologique va toujours du rationnel au réel, raison pour laquelle Bachelard le définit comme « Réalisant ».

<sup>26</sup> Cf. Ienna, G., *Materialismo tecnico. Fra fenomenotecnica ed epistemologia regionali*, cit.

<sup>27</sup> Bachelard, G., *Le Matérialisme rationnel*, op. cit., p. 20

l'évolution d'une science particulière »<sup>28</sup>. La philosophie doit par contre s'efforcer d'être en adéquation avec l'évolution constante des sciences. Dans la *Philosophie du non*, l'auteur avait souligné le fait que « La science instruit la raison. La raison doit obéir à la science, à la science la plus évoluée, à la science évolutive »<sup>29</sup> d'où se déduit également le caractère intrinsèquement historique de ce modèle épistémologique. La tâche de la philosophie est de traduire dans des catégories conceptuelles adéquates *le nouvel esprit scientifique*<sup>30</sup>. De fait, pour le Bachelard de l'ouvrage *Le Nouvel esprit scientifique* c'est plutôt la science qui crée de la philosophie que l'inverse<sup>31</sup>. La tâche de la philosophie n'est pas de déterminer le "devoir être" des sciences. Celles-ci existent, travaillent et produisent leurs résultats indépendamment de la philosophie. C'est bien plutôt au fait de rendre raison de l'activité rationaliste des sciences particulières que la philosophie devrait se mesurer.

Par conséquent, il ne s'agit plus pour Bachelard d'analyser *a priori* les conditions du savoir scientifique, et encore moins de parvenir à analyser les seuls résultats scientifiques, que d'observer la science en acte. Il s'agit là d'un passage épistémologique fondamental de l'étude de la « science faite » à celle de « la science en train de se faire »<sup>32</sup>. L'objectif de Bachelard est de dépasser les dichotomies classiques internes à la philosophie traditionnelle de la connaissance comme celles qui voient s'opposer *réalisme* et *idéisme*, *empirisme* et *conventionnalisme*, *positivisme* et *formalisme*. Comme nous l'avons vu dans le cas de la *Social Epistemology*, ces oppositions tenaillent encore le champ épistémologique contemporain et rendent encore plus actuelle l'épistémologie bachelardienne qui, au moins de ce point de vue, a trouvé dans ses continuateurs contemporains Bourdieu<sup>33</sup> et Hacking<sup>34</sup> ceux qui ont tenté de se démarquer de l'opposition vérité/relativisme.

Bachelard baptise ainsi son approche comme étant un *rationalisme appliqué* ou un *matérialisme technique*<sup>35</sup>. Par ces concepts, l'auteur veut précisément re-

<sup>28</sup> *Ibidem*.

<sup>29</sup> BACHELARD, G., *La Philosophie du non*, Paris, *op. cit.*, p. 144.

<sup>30</sup> Sur ce point, voir Castellana, M., « Gaston Bachelard e il concetto di filosofia spontanea », in Bonicalzi, F. et Vinti, C. eds., *Ri-cominciare. Percorsi e attualità dell'opera di Gaston Bachelard*, Milano, Jaca Book, 2004 pp. 240-241.

<sup>31</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, *op. cit.*, p. 4.

<sup>32</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, *op. cit.*, p. 10.

<sup>33</sup> Cf. Bourdieu, P., *Science de la science et réflexivité*, *op. cit.*

<sup>34</sup> Cf. Hacking, I., *The social construction of what*, Cambridge Mass. & London, Harvard university press, 1999 ; Hacking, I., *Historical ontology*, Cambridge Mass & London, Harvard University Press, 2002 (trad. it., *Ontologia Storica*, Edizioni ETS, Pisa, 2010). Hacking, I., *Scientific Reason*, Taipei, National Taiwan University Press, 2009 (trad. it. *La ragione scientifica*, Roma, Castelvecchi, 2017).

<sup>35</sup> Les deux termes sont pour Bachelard absolument équivalents. Comme on peut le voir plus bas sur la figure 1, il s'agit là de deux expressions qui représentent le même point médiant, point qui est intermédiaire entre les extrêmes épistémologiques. Ces noms signalent ainsi deux accentuations différentes déterminées par le point de départ du vecteur. En 1953, il intégrera le *matérialisme technique* et le *rationalisme appliqué* dans l'expression unitaire de *matérialisme rationnel*.



présenter le caractère *dialectique* de la raison : une raison ouverte et en mouvement permanent par laquelle « accéder rationnellement à la réalité en dévoilant la structure complexe »<sup>36</sup>. Ce n'est qu'avec la publication de l'ouvrage *Le Rationalisme appliqué* que Bachelard met en corrélation directe la dimension *non-cartésienne* de son épistémologie et une analyse de la sphère de co-production de la connaissance scientifique.

Ce dernier est un texte que nous considérons comme absolument central dans la production bachelardienne, car il contient l'une des dernières – et des plus complètes – formulations du concept de rationalisme qui ont caractérisé l'œuvre de l'auteur par la mise en relation de la *rupture épistémologique* (chap. VI), du *régionalisme épistémologique* (chap. VII-X), du *corrationalisme* (chap. III), et de la *Vigilance intellectuelle* (chap. IV).

### III) Fonder le Corrationalisme. Du Cogito au Cogitamus

C'est très exactement dans ce contexte que se situe la description du caractère *corrationalnel* du *rationalisme appliqué*<sup>37</sup>. Une fois la raison scientifique fragmentée en des spécificités régionales variées, et selon des discontinuités diachroniques, Bachelard voit dans la dimension sociale de la science le fondement de la *rationalité dialectique*. Pour ce faire, il prend une fois de plus ses distances à l'égard du modèle de l'épistémologie cartésienne et subjectiviste, jugée par lui comme absolument insuffisante pour la description des dynamiques de fonctionnement de la production du savoir scientifique.

Si l'on suit l'état d'esprit de l'activité scientifique dans sa constante opérativité « en train de se faire »<sup>38</sup>, il semble évident pour Bachelard qu'il ne s'agit aucunement d'une entreprise accomplie par des hommes solitaires. C'est dans *Le Rationalisme appliqué* qu'est ajouté un élément important du caractère *non-cartésien de l'épistémologie* bachelardienne qui est inédit dans les textes précédents. L'activité scientifique est une entreprise collective, et sur cette ligne de pensée l'auteur propose un dépassement du *cogito* cartésien par un *cogitamus*.

Comme on l'a largement souligné, Bachelard a été un lecteur de la phénoménologie husserlienne et c'est dans un rapport dialectique avec elle qu'il a construit certains de ses dispositifs les plus célèbres comme celui de *phénoménotecnique* (qui corrigeait la naïve phénoménologie des philosophes) et d'épistémologies régionales (opposées aux ontologies régionales)<sup>39</sup>.

Même dans le cas du *corrationalisme*, Bachelard se mesure à la philosophie husserlienne. Ici, c'est au problème de l'*intersubjectivité* – exposé dans la dernière des *Méditations cartésiennes* – que l'épistémologue français fait référence : « L'acte d'enseigner ne se détache pas aussi facilement qu'on le croit de la conscience de

<sup>36</sup> Bonicalzi, F., *Leggere Bachelard. Le ragioni del sapere*, Milano, JacaBook, 2007, p. 31.

<sup>37</sup> Cf. Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué, op. cit.*, chap. III.

<sup>38</sup> *Ibidem*, p. 9.

<sup>39</sup> Cf. Ienna, G., *Materialismo tecnico. Fra fenomenotecnica ed epistemologie regionali, op.cit.*

savoir, et précisément quand il nous faudra assurer l'objectivité du savoir par un appui dans la psychologie d'intersubjectivité, nous verrons que le rationalisme enseignant réclame l'application d'un esprit sur un autre »<sup>40</sup>.

Comme on pourra le noter, la question de l'*intersubjectivité* est posée en tout premier lieu par Bachelard en termes de pédagogie du savoir scientifique<sup>41</sup>. Il ne s'agit plus de posséder les critères pour déterminer la certitude subjective *a priori* (et suivant le modèle du *cogito* cartésien), mais bien plutôt de poser le problème de l'objectivité scientifique relativement à la dimension, à la fois collective et historique, de la circulation du savoir.

Pour le Husserl des *Méditations cartésiennes* et de *La Crise des sciences européennes*, la possibilité de l'existence d'une forme quelconque d'idéalité repose sur la structure même de la conscience. Le moment crucial est le moment où quelque chose est vécu, et les vécus de conscience sont soumis au mécanisme de la temporalité. Avec la rétention, il est possible d'entretenir le vécu dans son *présent vivant*. Quelque chose peut réveiller le vécu ; il existe par conséquent la possibilité de la remémoration qui présentifie quelque chose qui s'était éloigné. Ici nous avons la première forme d'objectivation. Ce qui a été remémoré, réveillé, est comparé à quelque chose de présent. Il y a donc une coïncidence entre ces deux moments (s'il n'en était pas ainsi, il n'y aurait qu'un flux continu de conscience). C'est seulement s'il y a quelque chose de retenu et de souvenu qu'apparaît la possibilité de mettre en rapport deux choses. C'est le moment où se constitue la première forme d'idéalité (je dispose de quelque chose que je puis reproduire de manière illimitée) qui n'est pour le moment qu'intrapsychique (mais pas encore intersubjective). La possibilité de reproduction est la constitution de l'idéalité ainsi que de la variation éidétique (ou variation imaginative). Pour Husserl, le premier pas pour s'approcher de la question de la dimension *intersubjective* est de reconnaître le pôle égologique comme intrinsèquement pluriel, à la lumière des processus de remémoration et de présentification.

Par analogie, Bachelard suit le trajet husserlien en caractérisant la structure dialoguée interne au sujet de la connaissance scientifique : « Penser, c'est précisément placer l'objet de pensée devant ce *sujet divisé* dont nous venons d'indiquer la structure dialoguée »<sup>42</sup>. Le sujet scientifique est en fait divisé en son intériorité en « un sujet contrôlé et un sujet contrôlant »<sup>43</sup> qui représente la dimension

<sup>40</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, op. cit., p. 12.

<sup>41</sup> Pour renvoyer à l'économie interne du *Rationalisme appliqué*, il faut signaler que Bachelard analyse la question de la pédagogie du savoir scientifique au chapitre « Rationalisme enseignant et rationalisme enseigné » – qui précède immédiatement celui consacré au corrationnalisme. Cf. Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, op. cit., chap. I). Nous revenons sur ce point au paragraphe suivant.

<sup>42</sup> *Ibidem*, p. 63

<sup>43</sup> Voici le passage en entier : « Connaître ce soutien de l'apodicticité qui encombre la connaissance, c'est vivre une division de son propre moi, division qu'on peut bien caractériser par les deux mots existence et surexistence. Le sujet promu à cette surexistence par la coexistence de deux sujets voit s'installer en soi la dialectique du sujet contrôlant et du sujet contrôlé » (*Ibidem*, p. 60).

autoréflexive de l'épistémologie bachelardienne et qui prend le nom de « la surveillance intellectuelle de soi »<sup>44</sup> :

Il installe en son propre esprit, en face de son je, une sorte de tu vigilant. Le mot dialectique n'est plus ici le mot absolument propre, car le pôle du sujet assertorique et le pôle du sujet apodictique sont soumis à une évidente hiérarchie. Le cogito qui quitte le premier pôle, pour s'établir comme sujet valorisé d'un cogito rationaliste ne peut retourner à un cogito de constatation, à un cogito intuitif. Le cogitamus est résolument discursif. La coexistence des sujets rationalistes jette sur le temps empirique son filet de temps logique. Elle met en ordre l'expérience, elle reprend toute expérience pour bien triompher de toute contingence.

Le cogitamus nous livre un véritable tissu de coexistence<sup>45</sup>.

Bachelard suit donc de manière analogique le modèle de la phénoménologie husserlienne pour laquelle le fondement de l'intersubjectivité est rendu possible par les structures mêmes de la conscience intime du temps. En effet, pour Bachelard l'individu se découvre également pluriel en lui-même, ouvrant ainsi une dimension pluraliste de la connaissance dès sa structure dialoguée et intersubjective. Le cogito rationaliste est animé par un « je » et un « tu » rationalistes qui dialoguent “abstraitement” entre eux au sein du pôle subjectif. Cependant, à la différence de Husserl, il s'agit chez lui d'une forme d'incorporation d'une norme sociale partagée au sein du domaine scientifique. Le « je » se mesure à un hypothétique alter-ego « tu » qui lui objecte les argumentations rationnelles les plus raffinées afin de veiller sur son travail. C'est le miroir d'une forme de contrôle psychologico-culturel<sup>46</sup> qui prend le nom de « vigilance intellectuelle de soi ». Ce mouvement de dédoublement intérieur du sujet scientifique est ce qui permet au niveau argumentatif de passer au plan d'une analyse de l'*intersubjectivité scientifique*.

Il nous faut d'abord poser l'objet comme un sujet de problème et le sujet du cogito comme une conscience de problème. L'être pensant pense ainsi à la limite de son savoir après avoir fait le dénombrement de ses connaissances propres à résoudre le problème proposé. Ce dénombrement, conscience d'un ordre dynamique d'idées, est donc polarisé par le problème à résoudre. Dans le rationalisme enseigné, le dénombrement est codifié ; il est resserré sur une ligne bien définie, bien appuyé sur ses bases. Mais dans le rationalisme questionnant, les bases elles-mêmes sont à l'épreuve, elles sont mises en question par la question. Le Problème est le sommet actif de la recherche. *Fondation, cohérence, dialectique et problème*, voilà tous les éléments du dénombrement rationnel, tous les moments de cette mobilisation de l'intelligence. C'est dans le développement explicite de ces quatre moments du rationalisme appliqué que se fonde le *cogitamus* qui solidarise dans une même pensée, et conséquemment dans une coexistence pensante, le je et le tu rationalistes. Par ce *cogitamus* le je et le tu s'appliquent culturellement l'un sur l'autre, dans le même sens où les mathématiciens parlent de l'application conforme de deux éléments de surface<sup>47</sup>.

<sup>44</sup> Cf., *ibidem*, chap. IV.

<sup>45</sup> *Ibidem*, p. 60.

<sup>46</sup> Cf. *infra* par. 4.

<sup>47</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, *op. cit.*, p. 56-57 (je souligne).

Le défi husserlien consistait en la tentative de fournir une justification du passage du vécu intérieur de la conscience – à savoir du flux psychique valable seulement de manière subjective (subjectif relatif) – à l’objectivité du matériel idéalisé. Mais pour ce faire il convient de sortir de la perspective d’une histoire empirique, d’un pur recueil de faits qui pour Husserl n’explique jamais l’origine du sens. Il s’agit donc de remonter du constitué à l’acte qui l’a rendu possible. Par exemple, pour Husserl les idéalités géométriques prennent leur origine dans le monde de la vie où sont déjà présentes les idéalités sensibles (il s’agit de l’idéalité sensible du rond par rapport à l’idéalement du cercle). Ce sont là des idéalités qui sont encore finies ; n’est pas encore entamée la tâche infinie qui nous libèrera au sens propre de l’horizon du sensible : « Ainsi d’une part, les hommes en tant qu’hommes, la co-humanité, le monde – le monde dont les hommes parlent et peuvent toujours parler – et, d’autre part, le langage, sont indissociablement entrelacés et toujours déjà certains dans l’unité indissociable de leur corrélation, bien que d’habitude ils restent seulement implicites et à l’horizon »<sup>48</sup>. Pour Husserl, cela n’est pas encore suffisant pour la formation de l’objectivité. Pour ce faire, ce qui sert nécessairement, c’est la communication avec autrui, et par conséquent la possibilité de l’intersubjectivité. L’acte productif du sujet individuel ne peut être compris activement que par les autres et à travers la pleine compréhension du produit d’autrui. Celle-ci doit nécessairement avoir lieu dans le cadre d’une coréalisation tout à la fois actuelle et propre de l’activité présentifiée. Cette évidence, qui n’était d’abord que de nature psychique, n’est rendue active et communicable qu’en rentrant dans une dimension communautaire. Ce qui s’est formé dans la conscience d’autrui assume le caractère de l’évidence. Il ne s’agit plus d’une égalité interne. À travers la connexion empathique est rendue possible cette forme d’intersubjectivité. Ces objets idéaux manquent encore de la possibilité de durer dans le temps. « Il manque la *présence perdurante* des “objets idéaux” qui persistent aussi dans le temps où l’inventeur et ses associés ne sont plus éveillés à un tel échange ou en général quand ils ne sont plus en vie. Il manque l’être-à-perpétuité (*Immerfort-Sein*), demeurant même si personne ne l’a effectué dans l’évidence »<sup>49</sup>. Dans la dimension communicative l’évidence se présente à la conscience des autres avec la même évidence. L’objet s’est déjà libéré de la dimension personnelle et subjective. Mais l’objet idéal n’est pas encore créé, car il se trouve hors du temps, alors même que les communautés sont soumises à la possibilité d’un effritement. Il convient alors qu’ils soient fixés et incarnés dans un corps, comme ceux des signes linguistiques de l’écriture.

[...] si les prémisses doivent être effectivement réactivées jusqu’à l’évidence la plus originaire, il en va de même pour leurs conséquences évidentes [...] Cependant si nous songeons à l’évidente finitude du pouvoir, tant individuel que communautaire, de convertir effectivement les chaînes logiques séculaires en des chaînes d’évidence

<sup>48</sup> Husserl, E., *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie: Eine Einleitung in die phänomenologische Philosophie*, 1936. Trad. fr. *La Crise des sciences européennes et la phénoménologie transcendantale*, tr. fr. par G. Granel, Paris, Gallimard, 1976, p. 409.

<sup>49</sup> *Ibidem*, p. 410.

authentiquement originaires dans l'unité d'un accomplissement, nous remarquons alors que la loi cache en elle une idéalisation : à savoir la libération hors de ses limites et, d'une certaine façon, l'infinisisation de notre pouvoir<sup>50</sup>.

L'objet qui se constitue précisément dans cet horizon de genèse historique (d'une histoire phénoménologique) qui naît au cœur de la finitude de nos facultés, avec passage à la limite, est porté vers la possibilité d'une infinisisation. Ce passage à la limite est ce qui permet la formation d'un objet idéal. Celui-ci est encore lié à une dimension psychologique communautaire. Le passage essentiel advient dès lors dans la dynamique par laquelle un objet idéal se rend indépendant de la communauté concrète qui l'a fait se révéler. C'est dans cette partie qu'entre en jeu la communication écrite. L'écriture est une communication virtuelle (au sens où elle ne fait pas partie des sujets coprésents). C'est la possibilité de l'écriture qui rend possible la traditionalisation absolue de l'objet – c'est-à-dire l'objectivité idéale absolue de l'objet –, à savoir la pureté de son rapport à une subjectivité idéale transcendante ; et ce en émancipant le sens de son évidence actuelle pour un sujet réel et sa circulation actuelle dans une communauté déterminée.

On sait que Bachelard entretient un rapport ambivalent avec la méthodologie phénoménologique pour qui elle représente tout au plus un point de départ dont il s'agira de prendre ses distances<sup>51</sup>. Dans le cas du problème de l'intersubjectivité, Bachelard s'oppose en effet à Husserl non pas tant sur le contenu de ses affirmations que sur le jugement de valeur à attribuer à un tel processus. Husserl interprète ce processus d'*idéalis*ation mis en œuvre par la science moderne – en particulier à travers le processus galiléen de *mathématis*ation de la nature – comme le point de départ de la crise des sciences européennes entendue comme éloignement de l'expérience phénoménologique première. Tout à l'opposé, pour Bachelard ce processus de *rupture épistémologique* avec le *sens commun* est précisément le fondement même de la possibilité de la science, pour ne pas dire sa plus noble conquête. C'est pour cette raison que la science contemporaine remplacera la phénoménologie des philosophes par une *phénoménotechnique*.

Revenons maintenant au problème de la dimension sociale de l'épistémologie bachelardienne – et donc de l'*intersubjectivité* – afin de voir plus en détail comment l'auteur français construit son argumentation :

Peut-être aurait-on une large voie d'accès vers les problèmes du fondement de l'être si l'on commençait à étudier simplement les problèmes de la solidité de l'être, si au lieu de développer une ontologie de l'intuition immédiate d'un *cogito initial*, on poursuivait la lente et progressive recherche d'une *ontologie discursive où l'être se consolide par sa connaissance*. On pourrait alors, au cours d'une culture, suivre la constitution de l'être de la culture. [...] Nous allons donc essayer de faire quelques remarques sur cette ontologie discursive tendant à *définir l'être par son progrès, par ses progrès*. Au lieu de

<sup>50</sup> *Ibidem*, p. 414.

<sup>51</sup> Voir sur ce point Ienna, G., *Materialismo tecnico. Fra fenomenotecnica ed epistemologie regionali*, op. cit.; Barsotti, B., *Bachelard critique de Husserl : aux racines de la fracture épistémologie/phénoménologie*, Paris, Éditions L'Harmattan, 2002.

l'être affirmé dans un cogito initial, nous prendrons une vue sur l'être confirmé par son travail ordonné. [...] Nous pourrions donc, dans cette voie, trouver les éléments d'un *doute vraiment matérialiste* qui aurait sans doute plus de réalité que le *doute formel* développé par la philosophie cartésienne<sup>52</sup>.

Dans cette citation le processus dubitatif cartésien à la base du *cogito* est mis en mouvement par une dialectisation à travers laquelle se met en œuvre un « doute vraiment matérialiste »<sup>53</sup>. Il ne s'agit plus de chercher à développer « une ontologie de l'intuition immédiate » – terme par lequel Bachelard fait probablement référence à la perspective husserlienne –, mais de mettre en place « une ontologie discursive ». Celle-ci consiste précisément à concevoir la connaissance comme le résultat d'une constante évolution marquée par des processus de *rectification*.

Gerardo Ienna

« Mais dès maintenant, il nous faut souligner que l'intersubjectivité de la pensée rationnelle se fait non seulement par un accord sur les fondements, mais encore par une admiration mutuelle de la fécondité de l'organisation rationnelle. L'intersubjectivité rationaliste s'établit en échangeant des événements de raison ; elle s'anime dans des dialectiques de nouveautés. Elle détermine non pas un orgueil de savoir – cet orgueil serait un signe de la clôture du savoir – mais un goût jamais apaisé d'apprendre »<sup>54</sup>.

Comme on peut le noter avec cette dernière citation, Bachelard mettait déjà en œuvre la question de la duplicité de la problématique *intersubjective* de la connaissance d'un côté, celle des fondements de la pensée rationnelle, et de l'autre celle de la donnée *pratique* et *appliquée* de la raison scientifique. Il est possible de faire correspondre à cette opposition les deux orientations différentes qui structurent les polarités intérieures au champ actuel de la *social epistemology* que nous avons mentionné en ouverture.

Pour Bachelard il s'agit de résoudre ce qui semblerait être un passage absolument irréductible du plan des fondements de la raison à celui de leur application pratique. Dans ces extraits l'auteur suit au plus près le processus par lequel entre un « je » et un « tu » s'établissent des relations finalisées à la solution d'un problème d'ordre rationnel. Pour Bachelard toutes les tentatives pour rendre raison de la rationalité scientifique de manière aprioriste sont en réalité erronées. Inversement, le caractère « appliqué » de son étude tend à mettre en évidence la manière dont le rationalisme est plutôt de nature « questionnante » et « dialectique ». L'apparition d'un problème impose aux sujets rationnels une rencontre-confrontation sur une base rationnelle. C'est le problème qui met en mouvement leur recherche et qui les met à l'épreuve en imposant dans certains cas une remise en question des fondements mêmes de leur savoir.

<sup>52</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, op. cit., p. 46-47 (je souligne).

<sup>53</sup> Cette expression fait clairement écho à ce que Bachelard appellera dans un ouvrage suivant le programme d'un *matérialisme rationnel* grâce auquel l'auteur intégrera sous un terme unique à la fois le *rationalisme appliqué* et le *matérialisme technique* (Cf. Bachelard, G., *Le Matérialisme rationnel*, op. cit.).

<sup>54</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, op. cit., p. 45 (je souligne).



Pour prendre conscience de leur concordance, deux esprits rationalistes n'ont pas besoin d'une identité complète ; il leur suffit de s'instituer l'un et l'autre dans le rôle de la pensée objectivement contrôlée. Les rôles contrôlés, les fonctions qui fonctionnent sur un objet normalisé sont les meilleurs des thèmes d'accord discursif. Autrement dit, le *cogitamus rationnel* est moins conscience d'un avoir commun que d'un revenu commun. C'est une annonce de fécondité de pensée. Il détermine une obligation à penser d'accord ; bref, il est conscience commune d'un savoir apodictique<sup>55</sup>.

Cette structure dialectique du rationalisme bachelardien conduit ainsi à instituer un *accord discursif* qui néanmoins ne consiste pas purement en l'accord entre deux sujets dans l'ordre de l'« *interconstatation* » empirique. Un tel accord discursif a plutôt toutes les caractéristiques d'une « surveillance intellectuelle de soi »<sup>56</sup> qui – à travers la dialectique *contrôlant/contrôlé* – met en place une normativité intrinsèque à la rationalité. Comme nous l'avons souligné, le *cogitamus* se pose *ex ante* par rapport à la rencontre concrète entre sujets empiriques : il est lui-même congénital à la structure générale de la rationalité.

Dans ces conditions, il nous semble que le *cogito d'obligation mutuelle*, sous sa forme la plus simple, devrait s'exprimer ainsi : je pense que tu vas penser ce que je viens de penser, si je t'informe de l'événement de raison qui vient de m'obliger à penser en avant de ce que je pensais. C'est là le *cogito* d'induction mutuelle obligatoire. Ce *cogito rationaliste* n'est d'ailleurs pas à proprement parler de l'ordre de l'*interconstatation*. Il se forme avant l'accord du je et du tu, car il apparaît, en sa première forme, dans le sujet solitaire, comme une certitude d'accord avec l'autrui rationnel, une fois établis les préliminaires pédagogiques. On peut obliger à la constatation : puisque je reconnais que ce que je viens de penser est une normalité pour une pensée normale, j'ai les moyens de te forcer à penser ce que je pense. En effet, tu penseras ce que j'ai pensé dans la mesure où je t'instituerai conscient du problème dont je viens de trouver la solution. Nous serons unis dans la preuve dès que nous aurons la garantie d'avoir posé clairement le même problème. D'ailleurs, par récurrence, la solution d'un problème détermine une clarté nouvelle dans son énoncé. Le rapport problème-solution est une instance épistémologique qui domine l'empirisme de constatation<sup>57</sup>.

L'empirisme de constatation – et d'éventuelle co-constatation – n'advient donc que *ex post* par rapport au *corrationalisme* animé par le *cogitamus* bachelardien. À travers cette dynamique « Il y a consécration de méthode, preuve d'efficacité de pensée, socialisation de la vérité »<sup>58</sup>. C'est sur ce point que certaines notions comme celle de *phénoménotechnique*, *rupture épistémologique*, *construction de l'objet scientifique*, *régionalisme épistémologique*, etc. trouvent leur justification ultérieure – et plus didactique. Toutes ces notions se fondent en effet sur une manière bachelardienne précise de concevoir l'orientation du vecteur épistémologique. Ce vecteur va en réalité du *rationnel* au *réel* – et non l'inverse : *c'est dire qu'il est réalisant*. Nonobstant le fait que le problème du *corrationalisme* ait été rare-

<sup>55</sup> *Ibidem*, p. 57.

<sup>56</sup> Cf. *ibidem*, chap. IV.

<sup>57</sup> *Ibidem*, p. 58.

<sup>58</sup> *Ibidem*.



ment analysé par les commentateurs de l'œuvre bachelardienne (et dans le meilleur des cas seulement en passant), il assume néanmoins un rôle totalement organique par rapport au reste de ses théorisations épistémologiques.

Cette description de la *socialisation de la vérité* fondée sur le *cogitamus* met en lumière le modèle proto-constructiviste bachelardien qui – à la différence des constructivismes qui se sont diffusés à cheval entre la fin des années '60 et les années '80<sup>59</sup> – s'efforce de penser une alternative à l'opposition que, par manque de temps, je qualifierai de véritéisme *versus* relativisme. La reconnaissance du caractère *construit* de l'objet scientifique est le point fort de la pensée rationnelle, sa *véritable conquête*, et non le point faible qui la condamnerait à une extrême relativisation. Le *cogitamus* représente la dimension collective, discursive et dialectique ou, en d'autres termes « est conscience commune d'un savoir apodictique »<sup>60</sup>.

Gerardo Ienna

#### IV) L'union des travailleurs de la preuve et les cités scientifiques

La conceptualisation bachelardienne ne s'arrête pas à ce premier niveau d'analyse. À ces différents aspects Bachelard ajoute alors des éléments intéressants à propos de la dimension authentiquement sociale-collective du savoir scientifique.

Dans les pages précédentes nous avons mis en lumière comment pour l'auteur il est possible de justifier le passage d'un sujet scientifique singulier à au moins une dyade intersubjective qui fonde le dépassement du *cogito* cartésien par un *cogitamus*. Ce dernier est en effet représentatif de la structure dialectico-dialoguée interne au pôle intersubjectif qui se révèle, à mon avis, comme déjà intrinsèquement socialisé dans la pratique de la « *surveillance intellectuelle de soi* »<sup>61</sup>. Il ne s'agit pas cependant d'une socialisation entendue comme incorporation de formes de censure morale<sup>62</sup>, mais bel et bien du fait que « même si elle s'acquiert dans la

<sup>59</sup> Je fais ici référence, en premier lieu, au débat apparu dans le cadre de la dite *Sociology of Scientific Knowledge*, renforcée comme *doxa partagée* du domaine des *Science and Technology Studies*. En second lieu, je fais référence à ce modèle épistémologique constructiviste qui a connu une très large diffusion dans toutes les sciences sociales (et pas seulement dans le cadre des études sur la science). Pour une analyse critique de ce modèle, voir Hacking, I., *The Social construction of what*, *op. cit.*

<sup>60</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, *op. cit.*, p. 57 (je souligne).

<sup>61</sup> Pour des questions relatives au focus de cet essai, je ne puis m'attarder plus longuement sur la notion de « *surveillance intellectuelle de soi* » qui mériterait un traitement autonome. Je me limite à signaler ici que Bachelard distingue au moins cinq degrés différents de surveillance de soi et de relatives méta-surveillances (cf. Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, *op. cit.*, p. 77-81). Voir sur ce point, Alunni, Ch., *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'école sur-rationaliste*, Paris, Hermann, « Pensée des sciences », 2019, en particulier p. 121-124, chap. IV, « Bachelard face aux Mathématiques. 1. Gaston Bachelard, cet attracteur surrationaliste ». Charles Alunni y pose la mathématique contemporaine comme le *surmoi* des sciences de la nature et de toute pensée vraiment philosophique, *ibidem*, p. 138.

<sup>62</sup> Sur cette question délicate Bachelard entre en polémique avec la conception freudienne : « Par la suite, quand Freud s'efforce de nous convaincre de la nécessité de socialiser les instances de surveillance, nous aurons à lui objecter que la socialisation du sur-moi se fait sur des bases trop primitives, en identifiant le surmoi à un primitivisme social, sans doute bien qualifié pour expliquer

solitude d'un sujet, elle porte la marque d'une émulation. Une pensée qui s'est surveillée pour acquérir une précision dans son application affronte la surveillance des autres. Elle est pensée d'un *je* qui est prêt à rivaliser avec un *tu* »<sup>63</sup>. L'idée de socialisation est ainsi contenue dans l'idée que ce processus de dédoublement intersubjectif porte sur lui le signe d'une émulation. Il suffit cependant de retourner au chapitre II du *Rationalisme appliqué* pour nous rendre compte que l'analogie sur laquelle est basée la socialisation du *cogitamus* est liée à la dimension pédagogique de la raison scientifique et à la dialectique entre « rationalisme enseignant et rationalisme enseigné ».

L'homme adonné à la culture scientifique est un éternel écolier. *L'école* est le modèle le plus élevé de la vie sociale. Rester un écolier doit être le vœu secret d'un maître. Du fait même de la prodigieuse différenciation de la pensée scientifique, du fait de la spécialisation nécessaire, la culture scientifique met sans cesse un véritable savant en situation d'écolier. Les philosophes pourront en plaisanter. Mais ils feront ainsi la preuve qu'ils ne suivent pas la culture scientifique dans ses actes. En fait, les savants vont à l'école les uns des autres. La dialectique du maître et du disciple s'inverse souvent [...]. Il y a là les éléments d'une pédagogie dialoguée dont on ne soupçonne ni la puissance ni la nouveauté si l'on ne prend pas une part active à une cité scientifique<sup>64</sup>.

Comme on peut le noter, le modèle d'organisation sur lequel Bachelard imagine la « cité scientifique » est le modèle *scolaire*, précisément parce qu'il est animé par la dialectique entre *rationalisme enseignant* et *rationalisme enseigné* qui, pour cette raison, représente le modèle le plus élevé de la vie sociale. L'argumentation nous a donc conduits en-dehors du pôle intersubjectif socialisé pour nous amener à une dimension authentiquement sociale. Dans la « cité scientifique », tout savant est un éternel écolier en relation avec ses collègues, toujours dans la nécessité de se confronter dialectiquement, mettant en place les bases pour ce que Castellana a appelé un « nouvel humanisme » scientifique<sup>65</sup>.

C'est dialectiquement dans l'analyse des *erreurs* que nous trouvons un autre passage fondamental. Bachelard reconnaît aussi l'éventualité où deux esprits, dans leur opération collective, peuvent se retrouver unis par une même erreur<sup>66</sup>. Ren-

des névroses, mais tout à fait insuffisant pour une analyse complète des instances mêlées de surveillance et de guide. En particulier quand nous en viendrons à examiner le sur-moi de la cité scientifique, dans une recherche du progrès scientifique, on verra en action les valeurs anagogiques de la surveillance » (Bachelard, G., *Le Matérialisme rationnel*, op. cit., p. 70). Dans ce passage, l'objectif de Bachelard est, à mon avis, de détacher l'idée de *surveillance* de celle de coercition sociale (et morale), injustifiée du point de vue rationnel. Sur ce point, voir en particulier l'article de Desanti, « Gaston Bachelard ou "la surveillance intellectuelle de soi" » : « Or qui redresse ici ? Quelque censeur ? Un maître sévère qui règnerait sur quelque école de redressement où l'on dresserait les coupables d'ignorance, de distraction ou d'aveuglement ? En aucune façon, Bachelard prend bien soin de distinguer censure et surveillance » (Desanti, J.-T., « Gaston Bachelard ou "la surveillance intellectuelle de soi" », in *Revue Internationale de Philosophie*, 38, 150 (3), 1984, p. 274).

<sup>63</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, op. cit., p. 63-64.

<sup>64</sup> *Ibidem*, p. 23.

<sup>65</sup> Castellana, M., *Il surrazionalismo*, op. cit., p. 162-170.

<sup>66</sup> Cf. Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, op. cit., p. 58.

voyant au Nietzsche de la *volonté de puissance*, Bachelard soutient que « L'erreur descend vers les convictions tandis que la vérité monte vers les preuves »<sup>67</sup>.

[...] si l'on pose le problème de l'erreur sur le plan des erreurs scientifiques, il apparaît très clairement, ou mieux, concrètement, qu'erreur et vérité ne sont pas symétriques, comme le donnerait à penser une philosophie purement logique et formelle. En sciences, les vérités se groupent en système, alors que les erreurs se perdent dans un magma informe. Autrement dit les vérités se lient apodictiquement, tandis que les erreurs s'amassent assertoriquement<sup>68</sup>.

Gerardo Ienna

Souligner la dimension collective de la pensée scientifique implique l'existence d'une *culture scientifique*<sup>69</sup>. Cette culture est organisée en un système justifié de liens apolitiques qui consistent en des vérités scientifiques. Inversement, les erreurs « s'amassent » en un « magma informe ». Entre ces deux pôles l'asymétrie est évidente : « d'une part, les vérités coordonnées rationnellement et codifiées dans des livres pourvus de la garantie de la cité scientifique et, d'autre part, quelques erreurs qui traînent dans quelques mauvais livres, le plus souvent marqués d'une originalité détestable »<sup>70</sup>. La réflexion scientifique est en effet une réflexion « essentiellement culturelle » qui ne se limite pas à un effort du sujet<sup>71</sup> : « Il faut donc en venir à l'examen de notions scientifiques pour voir cette coopération des serviteurs de la preuve »<sup>72</sup>. Dès lors, face à l'objet scientifique il n'y a plus un sujet unique et cartésien, mais bel et bien une collectivité rationnellement coordonnée et animée par une culture scientifique : « L'homme n'est plus seul devant l'objet scientifique. On ne se cultive pas seul. On ne se cultive plus seul. La culture pose un autre problème que la connaissance. La culture incorpore à la fois une historicité qui n'est pas historicité du sujet et une rectification de l'historicité de connaissance du sujet. La culture normalise sa propre histoire »<sup>73</sup>.

Pour Bachelard, dans ce cas le problème n'est pas tant la connaissance en soi, que les conditions d'émergence de l'objectivité scientifique basées sur des conditions de co-production sociale concrétisée dans la rencontre/confrontation de deux formes d'historicité : celle du sujet et celle de la culture. En ce sens, l'auteur non seulement reconnaît l'articulation interne du sujet scientifique dans le « doublet contrôlant et contrôlé », mais il met également en évidence d'autres aspects de la structure *dialoguée* et *dialectique* intérieure à la *culture scientifique* en tant que telle. En premier

<sup>67</sup> *Ibidem*. À cela Bachelard ajoute en outre que ce point devrait être bien plus approfondi pour fonder une étude des mécanismes psychologiques qui sont à la base de l'irrationalisme. Pour des raisons relatives à l'objet de son étude, l'auteur se limite plutôt à une analyse des erreurs scientifiques.

<sup>68</sup> Cf. Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, op. cit., p. 58-59.

<sup>69</sup> Plus tard, en effet, Bachelard déclarera : « Nous avons, dans un précédent ouvrage, assez insisté sur la nécessité d'inclure la culture dans la cité scientifique qui la garantit » (Bachelard G., *Le Matérialisme rationnel*, op. cit., p. 31).

<sup>70</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, op. cit., p. 59.

<sup>71</sup> Cf. *ibidem*, p. 137.

<sup>72</sup> *Ibidem*, p. 34.

<sup>73</sup> *Ibidem*, p. 137.

lieu, la « coexistence des pensées expérimentales assemblées dans une technique » se révèle dépendante « de la cohérence rationnelle des pensées théoriques »<sup>74</sup>. Il existe donc une coexistence de plusieurs formes de pensée expérimentale qui trouvent leur unicité dans la cohérence – progressivement toujours meilleure – qu’elles assument dans la pensée théorique. À cet aspect, Bachelard ajoute : « L’implication des notions en une *cohérence toujours meilleure* désigne donc la pensée scientifique comme un *co-essentialisme*, comme un *co-existentialisme*, ces deux mots visant à garder la traditionnelle dialectique de *l’essence* et de *l’existence*, puisque la pensée scientifique maintient toutes les possibilités d’interprétation philosophique »<sup>75</sup>.

En second lieu, il existe également une « coexistence des notions scientifiques » qui déterminent « des extensions de plus en plus nombreuses et diverses » de ces notions, à savoir « des extensions qui franchissent les plus curieuses dialectiques »<sup>76</sup>. Au sein du savoir scientifique, il est donc possible de trouver des notions largement étendues et qui, très souvent, possèdent des acceptions entre elles contradictoires ou en compétition. Pour Bachelard, la pensée scientifique n’est jamais définitive mais en constante réorganisation ou *rectification* : elle n’est pas la simple image d’un ordre immanent<sup>77</sup>. C’est ici que Bachelard commence à construire la structure théorique qui soutient l’*intersubjectivité* du savoir scientifique au fondement de son objectivité.

Ainsi nous pouvons voir que la *cohérence* n’est jamais une simple constatation de la *cohésion*. Ou, plus exactement, le doublet *cohérence-cohésion* se formule par l’intégration du point de vue de la *cohérence* dans la description d’une *cohésion*. Cette *cohérence intégrée* par laquelle un esprit comprend et peut faire comprendre à un autre esprit la cohésion, voilà l’acte même du rationalisme, l’acte rationaliste. C’est finalement la cohérence des idées qui désigne les racines de leur coexistence : une preuve de plus que le parallélisme du rationalisme et de l’empirisme n’efface pas l’aspect hiérarchique qui joue, de toute évidence, au profit de l’information rationaliste. Le coexistentialisme se constitue dans une certaine permanence, dans l’axe d’une certaine loi, en privilégiant des valeurs de cohérence<sup>78</sup>.

Dans cet extrait, Bachelard opère le passage crucial du plan des idées qui composent le savoir scientifique au plan des porteurs matériels de ces idées afin de fonder la définition générale du rationalisme. En premier lieu, la cohérence des idées fonde la possibilité de leur coexistence au cœur du savoir scientifique. À cela s’ajoute que « Pour le coexistentialisme par cohérence, le jugement d’existence est déjà un jugement de valeur »<sup>79</sup>. Pour l’auteur cet aspect implique une critique intrinsèque de l’existentialisme : « le coexistentialisme valorisé par la cohérence a aussi à faire face aux objections d’un existentialisme qui croit pouvoir atteindre toute l’existence dans le minutieux développement de tous les instants de l’exis-

<sup>74</sup> *Ibidem*, p. 37.

<sup>75</sup> *Ibidem* (je souligne).

<sup>76</sup> *Ibidem*.

<sup>77</sup> Cf. *ibidem*, p. 39.

<sup>78</sup> *Ibidem*, p. 40.

<sup>79</sup> *Ibidem*.

tence »<sup>80</sup>. En deuxième lieu, Bachelard met en évidence comment, en fonction de la cohérence, la coexistence se fonde sur la possibilité d'une intercompréhension entre "esprits", c'est-à-dire sur le pouvoir faire comprendre à autrui la cohésion. En dernier lieu, Bachelard définit ce qu'est un acte rationnel en vue de rechercher une définition de la rationalité générale. En ce sens, « l'acte même du rationalisme » est défini comme une *cohérence intégrée* – résultat d'un travail de *cohérence-cohéSION* entre les notions et les pensées expérimentales qui peuplent le domaine scientifique. Cette lecture est ensuite confortée par le passage suivant :

Pour la coexistence, dans le sens où nous travaillons ce terme, il faut donc un esprit qui fasse coexister les entités et bien entendu, il faut que cet esprit soit actif, qu'il soit une activité déterminée. Cette coexistence demande donc la focalisation d'un sujet. Mais nous verrons bientôt que cette focalisation du sujet s'accompagne d'un *intersubjectivisme* qui donne, à la culture, un signe spécial d'objectivité<sup>81</sup>.

L'objectivité de la culture scientifique est donc garantie par la dimension intersubjective sur laquelle elle s'appuie. Le *corrationalisme* assume une dimension sociale que l'auteur, utilisant une terminologie marxiste, définit comme « l'union des travailleurs de la preuve »<sup>82</sup> ou « l'union des esprits dans la vérité »<sup>83</sup>. Cette collectivité compose donc une *cité scientifique* animée par une communauté laborieuse qui travaille à la production de « vérités coordonnées rationnellement »<sup>84</sup>. Mais cette cité scientifique sera néanmoins aux marges de la cité sociale et devra lutter – en accord avec les principes de la *rupture épistémologique* – contre le sens commun pour affirmer la validité de la pensée rationnelle. La distinction que Bachelard pose entre le consensus de l'expérience vulgaire et le consensus de l'expérience scientifique qui est à la base de l'émergence du principe de distinction d'une culture scientifique prend ici une importance fondamentale :

Quand on met en contradiction, comme nous aurons bien souvent l'occasion de le faire, le *consensus* de l'expérience vulgaire et le *consensus* de l'expérience savante, il faut de toute évidence cesser de prendre le *consensus* universel comme base du rationnel. L'universel à blanc, celui qui fait le thème de déclarations comme celle-ci : « il n'y a de science que du général », finit par perdre toute vertu d'application. La *cité scientifique actuelle* s'établit comme une réalité psychologique dans la proportion même où elle doit réagir contre le psychisme appuyé sur le *consensus vulgaire*.

Si l'esprit se formait *directement* dans la cité scientifique, on pourrait faire l'économie d'une psychanalyse du psychologisme et poser directement les principes, non pas de la raison (position bien inutile), mais les principes de l'organisation rationnelle de la culture scientifique. Mais il n'en est pas ainsi et la cité scientifique est établie en marge de la cité sociale, donc elle doit lutter contre une psychologie pour créer son non-psychologisme<sup>85</sup>.

<sup>80</sup> *Ibidem*.

<sup>81</sup> *Ibidem*, p. 41.

<sup>82</sup> *Ibidem*, p. 56.

<sup>83</sup> *Ibidem*, p. 59.

<sup>84</sup> *Ibidem*.

<sup>85</sup> *Ibidem*, p. 22-23.

Le passage à peine cité illustre le canon de la formulation de l'épistémologie bachelardienne. La « cité scientifique » est règlementée en son sein par le *nomos* du *consensus* de l'expérience « savante ». Il s'agit là d'un point de vue fondamental en ce qu'il met en lumière les dynamiques sociales sur lesquelles se fonde la notion de *rupture épistémologique* dont nous parlions au début de cet essai. L'auteur assume la dimension collective et de *co-production* des vérités scientifiques sans pour autant condamner son épistémologie à un sociologisme relativisant. S'opposer à l'usage de la logique d'un vulgaire *consensus du sens commun* pour fonder la raison scientifique ne signifie pas par conséquent s'enfermer dans un pur solipsisme.

Pour Bachelard, l'esprit scientifique n'entame pas sa formation à l'intérieur de la « cité savante » : s'il en était ainsi, il n'y aurait aucune nécessité d'en faire la psychanalyse et d'instituer une *surveillance intellectuelle de soi* comme pratique partagée. La connaissance commune est toujours soumise aux influences externes, aussi bien sociales qu'historiques, à l'égard desquelles l'esprit scientifique opère une rupture épistémologique. Se trouver aux marges de la cité sociale ne signifie pas qu'on se serait (auto)marginalisé en se plaçant dans une posture liminaire<sup>86</sup>. Bien au contraire, cela représente l'idée que la « cité scientifique » a précisément la société comme lieu d'émergence à partir duquel le processus de rationalisation de la connaissance (à travers la rupture épistémologique) entre en vigueur. La raison scientifique qui se développe au sein de cette citadelle située pour ainsi dire « aux marges », assume également un pouvoir émancipateur eu égard à l'ensemble de la société. Le passage qui marque la transformation de la connaissance tout court en une connaissance scientifique se substantialise dans l'élimination des impuretés dérivant des conditionnements du *sens commun*. Malgré cela, la connaissance scientifique demeure néanmoins un produit intrinsèquement historico-social, fruit de l'accord dialectique – toujours provisoire – entre travailleurs de la preuve. Celle-ci est toujours rectifiée et rectifiable. La notion de réalité qui en découle est ainsi synthétisée : « Le réel est une masse d'objections à la raison constituée. Et la pensée rationnelle est un système questionnant vis-à-vis d'une réalité endormie. Mais cette situation devant l'objet de la connaissance se répercute en un constant dualisme qui divise intimement le sujet connaissant. Il faut distinguer le psychisme contingent et le psychisme normatif. Et c'est tout le problème d'un orthopsychisme qui se pose pour fonder l'épistémologie »<sup>87</sup>.

Comme nous l'avions souligné en ouverture, la réalité scientifique est toujours construite rationnellement grâce à une *phénoménotechnique* qui permet d'atteindre la dimension *nouménique*. C'est un vecteur épistémologique qui va du *rationnel* au *réel* et non l'inverse.

<sup>86</sup> « En suivant cette voie, on est amené à considérer des consensus limités à la société savante des consensus hautement spécialisés. On objectera sans doute qu'une cité savante reste une cité humaine et que nous ne modifions pas le problème métaphysique en spécialisant les organisations rationnelles socialisées dans une cité savante. Une telle objection est précieuse. Précisément nous désignons une cité de physiciens, une cité de mathématiciens comme formées autour d'une pensée pourvue de garanties apodictiques. Il y a désormais des noyaux d'apodicticité dans la science physique, dans la science chimique. Ne pas reconnaître cette nuance nouvelle, c'est ignorer précisément les émergences des sciences contemporaines », *Ibidem*, p. 132.

<sup>87</sup> *Ibidem*, p. 65-66.



Au sein de la « cité scientifique », et en raison de l'orientation constructiviste de l'épistémologie bachelardienne, on parle un langage commun : « Le langage scientifique est, par principe, un néo-langage. Pour être entendu dans la cité scientifique, il faut parler scientifiquement le langage scientifique, en traduisant les termes du langage commun en langage scientifique »<sup>88</sup>. Afin que puisse s'effectuer la *rupture épistémologique*, il faut rompre nécessairement avec le langage du sens commun qui renferme en lui les principes cognitifs d'une perception naïve et non scientifique du monde. C'est en effet précisément sur ce néo-langage que se fonde la possibilité même de l'apparition d'une « culture scientifique ». En ce sens Bachelard reconnaît l'existence de différents niveaux culturels et pédagogiques pour lesquels la culture produite dans la cité scientifique est toujours transcendante par rapport à la culture première<sup>89</sup>.

Mais comment cette transcendance en vient-elle à se constituer ? D'après Bachelard, il s'agit de transformer des valeurs psychologico-individuelles en valeurs épistémologiques par un processus de rationalisation et de cohérentisation entre les propositions qui composent la *culture scientifique*.

Dans cette zone de valorisation, la culture indique toujours la même direction, celle qui montre comment une valeur psychologique devient une valeur épistémologique. C'est dans ce passage que nous devons saisir la différentielle de dépsychologisation, en déterminant à quelles conditions une connaissance personnelle a quelque sécurité de devenir une connaissance de la cité scientifique, comment une conviction individuelle devient un facteur de propagande du vrai ; mais ce facteur de propagande dans une philosophie rationaliste ne peut être qu'une conscience de la capacité de démonstration<sup>90</sup>.

S'amorce ainsi une dynamique circulaire dans la production de la connaissance scientifique. La « corrationnalisme » « de l'union des travailleurs de la preuve » réussit effectivement à fonder un « sur-moi culturel » de la science qui est incorporé comme *surveillance intellectuelle de soi* comprise comme pratique partagée.

Une surveillance bien intellectualisée, appuyée sur un sur-moi psychanalysé en tant que sur-moi nous permettra d'affiner les contrôles psychiques qui, seuls, donnent à la culture sa véritable efficacité. Autrement dit, il faut tendre à substituer au *sur-moi* de formation historique – contingent et arbitraire – un sur-moi cohérent, un sur-moi ouvert à la culture. Il faut aussi que ce sur-moi culturel soit bien nettement séparé des liens sociaux généraux. Ce sur-moi que nous acceptons comme juge doit être *jugé par nous-mêmes*<sup>91</sup>.

<sup>88</sup> Bachelard, G., *Le Matérialisme rationnel*, op. cit., p. 216.

<sup>89</sup> « D'ailleurs, la cité scientifique présente, dans son sein même, une telle activité de différenciation qu'on peut maintenant prévoir qu'elle se posera désormais toujours comme une transcendance à l'égard non seulement de la connaissance usuelle, mais encore à l'égard de la connaissance de première culture. Toute philosophie de la culture doit accueillir l'idée de niveaux pédagogiques. Toute culture est solidaire de plan d'études, de cycle d'études », Bachelard G., *Le Rationalisme appliqué*, op. cit., p. 23.

<sup>90</sup> Bachelard, G., *ibidem*, p. 48

<sup>91</sup> *Ibidem*, p. 71.

Au sein de la « cité scientifique » en vient à s'institutionnaliser une « culture scientifique » dont les *nomoi* internes sont le « consensus » entre participants, le partage des valeurs épistémiques et la bonne pratique de la « surveillance intellectuelle de soi » dans son propre travail quotidien destinée à fonctionner comme « sur-moi scientifique »<sup>92</sup>.

Comme le soutient très justement Castellana, l'épistémologie bachelardienne possède une dimension structuraliste “ante litteram” qui se condense dans l'adoption d'une « *méthode authentiquement structurale sans structuralisme* »<sup>93</sup>. Cette affirmation est par la suite confortée par le rôle que joue dans la pensée de Gaston Bachelard l'interaction entre – pour poursuivre cette manière de nous exprimer – sujet épistémique et propriétés émergeant de la structure sociale. Il me semble en effet qu'à partir d'une lecture attentive que j'ai proposée du texte bachelardien, il serait possible d'en déduire un modèle circulaire implicite par lequel l'auteur décrit l'institution d'une connaissance scientifique (toujours approchée). Au cours de cet essai j'ai suivi une ligne d'analyse qui, à partir de l'analyse phénoménologique du pôle subjectif, est parvenue à la prise en considération des éléments culturels de la cité scientifique. Tentons maintenant de refaire le chemin à l'envers en retournant au point de départ afin d'en démontrer l'intrinsèque circularité.

La communauté animée des *travailleurs de la preuve* met en œuvre un système de valorisation partagé au sein de la *cité scientifique* qui détermine l'apparition d'une « culture scientifique » transcendante par rapport à la culture du sens commun. Dans cet ordre d'idées, les actes psychologiques objectifs se voient dé-psychologisés et épousent le statut de valeur épistémologique. Une série de valeurs épistémologiques coordonnées entre elles détermine une culture scientifique partagée au cœur même de la cité scientifique. Cette culture agit à son tour sur le sujet individuel connaissant. La pratique scientifique comme telle est orientée par la valeur transcendantale que la culture scientifique assure par rapport au travail (à la fois conscient et inconscient) de l'individu.

<sup>92</sup> On ne doit pas penser cependant que Bachelard a exprimé ces positions de la même manière et avec le même état d'esprit avec lesquels Robert K. Merton a formulé les quatre règles qui déterminent la structure normative de la science (cf. Merton, R. K., « The normative structure of Science », 1942, in Merton, R. K. ed., *The Sociology of Science. Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago, University of Chicago Press, 1973). Comme nous l'avons vu avec les citations précédentes, la description du *nomos* qui règle la vie communautaire de la cité scientifique n'est pas proposée par Bachelard de manière systématique, ce qui fait que nous avons dû la situer et l'extraire du texte. Malgré tout, il est nécessaire de souligner que dans la pensée de l'épistémologue français sont présentes certaines intuitions développées dans d'autres secteurs disciplinaires tels que la sociologie de la science. Ce qui apparaît néanmoins comme étant le plus remarquable – et tel est l'aspect qui devrait nous inviter à utiliser cet auteur dans les débats contemporains de la *social epistemology* – c'est l'effort intellectuel opéré par Bachelard dans sa construction d'une épistémologie capable de tenir ensemble : 1) les dynamiques de construction de la connaissance sur le pôle phénoménologico-subjectif ; 2) la dimension historique de la connaissance ; 3) le rôle de la culture scientifique dans l'orientation des pratiques concrètes ; 4) la mise en évidence des propriétés épistémiques émergeant de la société et se fondant sur la non-réductibilité de la « cité scientifique » à une simple somme de sujets cartésiens.

<sup>93</sup> Castellana, M., *Il surrazionalismo*, op. cit., p. 150.

En ce sens, la cité scientifique est irréductible à la somme des sujets cartésiens qui la composent, bien qu'elle ait affaire à une réalité psychologique partagée entre les membres de la communauté scientifique. Cette réalité psychologique opère en effet comme un « sur-moi intersubjectif », comme une ultérieure surveillance qui est intérieure à la « cité scientifique ».

Les structures communautaires de la cité scientifique – garanties par la valeur intersubjective de la connaissance – sont incorporées dans la praxéologie de la recherche. C'est précisément grâce à la *surveillance intellectuelle de soi* que Bachelard réussit à maintenir une approche qui ne débouche pas sur un relativisme sociologisant, étant donné qu'elle garantit l'objectivité de la connaissance. On entre ainsi dans le pôle intrasubjectif du cogito qui, ayant incorporé les structures dialoguées de la cité scientifique, se découvre lui-même comme déjà pluriel en passant au *cogitamus*.

L'épistémologie bachelardienne s'impose donc comme le plus fort antidote aux positions qui lui sont contemporaines : celles du logicisme et du néo-positivisme des Cercles de Vienne et de Berlin qui avaient réagi à la « crise » dont nous avons parlé en tentant de trouver dans la pureté de la logique l'unicité de la raison scientifique. Tout à l'opposé Bachelard assume cette crise en élaborant une position épistémologique qui prend acte frontalement du caractère social et historique de la connaissance. Pour paraphraser Fleck, une épistémologie qui ferait abstraction de la prise en charge de tous ces aspects ne serait qu'un pur jeu de mots vide, qu'une épistémologie *imaginabilis*.

En ce sens, et pour nous rapprocher de notre conclusion, il convient de noter comment cette « cité scientifique » dont nous parlons est encore plus divisée par des spécialisations qui renvoient clairement à la théorie du *régionalisme épistémologique*<sup>94</sup>. La spécialisation est en effet un élément central de l'épistémologie bachelardienne en tant qu'« Une culture scientifique sans spécialisation serait un outil sans pointe, un ciseau au tranchant émoussé »<sup>95</sup>. Y-compris dans ce dernier cas, chaque élément de l'épistémologie bachelardienne se révèle comme étant organiquement corrélé aux autres éléments dans un maillage solidement cohérent. Comme nous l'avons souligné relativement aux concepts de *phénoménotecnique* et de *rupture épistémologique*, le *régionalisme épistémologique* est lui-même inséparable d'un plan d'analyse sociale. Dans *Le Matérialisme rationnel*, Bachelard poursuit et renforce les positions avancées dans *Le Rationalisme appliqué* en soutenant que les scientifiques s'unissent dans une « cellule » sociale qui compose la « cité scientifique » afin de pouvoir développer la raison dialoguée et une dialectique fondée sur un processus de « diversification » interne à la raison scientifique.

Si l'on prend d'ailleurs la connaissance scientifique dans son aspect moderne en réalisant au mieux toute son *actualité*, on ne peut manquer de mettre en valeur son caractère social bien défini. Ensemble, les savants s'unissent dans une cellule de la cité scientifique, non seulement pour comprendre, mais encore pour se diversifier, pour

<sup>94</sup> Sur le régionalisme, voir Ienna, G., *Materialismo técnico. Fra fenomenotecnica ed epistemologia regionali*, op. cit.

<sup>95</sup> Bachelard, G., *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, Presses universitaires de France 1965, p. 12.

activer toutes les dialectiques qui vont des problèmes précis aux solutions originales. La diversification elle-même, comme elle doit faire la preuve socialement de sa validité, n'est pas totalement individualiste. Cette socialisation intense, clairement cohérente, sûre de ses bases, ardentes dans ses différenciations, voilà encore un *fait*, un fait d'une singulière actualité. N'en pas tenir compte, c'est verser dans une utopie gnoséologique, l'utopie de l'individualisme du savoir<sup>96</sup>.

Le processus de « différenciation » n'est cependant pas destiné à créer des sphères d'incommunicabilité épistémologique ou d'incommensurabilité. D'après l'auteur, la raison scientifique est nettement « déterminée par une cité scientifique qui organise ses spécialisations »<sup>97</sup>. Ce qu'a à l'esprit Bachelard est bien plutôt une forme pluraliste de l'épistémologie qui, à travers des processus de « socialisation intense » – animés par cette dialectique dialoguée décrite plus haut – réussirait à retrouver une harmonisation et une cohérentisation de la raison scientifique. D'après Bachelard, c'est uniquement sur cette base que sont rendues possibles la découverte et l'innovation scientifiques, grâce à une dialectique qui se joue entre la position de « problèmes précis » et la recherche de « solutions originales ».

Dans le passage précédent se concrétise l'une des attaques les plus puissantes de la tradition épistémologique logiciste ou néo-positiviste qui concevait l'entreprise scientifique comme quelque chose d'anhistorique et de subjectif qui serait voué à démontrer l'unicité du langage et de la méthode scientifique par le biais de la logique. À l'opposé, notre auteur souligne avec force qu'une épistémologie qui ne tient pas compte du processus de socialisation intense, qui est au fondement de la production de connaissances scientifiques, ni de son historicité, n'est qu'une « utopie gnoséologique, l'utopie de l'individualisme du savoir ». En outre, conformément aux principes du *régionalisme épistémologique*, il est nécessaire pour Bachelard de reconnaître la spécificité de certaines formes de rationalisme comme le *rationalisme électrique* ou le *rationalisme mécanique*<sup>98</sup>. La raison scientifique est intrinsèquement plurielle, et ces rationalismes sont irréductibles entre eux. Comme cela apparaît clairement quand il parle de « régionalisme » ou de « cité scientifique », Bachelard utilise un langage métaphorique pour lequel ce serait une erreur d'en rechercher le sens dans le cadre d'une interprétation littérale de ses différentes expressions. De ce point de vue, il est bien plus nécessaire de comprendre la signification philosophique la plus intime qui anime et soutient ces métaphores.

De même que le rationalisme est fragmenté, afin de pouvoir être opportunément associé à la matière qui informe et à la phénoménotechnique qui fonde – selon la métaphore de la *région* –, de même l'activité corrationaliste de la science doit être distribuée en différentes cités. En ce sens, Bachelard caractérise à titre d'exemples une « cité mécanistique »<sup>99</sup>, une « cité électrique »<sup>100</sup>, une « cité de physiciens, »

<sup>96</sup> Bachelard, G., *Le Matérialisme rationnel*, *op. cit.*, p. 2.

<sup>97</sup> *Ibidem*, p. 208.

<sup>98</sup> Cf. Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, *op. cit.*, chap. VIII e chap. IX.

<sup>99</sup> *Ibidem*, p. 133.

<sup>100</sup> *Ibidem*, p. 141.

une « cité de mathématiciens »<sup>101</sup>, une « cité chimique »<sup>102</sup>, etc. Aux régions et aux cités s'ajoutent en outre les « cantons » comme forme ultérieure de spécification prenant en compte aussi bien la raison que l'activité scientifique.

Si la métaphore des régions renvoie, dans son utilisation bachelardienne, au plan d'analyse du rationalisme, celle de la cité semble plutôt renvoyer au plan de l'activité scientifique concrète. Il n'apparaît toutefois pas très clairement quel est le rôle des « cantons » dans l'économie du raisonnement, étant donné que Bachelard les reconnaît comme tombant sous l'unité des régions comme des cités. Par exemple, le « canton algébrique très particulier du régionalisme électrique »<sup>103</sup>, « La piézo-électricité [qui] va se développer comme un nouveau canton du rationalisme ondulatoire »<sup>104</sup>, « [L'existence] dans la cité mécanistique [d']un canton relativiste »<sup>105</sup>, « ce « rationalisme régional [d']un électronisme, canton particulier de l'électrisme »<sup>106</sup>.

Gerardo Ienna

## V) Conclusion

Comme on a pu le voir, il est possible, au sein de la pensée bachelardienne, de retrouver une posture intellectuelle qui – informée par une connaissance autant historique que sociale des processus de formation du savoir scientifique – était déjà en mesure de suggérer un modèle épistémologique au sein duquel trouver une solution à la dichotomie qui met actuellement en échec le débat épistémologique contemporain.

Revenons par conséquent aux controverses épistémologiques dont nous étions partis. En premier lieu, j'ai montré dans cet essai – souvenons-nous des positions de Gingras en ouverture – non seulement qu'un rapprochement entre épistémologie historique et *sociologie historique* de la science est possible, mais également que la réflexion sur les relations entre science, histoire et société était consubstantielle à cette même tradition épistémologique française (dès sa phase bachelardienne «classique»). Cette dimension sociale se révèle de manière encore plus claire si l'on approfondit l'œuvre d'autres auteurs inclus dans cette tradition épistémologique comme Auguste Comte, Georges Canguilhem, Louis Althusser ou Bourdieu lui-même<sup>107</sup>. En proposant cette reconstruction, j'ai montré, dans un deuxième temps, comment d'un côté une réflexion sur la dimension sociale de l'épistémologie n'était certes pas récente, et de l'autre qu'une réactualisation de la pensée bachelardienne dans ce contexte pourrait fournir bien des stimulations avantageuses.

<sup>101</sup> *Ibidem*, p. 132.

<sup>102</sup> Bachelard, G., *Le Matérialisme rationnel*, *op. cit.*, p. 87.

<sup>103</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, *op. cit.*, p. 183.

<sup>104</sup> *Ibidem*, p. 200.

<sup>105</sup> *Ibidem*, p. 133.

<sup>106</sup> Bachelard, G., *Le Matérialisme rationnel*, *op. cit.*, p. 138.

<sup>107</sup> Cf. Ienna, G., *Genesi e sviluppo dell'epistemologia storica. Fra epistemologia, storia e politica*, *op. cit.*

En opérant une “simplification” des polarités oppositives présentes dans le champ de la *Social Epistemology*, on peut distinguer deux positionnements épistémologiques possibles. L’orientation largement admise par la philosophie de type analytique en *social epistemology* consiste à dépasser le subjectivisme de l’épistémologie classique – évolution de l’approche logiciste et néopositiviste si critiquée par Bachelard –, en s’interrogeant sur la dimension sociale de la connaissance à partir d’une analyse des interactions épistémiques qu’entretiennent les sujets cartésiens entre eux. Cette approche maintient généralement une posture anhistorique. Se posent alors des problèmes comme ceux de l’*epistemic trust or distrust*, de l’*epistemic justice or injustice*, de l’*epistemic agreement or disagreement*, de l’*epistemic ignorance* etc. Pour ce genre de position, la société – réduite à la somme de ses agents cartésiens – ne possède pas d’autonomie ontologique, et encore moins d’effets épistémologiques propres. D’un autre côté, l’attitude anti-cartésienne mise en œuvre par la perspective concurrente de la *social epistemology* semble plutôt partir du principe qu’il est possible de reconnaître à la “société” des caractéristiques épistémiques émergentes qui ne sont d’aucune façon réductibles aux entités cartésiennes singulières qui la composent. Cette conception reconnaît à la société son statut ontologique autonome en mesure de conditionner des *styles de pensée* et des pratiques des agents individuels sociaux s’y rattachant. De cette autonomie ontologique reconnue à la société découlent ainsi des propriétés épistémologiques irréductibles au statut d’agents sociaux singuliers impliqués (mais qui ont sur eux des effets fondamentaux). Cette prise de position – même s’il ne s’agit pas là d’une implication nécessaire – a conduit pour une large part à l’admission d’une épistémologie relativiste-postmoderne, en nette opposition avec l’approche “véritiste” typique de la philosophie analytique intervenant dans ce champ.

La position de Bachelard s’avère alors particulièrement actuelle pour l’épistémologie contemporaine, car elle a précisément pour tâche de commencer à réfléchir à partir de la “crise de la raison”. Sans céder aux sirènes du relativisme, Bachelard a effectivement développé une position théorique qui reconnaît un caractère socialement et historiquement déterminé de la raison. *Mutatis mutandis*, les débats actuels cherchent à faire front face à une “crise” qui est représentée par le débat ouvert autour de la post-vérité, de la montée des diverses formes de populisme, du consensus reconnu à ceux qui proposent des *alternative facts*, de la remise en question des figures sociales et politiques des experts et des institutions, etc. Cette situation a déterminé une rigidification des attitudes pour lesquelles on a d’un côté, une épistémologie véritéiste et porteuse de positions positivistes naïves, et de l’autre, une tendance dangereuse à l’hyper-relativisation de la connaissance qui ferait perdre à la science son statut épistémologique privilégié.

De ce point de vue, Bachelard fournit certains instruments très utiles pour penser un modèle épistémologique alternatif aux fausses dichotomies qui informent le débat épistémologique contemporain. Comme on le voit sur la figure 1, l’auteur avait déjà caractérisé les principales polarités par rapport auxquelles *rationalisme appliqué* et *matérialisme technique* se posaient comme une alternative.



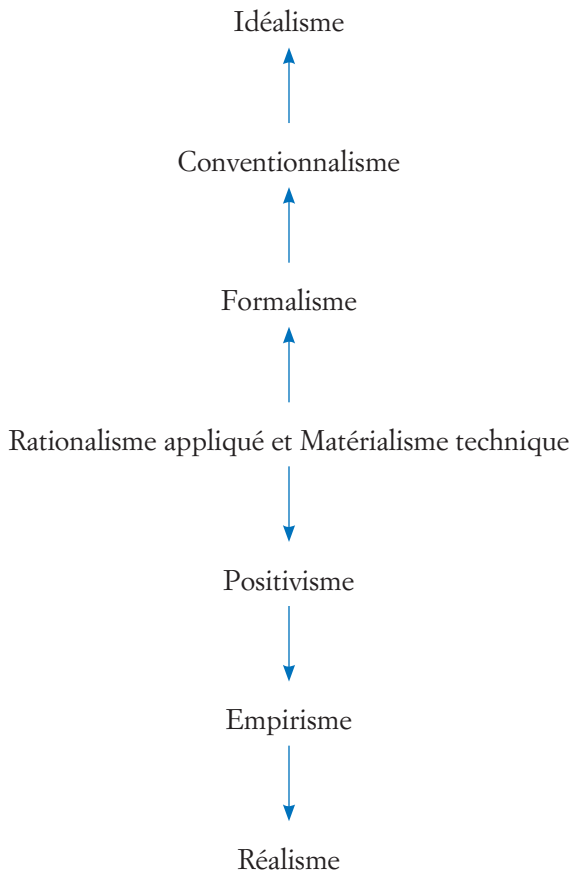


Figure 1 tirée de Bachelard G. 1949, p. 5.

D'autre part, la contribution de Bachelard me semble pouvoir suggérer un modèle qu'on pourrait perfectionner pour (re)penser l'articulation entre les deux polarités qui animent le champ de la *Social Epistemology*.

En particulier, au paragraphe III, nous avons mis en lumière la manière dont le processus de socialisation de l'épistémologie bachelardienne est avant tout fondé sur un dédoublement intrasuggestif du processus dubitatif cartésien. Celui-ci, reformulé en termes de *cogitamus*, met en œuvre un *doute authentiquement matérialiste*. Il s'agit là d'un premier niveau d'analyse qui pour Bachelard justifie le passage de l'un au multiple. En la concevant comme dialoguée dès le niveau intra-subjectif, la rationalité assume dorénavant une dimension qui prend en charge la possibilité d'un dialogue avec "l'autre" ; c'est dire qu'elle ouvre la possibilité d'une confrontation intersubjective. Par contre, nous avons montré au paragraphe IV, pour que ce programme épistémologique assume effectivement un caractère social (qu'il puisse prévoir une autonomie ontologique du social et non sa réduction à

une simple somme de sujets cartésiens) qu'il était nécessaire pour Bachelard de construire une théorie plus large que la théorie de la coopération dans le domaine scientifique. À travers l'image de la *cité scientifique*, Bachelard anticipe la tentative d'intégration de la sociologie historique du savoir scientifique à l'épistémologie historique<sup>108</sup>. Comme cela se produit souvent dans l'œuvre bachelardienne, l'usage de métaphores est porteur d'une série de réflexions importantes. Comme nous l'avons vu au cours de cette étude, l'image d'une « cité scientifique » aux marges de la cité sociale a permis à Bachelard de développer l'idée de *culture scientifique*, de *langage scientifique* (par lequel l'auteur construit la possibilité d'une raison dialoguée et dialoguante), et surtout a permis d'esquisser des *normes sociales* et *professionnelles* que les scientifiques peuvent suivre et doivent suivre afin que *l'union des travailleurs de la preuve* puisse être effectivement efficace.

En ce sens, la tentative entreprise par Bachelard d'une organisation – dans un système unitaire et cohérent – du statut épistémologique des vécus subjectifs, de la dimension intersubjective entre les différents sujets cartésiens, et enfin de la dimension sociale dotée de propriétés épistémiques émergentes propres eu égard aux individus, représente sa seconde contribution potentielle à l'actuel débat épistémologique. En suivant l'enseignement de Castellana, réaliser une réflexion non-bachelardienne ou méta-bachelardienne<sup>109</sup> pourrait représenter une contribution utile à la redéfinition des controverses actuelles qui ont cours dans le champ des études sur la science.

*Traduit de l'italien par Charles Alunni.*

Gerardo Ienna

Marie Sk łodowska-Curie Global Fellowship  
(MISHA, Horizon 2020; GA: 101026146)  
University of Verona & University of Maryland  
gerardo.ienna@univr.it

## Bibliographie

- Alunni, Ch., « Bachelard encore et encore », in Bachelard G., *Métaphysique des mathématiques*, Paris, Hermann, « Pensée des sciences », 2021.  
Alunni, Ch., *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l' cole surrationaliste*, Paris, Hermann, « Pensée des sciences », 2019.  
Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, (1927) 1986.  
Bachelard, G., *La Valeur inductive de la relativit *, Paris, Vrin, (1929) 2014.

<sup>108</sup> Su ce point particulier, signalons, au moins sur cet aspect, qu'il est possible d'indiquer une symétrie entre l'orientation bachelardienne et la position du polonais Ludwik Fleck auquel on doit la formulation du concept de *Denkstill* (style de pensée), et celui corrélé de *Denkkollektiv* (collectif de pensée). Aussi bien Bachelard que Fleck peuvent être considérés comme les précurseurs des divers tournants épistémologiques qui ont suivi à partir des années '70 dans le domaine des études portant sur la science et la technologie.

<sup>109</sup> Cf. Castellana M., *Il surrazionalismo*, op. cit., p. 170.

- Bachelard, G., *La Philosophie du non*, Paris, Presses universitaires de France, (1940) 1966.
- Bachelard, G., *Le Matérialisme rationnel*. Paris: Presses universitaires de France, 1953.
- Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, Paris, Presses universitaires de France, (1934) 1968, p. 37
- Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, Paris, Presses universitaires de France, 1949.
- Badino, M., Ienna, G. e Omodeo, P. D., *Epistemologia storica. Correnti, temi e problemi*, Roma, Carocci, 2022.
- Barsotti, B., *Bachelard critique de Husserl : aux racines de la fracture épistémologie/phénoménologie*, Paris, Éditions L'Harmattan. 2002.
- Bonicalzi, F., *Leggere Bachelard. Le ragioni del sapere*, Milano, JacaBook, 2007.
- Bontems, V., « Le “non-cartésianisme” La méthode non-cartésienne selon Gaston Bachelard et Ferdinand Gonseth », in D. Kolesnik-Antoine (ed.) *Qu'est-ce qu'être cartésien ?*, Paris, ENS Éditions, 2010.
- Bourdieu, P., *Science de la science et réflexivité*, Paris, Raison d'agir, 2001.
- Castellana, M. « Gaston Bachelard e il concetto di filosofia spontanea », in F. Bonicalzi e C. Vinti, (ed.) *Ri-cominciare. Percorsi e attualità dell'operar di Gaston Bachelard*, Milano, Jaca Book, 2004.
- Castellana, M. *Il surrazionalismo di Gastone Bachelard*, Napoli, Glauco, 1974.
- Castellana, M., *Alle origini della nuova epistemologia. Il Congrès Descartes del 1937*, Lecce, Il Protagora, 1990.
- Castellana, M., *Cuori pensanti in filosofia della scienza*, Roma, Castelvecchi, 2018.
- Castelli Gattinara, E., *Epistemologia e storia: un pensiero all'apertura nella Francia fra le due guerre mondiali*, Milano, FrancoAngeli, 1996.
- Critchley, S., « What is continental philosophy? », *International Journal of Philosophical Studies*, vol. 5, n°3, 1997, p. 347-363.
- Desanti, J.-T., « Gaston Bachelard ou “la surveillance intellectuelle de soi” », *Revue Internationale de Philosophie*, vol. 38, n°150(3), 1984, p. 272-286.
- Descartes, R., *Discours de la méthode*, Gilson, É. (ed.) Paris, Vrin, 1937.
- Fuller, S., *Social epistemology*, Bloomington e Indianapolis, Indiana University Press 2002.
- Gingras, Y. « Naming without necessity », *Revue de synthèse*, Vol. 131, n°3, 2010, p. 439-454.
- Goldman A., *Knowledge in a social world*, Oxford, Oxford University Press, 1999.
- Gutting, G., « Continental philosophy and the history of science », in G. N. Cantor, J. R. Christie, M. J. S. Hodge, R. C. Olby, (ed.) *Companion to the history of modern science*. Routledge, 2006.
- Hacking, I., *Historical Ontology*, Cambridge Mass. e London, Harvard University Press, 2002 (trad. it., *Ontologia Storica*, Edizioni ETS, Pisa, 2010).
- Hacking, I., *Scientific Reason*, Taipei, National Taiwan University Press, 2009 (trad. It. *La ragione scientifica*, Roma, Castelvecchi, 2017).
- Hacking, I., *The Social Construction of What?*, Cambridge Mass. & London, Harvard university press, 1999.
- Husserl, E., *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie. Eine Einleitung in die phänomenologische Philosophie*, 1936 (trad. fr. *La Crise des sciences européennes et la phénoménologie transcendantale*, tr. fr. par G. Granel, Paris, Gallimard, 1976 ).
- Ienna, G., « Dalla Social alla Political Epistemology. Nuove prospettive in epistemologia e storia della scienza », *Studi Culturali*, vol. 18, n°3, 2021, p. 531-542.
- Ienna, G., « Materialismo tecnico. Fra fenomenotecnica ed epistemologia regionali », in P. Donatiello, F. Galofaro, G. Ienna (eds.) *Il senso della tecnica. Saggi su Bachelard*, Bologna, Esculapio, 2017
- Ienna, G., « Natura Constructa et phénoménotechnique. Spinozisme et pensée des mathématiques chez Gaston Bachelard », in Braunstein J.-F., Vagelli M., Moya Diez, I (eds.) *Études sur l'épistémologie historique. Commencements et enjeux actuels*, Paris, Publications de la Sorbonne, 2019.
- Ienna, G., *Genesi e sviluppo dell'epistémologie historique. Fra epistemologia, storia e politica*, Lecce, PensaMultimedia, 2023 [en cours de publication]

- Merton, R. K., « The Normative Structure of Science », 1942, in R. K. Merton (ed.), *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago, University of Chicago Press, 1973.
- Omodeo, P.D., Ienna, G., Badino, M., *Lineamenti di Epistemologia Storica: Correnti e temi*, Berlino, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, 2021.
- Polizzi, G. (ed.) *La filosofia scientifica a congresso. Parigi 1935*, Livorno, Belforte editore libraio, 1982.



# Dominique Pradelle

## *Historicité des sciences et du sujet de la connaissance chez Bachelard*

Le problème général qui sera ici traité est celui de l'*historicité des sciences*, tel qu'il a été éclairé par la pensée bachelardienne et en tant qu'il se situe au centre de l'épistémologie historique à la française. Précisons ce que désigne une telle expression. Il ne s'agit pas simplement du fait que les sciences aient une histoire ou se fassent dans l'histoire, c'est-à-dire qu'il existe *de facto* une succession de découvertes scientifiques étalées dans le temps, un échelonnement des résultats scientifiques découlant non seulement de l'élaboration d'instruments conceptuels adéquats (par exemple, en mécanique, des concepts de masse, d'énergie cinétique et potentielle, de travail, etc.<sup>1</sup>), mais également de l'appareillage scientifique que les théories permettent de mettre au point et des protocoles expérimentaux qu'ils permettent de mettre en œuvre<sup>2</sup>. Ce qui est en question, c'est l'historicité qui est inhérente à la connaissance elle-même, au sujet de la connaissance scientifique, à la raison ou à la rationalité scientifique : si les découvertes scientifiques prennent place dans le temps, dans une forme de progressivité temporelle, est-il légitime d'affirmer que tel est également le cas de la raison elle-même ? Le terme de raison, qui désigne les structures noétiques de la rationalité, renvoie-t-il à un invariant noétique, à quelque constitution invariable de l'esprit connaissant qui ne ferait que déployer son effort dans l'histoire en s'appliquant à des problèmes successifs et changeants, et qui serait présupposé par toute histoire des sciences et des découvertes scientifiques ? Ou bien la rationalité scientifique admet-elle au contraire une évolution intrinsèque, des transformations essentielles, voire des ruptures de style ou des changements de paradigme ? Bref, l'expression de raison scientifique désigne-t-elle un invariant structurel qui serait condition de possibilité de toute histoire, ou bien est-elle affectée en retour par cette histoire et admet-elle une forme de progressivité intrinsèque ?

<sup>1</sup> Cf. Mach, E., *Die Mechanik in ihrer Entwicklung*, Leipzig, 1883 (trad. fr. de É. Bertrand, *La mécanique. Exposé historique et critique de son développement*, Paris, Hermann, 1904).

<sup>2</sup> Cf. Duhem, P., *La théorie physique*, II, chap. IV, § 3, *La théorie physique, son objet, sa structure*, Paris, Chevalier et Rivière, 1906, rééd. Paris, Vrin, 1993<sup>3</sup>, p. 231-239, not. 235.



## Position du problème à partir de la pensée kantienne

Tâchons de poser et préciser cette question en nous situant dans le cadre de la pensée kantienne, pour la raison essentielle que Kant pose le problème de la validité de l'objectivation scientifique et que sa pensée oscille entre deux pôles : la fixation anhistorique ou supratemporelle d'une structure noétique ou catégoriale du sujet connaissant fini, et la reconnaissance de l'historicité de la production conceptuelle et des connaissances scientifiques.

Dominique Pradelle

D'un côté, en effet, Kant fixe *sub specie aeternitatis* la table des catégories ou concepts purs de l'entendement, c'est-à-dire des formes et règles de la synthèse objectivante qui est susceptible de produire des connaissances douées de validité nécessaire et universelle, omni-subjective et omni-temporelle. L'ensemble des fonctions de l'entendement pur est fixé une fois pour toutes et définit *ne varietur* la structure eidétique du sujet de la connaissance, et ce en vertu d'un principe d'isomorphisme – à savoir le *principe de l'identité des fonctions d'unification des représentations sensibles qui œuvrent à la synthèse objectivante et de celles du sujet et du prédicat qui œuvrent à la synthèse apophantique*<sup>3</sup>. En vertu de ce principe d'identité des formes respectives des synthèses objectivante et propositionnelle, la table des catégories s'avère isomorphe à celle des formes propositionnelles qui, pour Kant, est fixée de manière définitive (Aristote ayant conféré à la logique sa forme finale<sup>4</sup>). De là s'ensuit l'*anhistoricité de la structure de l'entendement connaissant*, laquelle est déterminée par le système de ces concepts souches (*Stammbegriffe*) que sont les catégories<sup>5</sup>. Ainsi, par exemple, le système des catégories, joint à l'exigence de construction des concepts dans l'intuition pure, définit-il le système clos des possibilités de la pensée mathématique.

De l'autre cependant, Kant reconnaît l'historicité du travail de la connaissance et de conceptualisation de la pensée scientifique. Ainsi écrit-il, dans un énigmatique passage de la section sur les phénomènes et les noumènes :

Ce dernier [*scil.* l'objet transcendantal] désigne cependant un quelque chose = x dont nous ne savons rien, ni ne pouvons en général (*en vertu de la disposition actuelle de notre entendement*) [*nach der jetzigen Einrichtung unseres Verstandes*] rien savoir<sup>6</sup>.

Ce qui nous intéresse ici, c'est uniquement la mention explicite (et fort étonnante) d'une « disposition présente et actuelle » de l'entendement, comme si une telle disposition pouvait se transformer dans l'histoire et déterminer une paradoxale historicité d'un sujet transcendantal que Kant avait pourtant déterminé par un ensemble fixe de facultés et de structures *a priori*. En outre, dans l'*Appendice à*

<sup>3</sup> Kant, I., *Kritik der reinen Vernunft*, Transz. Analytik, A 79 (1781) / B 104-105 (1787) (trad. fr. de A. J.-L. Delamarre et Fr. Marty, *Critique de la raison pure*, Paris, Gallimard, 1980, coll. folio, p. 140).

<sup>4</sup> Kant, I., *Kr. d. r. Vern.*, Erste Vorrede, A XIV, Zweite Vorrede, B VIII-IX (trad. fr., p. 35 et 40-41).

<sup>5</sup> Kant, I., *Kr. d. r. Vern.*, Einleitung, A 13-B 27, Transz. Analytik, Transz. Deduktion, § 10, A 81-B 107, § 11, B 111 (trad. fr., 84, 141 et 144).

<sup>6</sup> Kant, I., *Kr. d. r. Vern.*, Transz. Analytik, Phaenomena und Noumena, A 250 (nous soulignons, trad. fr., 285, note, p. 302).

la *Dialectique transcendantale*, Kant insiste sur la fonction régulatrice des Idées de la raison, qui ouvre la possibilité d'une historicité de la raison scientifique. Si en effet les propositions fondamentales (*Grundsätze*) de l'entendement pur fournissent à chaque fois le concept qui est « la condition et comme l'exposant [*Exponent*] d'une règle en général », c'est-à-dire le fondement de l'obéissance de la nature à un système de lois<sup>7</sup> (à savoir, pour l'essentiel, les principes de substantialité, de causalité et de connexion dynamique des phénomènes), en revanche les lois déterminées ne sont nullement obtenues par simple application des catégories et propositions fondamentales aux données sensibles : loin en effet que l'on détermine les lois précises de la nature par subsumption des phénomènes sous les catégories et principes, la logique de la découverte des lois scientifiques procède toujours par jugements réfléchissants, tentatives de découverte de lois universelles et d'unification toujours plus poussée de types variés de phénomènes sous des concepts et lois plus généraux<sup>8</sup> – le cas paradigmatique étant la subsumption, par Newton, de la chute des corps terrestres, du phénomène des marées et des révolutions des astres sous la même loi d'attraction universelle<sup>9</sup>. Partant, si l'entendement possède toujours la même structure catégoriale anhistorique, la dynamique heuristique des sciences s'avère en revanche être l'œuvre de la *raison*, du jugement réfléchissant, de la production de concepts et de lois empiriques nouveaux à fonction unificatrice.

Or, dans la mesure où elle est située dans l'histoire, cette dynamique d'invention de concepts et de postulation de lois universelles laisse-t-elle invariante la structure noétique de l'entendement fini ? La structure de l'entendement n'est-elle pas remodelée de l'intérieur par les exigences et le travail historique de la raison ? N'y a-t-il pas une *historicité de la structure même de l'entendement scientifique*, et non de la seule découverte des concepts et lois ?

Enfin, quelle est la *structure même d'une telle historicité* ? Quel en est le paradigme ? Doit-on adopter la thèse continuiste de Duhem, selon laquelle les progrès de la science physique proviennent d'une suite continue de perfectionnements insensibles, ou celle de Koyré, pour qui son histoire est striée par des révolutions scientifiques qui sont autant de mutations de la rationalité elle-même ?

## Une épistémologie des discontinuités

Le concept régulateur implicite de l'épistémologie historique de Bachelard est celui de *discontinuité*.

Dans le débat qui a opposé le continuisme de Duhem et le discontinuisme de Koyré<sup>10</sup>, Bachelard a tranché en faveur de ce dernier, c'est-à-dire de la thèse de

<sup>7</sup> Kant, I., *Kr. d. r. Vern.*, Transz. Analytik, Anal. d. Grundsätze, A 159 / B 198 (trad. fr., p. 205).

<sup>8</sup> Kant, I., *Kr. d. r. Vern.*, Transz. Dialektik, Anhang, A 647 / B 675 sq. (trad. fr., p. 556 sq.).

<sup>9</sup> Kant, I., *ibid.*, A 662-663 / B 690-691 (trad. fr., p. 567-568). Le texte ne mentionne cependant pas expressément cette diversité de phénomènes.

<sup>10</sup> Cf. Clavelin, M., « Le débat Koyré-Duhem, hier et aujourd'hui », *History and Technology*, t. 4 (1987), p. 13-35.

l'existence de fractures ou de ruptures épistémologiques, ou encore de révolutions scientifiques. Or de telles discontinuités affectent la structure noétique du sujet connaissant : loin qu'on puisse parler, au singulier, *du* sujet de la connaissance, sujet dont la structure intellectuelle serait invariante ou anhistorique, il existe au contraire des transformations ou des mutations de la structure de l'entendement scientifique. À cet égard, Bachelard fonde avec Koyré l'épistémologie historique française comme une épistémologie des ruptures ou des discontinuités, dont Canguilhem et Foucault furent les héritiers et les continuateurs. Qu'il nous suffise ici de citer quelques déclarations significatives de ces deux théoriciens des sciences :

Il convient donc, d'admettre comme indispensables un bon usage de la récurrence et une éducation *de l'attention aux ruptures*<sup>11</sup> [...].

En fait, c'est la notion de discontinuité qui a changé de statut [...]. Elle est devenue maintenant un des éléments fondamentaux de l'analyse historique [...]. Il faut accepter de comprendre ce qu'est devenue l'histoire dans le travail réel des historiens : un certain *usage réglé de la discontinuité dans l'analyse des séries temporelles*<sup>12</sup>.

Une telle position est dirigée contre deux positions épistémologiques.

D'une part, la *thèse duhémienne* de progression du savoir par accumulation des connaissances et transitions insensibles, « évolutions lentes et longuement préparées » ou « une suite ininterrompue de perfectionnements à peine sensibles »<sup>13</sup> – ce qui conduit l'auteur, dans son histoire de la statique, à accorder une importance décisive à Jordanus de Némore et à un « géomètre inconnu » qui aurait découvert la notion moderne de *moment* et résolu le problème du plan incliné<sup>14</sup>, ainsi qu'à réévaluer, dans l'histoire de la mécanique et du problème de la chute des corps, l'importance de l'école de Jean Buridan et de la physique de *l'impetus*, où il lit une mise en évidence du double rôle de la gravité naturelle et de la résistance du milieu, ainsi qu'une préfiguration de l'unification galiléenne des mécaniques terrestre et céleste<sup>15</sup>.

<sup>11</sup> Canguilhem, G., *Idéologie et rationalité dans les sciences de la vie*, Paris, Vrin, 1988, p. 24 (nous soulignons).

<sup>12</sup> Foucault, M., « Sur l'archéologie des sciences. Réponse au Cercle d'épistémologie », *Cahiers pour l'analyse*, n° 9 : *Généalogie des sciences*, 1968, *Dits et écrits I*, n° 59, Paris, Gallimard, (1994), 2001<sup>2</sup>, p. 726-727 (nous soulignons).

<sup>13</sup> Duhem, P., *Les origines de la statique*, Paris, Hermann, 1905, p. IV : « La science mécanique et physique dont s'enorgueillissent à bon droit les temps modernes découle, par une suite ininterrompue de perfectionnements à peine sensibles, des doctrines professées au sein des écoles du moyen âge ; les prétendues révolutions intellectuelles n'ont été, le plus souvent, que des évolutions lentes et longuement préparées ». De même *La Théorie Physique, son objet, sa structure*, I, chap. I, § 3, Paris, Chevalier et Rivière, 1906, rééd. Paris, Vrin, 1993, p. 8 : « À travers les siècles, les doctrines se développent par un progrès continu, sans que les conquêtes nouvelles fassent rien perdre des domaines antérieurement acquis. », et « Physique de croyant », *Annales de Philosophie chrétienne*, 1905 (rééd. in *La théorie physique*, p. 448).

<sup>14</sup> Duhem, P., *La théorie physique, op. cit.*, p. 134-155 – cf. Brenner, A., *Duhem. Science, réalité et apparence*, Paris, Vrin, 1990, p. 144 sq.

<sup>15</sup> Duhem, P., *L'aube du savoir. Épitomé du système du monde*, Paris, Hermann, 1997, p. 547-586, et l'Introduction d'A. Brenner, p. XXIX-XXXIII.

D'autre part, la *thèse meyersonienne* de l'identité anhistorique et invariante du sens commun perceptif et de la connaissance scientifique qui en est le simple prolongement. C'est contre cette double position qu'est dirigée la thèse bachelardienne de l'existence de mutations de la pensée scientifique. Elle implique qu'en-deçà des démarches et découvertes scientifiques, il existe cette entité noétique qui a pour nom *esprit scientifique*, qui les précède et les fonde et, loin de demeurer identique à soi à travers le temps, subit des mutations historiques essentielles :

on voit qu'il n'y a pas développement des anciennes doctrines vers les nouvelles, mais bien plutôt enveloppement des anciennes pensées par les nouvelles. Les générations spirituelles procèdent par emboîtements successifs. De la pensée non newtonienne à la pensée newtonienne, il n'y a pas non plus contradiction, mais contraction<sup>16</sup>.

On ne peut manquer de voir que cette allure révolutionnaire de la science contemporaine doit réagir profondément sur la structure de l'esprit. L'esprit a une structure variable dès l'instant où la connaissance a une histoire<sup>17</sup>.

De la physique newtonienne à la physique relativiste, il n'y a pas seulement passage d'un état historique des connaissances physiennes à un autre, pas simplement extension ou enrichissement des connaissances, mais révision des principes fondamentaux et mutation d'un esprit scientifique passé en un nouvel esprit scientifique, d'une structure noétique de la connaissance à une autre.

Cependant, que veut dire exactement l'expression d'*esprit scientifique*, de même que celle, bien étrange, de *structure de la connaissance* ?

*Prima facie*, le terme de structure semble en effet réservé au versant noématique ou objectif de la connaissance : on parlera ainsi de structure syntaxique du langage scientifique (logique des prédicats du premier ordre, principe de causalité) ou de structure ontologique-formelle d'un domaine d'idéalités (structures de groupe, de corps, d'anneau) ; or, tant les structures syntaxiques que les structures ontologiques-formelles semblent douées d'invariance et ne pouvoir subir de mutations. Qu'en revanche, sur le versant *noétique*, l'esprit connaissant connaisse des mutations de structure, qu'est-ce que cela veut dire ? Cela signifie-t-il, en termes kantien, que le système des catégories, à savoir des fonctions synthétiques de l'entendement, se transforme au gré de l'évolution des connaissances ? Ou, en termes heideggériens, qu'il y a dans l'histoire des mutations du projet fondamental du savoir ?

L'analyse que fait Bachelard de la transition de la mécanique newtonienne à la mécanique relativiste nous donnera une première réponse. Dans *Le Nouvel Esprit Scientifique*, il brosse un bref synopsis des paliers de conceptualisation du concept de vitesse : en mécanique aristotélicienne vaut le principe de création continuée de la vitesse par l'action de la force, une force constamment imprimée s'avérant nécessaire pour maintenir une même vitesse ; en mécanique galiléenne puis newtonienne, on trouve une anticipation, puis une formulation expresse de la loi d'iner-

<sup>16</sup> Bachelard, G., *Le nouvel esprit scientifique*, Paris, Alcan, 1934, Puf, 1971<sup>11</sup>, p. 62.

<sup>17</sup> *Op. cit.*, p. 177.

tie comme loi de conservation de la direction et de la vitesse uniforme d'un corps isolé ; en mécanique relativiste règne le principe fondamental de constance de la vitesse de la lumière dans tous les référentiels possibles, ce qui entraîne une complexification des lois de composition des vitesses et l'admission de la vitesse de la lumière comme constante et borne indépassable de la vitesse de tout corps de la nature<sup>18</sup>. Or, si ces paliers de conceptualisation sont ici énoncés relativement à un seul concept de la mécanique (celui de vitesse), ils possèdent cependant une portée beaucoup plus générale, du fait qu'ils concernent ce concept dans sa connexion avec plusieurs autres (ceux de position, de force, d'accélération et de masse), au point de s'appliquer au système global des concepts fondamentaux de la mécanique :

Nous ne rappelons ces révolutions relatives à un seul concept que pour attirer l'attention sur le fait qu'elles sont synchrones de révolutions générales qui marquent profondément l'histoire de l'esprit scientifique. Tout va de pair, les concepts et la conceptualisation (...) la pensée se modifie dans sa forme si elle se modifie dans son objet<sup>19</sup>.

Telle est la loi que nous pourrions appeler loi du *holisme des transformations conceptuelles* : la modification de sens qui affecte un concept n'est jamais isolée, mais s'insère toujours dans une transformation significative du réseau de connexions entre les concepts fondamentaux de la théorie. Ici, la vitesse passe du statut de réalité produite et constamment entretenue par une force (physique aristotélicienne) à celui de grandeur primitive irrelative à la force imprimée, mais modifiable par l'action de la force (mécanique newtonienne), puis à celui de grandeur relative à un référentiel choisi, dont les expressions, transformations et modes de composition sont fondés sur le principe de constance de la vitesse de la lumière en tout référentiel (mécanique relativiste).

Or ce changement diacritique des relations entre concepts détermine à son tour un changement de structure noétique, c'est-à-dire de la structure de l'entendement scientifique. Pour le comprendre, il faut se référer à la caractérisation, par Bachelard, des tendances noétiques qui sont immanentes à la réflexion relativiste : « réflexion sur les concepts initiaux », « mise en doute des idées évidentes », « dédoublement fonctionnel des idées simples »<sup>20</sup>. Le meilleur exemple de telles mises en question et refontes est fourni par le concept de simultanéité, c'est-à-dire, en première approche, du fait que deux événements aient lieu en même temps. D'un tel concept, le sens commun possède une compréhension spontanément réaliste : que deux événements soient simultanés, cela signifie qu'ils ont effectivement lieu en même temps, indépendamment de la connaissance que peut en avoir un observateur. À ce postulat réaliste d'existence simultanée, le physicien relativiste oppose l'exigence d'un *modèle idéal de construction du concept dans l'intuition* : élaboration d'une expérimentation

<sup>18</sup> *Op. cit.*, p. 55.

<sup>19</sup> *Ibidem*.

<sup>20</sup> *Op. cit.*, p. 47.

idéale ou d'une expérience de pensée où puisse s'attester pour un observateur la simultanéité de deux événements disjoints. Règne désormais un impératif d'implication des concepts fondamentaux dans des jugements expérimentaux ou protocolaires, d'incorporation de l'expérience de pensée dans la conceptualisation<sup>21</sup>. Contre le primat platonicien de l'Idée pure et le mathématisme situé au fondement de la science galiléenne prévaut désormais la corrélation entre conceptualisation et construction du concept dans l'expérience – cette dernière étant entendue comme une expérience de pensée, une expérience idéalisée ou un idéal-type. Le processus noétique fondamental qui est ici en jeu est la déréalisation d'un concept initialement primitif, jointe à son remplissage expérimental. Ainsi ce qui vaut du concept de simultanéité vaut-il également de celui de masse : alors qu'elle est estimée primitive en physique newtonienne où, égale au quotient de la force par l'accélération, elle exprime la substantialité même de la matière, la physique relativiste la dédouble en masse inerte et masse pesante, longitudinale et transversale.

De là découle une *conséquence antidubémiennne, anticontinuiste*, dirigée contre la conception cumulative du savoir scientifique qui l'assimile à une capitalisation ou un développement progressif :

Au point de vue astronomique, la refonte du système einsteinien est totale. L'astronomie relativiste ne sort en aucune façon de l'astronomie newtonienne. Le système de Newton était un système achevé. (...) Il n'y a pas de transition entre le système de Newton et le système d'Einstein<sup>22</sup>.

La *structure d'une révolution ou d'une mutation de l'esprit scientifique* se caractérise comme un *enveloppement*, et non comme un développement : loin que de Newton à Einstein il y ait simplement une suite de transitions insensibles ou de corrections des résultats, le second procède à une mise en question radicale des concepts fondamentaux de la science antérieure, à une déréalisation de ces concepts et une restructuration du réseau conceptuel ; cette *ἐποχή* épistémique va de pair avec une mutation de l'*habitus* noétique, à savoir l'émergence de l'idéal régulateur nouveau qu'est l'exigence de construction expérimentale des concepts fondamentaux. Ainsi les progrès essentiels de la science ne sont-ils pas simplement fondés sur le sol de l'expérience, mais offrent la forme d'une *refondation polémique du savoir* et de la conceptualité qui précédaient ; tout nouveau savoir est le fruit d'une rupture avec un pseudo-savoir antérieur.

### **Polemos : la vérité comme dépassement des obstacles internes**

Au § 44 de *Sein und Zeit*, Heidegger assimile la vérité à un rapt (*Raub*) ou un arrachement au cèlement (*der Verborgenheit Entreissen*), ainsi qu'à un découverte

<sup>21</sup> *Op. cit.*, p. 48.

<sup>22</sup> *Op. cit.*, p. 45-46.



(*Entdecken*) de ce qui est de prime abord recouvert (*verdeckt*) ou une désoccultation (*Entbergung*) de ce qui est de prime abord occulté (*verborgen*)<sup>23</sup>. Dans une perspective voisine, Bachelard confère à la notion d'*obstacle* le statut de concept fondamental de l'épistémologie :

Quand on cherche les conditions psychologiques des progrès de la science (...), c'est en termes d'obstacles qu'il faut poser le problème de la connaissance scientifique<sup>24</sup>.

En fait, il ne peut y avoir conscience de normalité du savoir sans une référence à un désordre réduit, éliminé, de sorte que nous devons rapprocher systématiquement l'un de l'autre la psychologie des règles et la psychologie des obstacles (...). Comme le dit Maine de Biran (...), « les obstacles à la science (et ceci est bien remarquable), les obstacles, dis-je, font partie de la science ». (...) il faut toujours considérer un rationalisme du contre, c'est-à-dire une action psychologique constante contre les erreurs insidieuses<sup>25</sup>.

Outre les théories antérieures, il existe en effet un deuxième plan, niveau ou dimension d'antécédence vis-à-vis de toute nouvelle théorie scientifique *in statu nascendi* : la « base affective » de la pensée scientifique<sup>26</sup>, à savoir le soubassement d'intérêts, de tendances, d'*habitus* et de croyances infrarationnels qui constituent des obstacles internes à la pensée, des empêchements proprement noétiques. La pensée scientifique ne s'édifie pas simplement sur le sol vierge de l'expérience, comme on peut bâtir un édifice sur un sol ferme ; elle implique au contraire une essentielle *pars destruens*, dans la mesure où elle doit se construire de façon polémique, s'édifiant sur un fond et luttant contre les *habitus* affectifs de la pensée préscientifique. Le rationalisme véritable est ainsi un rationalisme de la lutte contre une spontanéité noétique fallacieuse, de la rectification d'une mauvaise tendance de pensée préexistante, d'une opinion spontanée qui « pense mal » ou « ne pense pas »<sup>27</sup>.

Notons bien le *caractère antipositiviste* d'une telle thèse, qui s'oppose radicalement au positivisme logique du Cercle de Vienne. Si l'on suit la thèse bachelardienne, il devient en effet impossible de se limiter à une analyse purement logique de la science dont la fonction essentielle serait d'élucider la syntaxe logique du langage scientifique et les connexions explicites entre systèmes d'énoncés et faits – et ce pour une raison simple : c'est qu'entre le niveau des théories énoncées et celui des faits se trouve le niveau intermédiaire et implicite des *habitus* préscientifiques internes à la pensée, qui constituent autant d'obstacles ou de contrepensées que doit surmonter la raison. Elle possède également, et pour la même raison, un *caractère antihusserlien* : car si pour Husserl toutes les formations catégoriales de la pen-

<sup>23</sup> Heidegger, M., *Sein und Zeit*, § 44b et 44a, Tübingen, Niemeyer, 1927, p. 222 (*Raub*), 219-220 et 218 (*Entdecken*) (trad. fr. de E. Martineau, *Être et temps*, Paris, Authentica, 1985, p. 179, 177-178 et 176).

<sup>24</sup> Bachelard, G., *La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1938, 1983<sup>12</sup>, p. 13.

<sup>25</sup> Bachelard, G., *Le rationalisme appliqué*, Paris, Puf, 1949 (1986<sup>6</sup>), p. 15.

<sup>26</sup> Bachelard, G., *La formation de l'esprit scientifique*, p. 9.

<sup>27</sup> *Op. cit.*, p. 14.



sée sont en dernière instance fondées sur le sol des perceptions sensibles<sup>28</sup>, comme si la pensée procédait à partir de ce dernier, de façon progressive et constructive, à l'édification graduelle d'étages théoriques, pour Bachelard en revanche les constructions théoriques s'édifient sur le terrain de dispositions préscientifiques ou affectives, d'un inconscient de la pensée scientifique.

Une telle orientation avait déjà été esquissée par Hélène Metzger dans plusieurs textes parus dans les années trente, en particulier « *La priori* dans la doctrine scientifique et l'histoire des sciences » et « La méthode philosophique en histoire des sciences ». La méthode de l'historien des sciences doit être, écrit-elle, de « tenter de déterminer, en se transportant hypothétiquement au-dessous du niveau d'affleurement de telles doctrines, quels sont les ressorts profonds qui ont animé la doctrine »<sup>29</sup>. Que trouve-t-on au-dessous du niveau d'affleurement des doctrines explicites ? En-deçà du projet théorétique de détermination des objets ou des modalités spécifiques prises par l'attitude théorétique à tel ou tel moment décisif de l'histoire d'une discipline, on trouve un *arrièreplan de dispositions infra-théorétiques* que Metzger, empruntant à la conceptualité déployée par Lévy-Bruhl à propos des formes éloignées de culture, caractérise comme une « mentalité » – c'est-à-dire, préalable à toute activité scientifique, une attitude, une orientation, une disposition ou un ensemble de tendances :

si l'esprit humain est toujours et partout semblable à lui-même dans ses caractères fondamentaux, s'il a vraisemblablement une armature immuable, les attitudes qu'il peut prendre et qui déterminent effectivement l'orientation de la mentalité des hommes sont diverses et fort variées ; il faut voir même dans cette *hétérogénéité d'orientations de mentalités* la principale source de l'hétérogénéité des opinions professées par les divers chercheurs<sup>30</sup>.

Ce primat de la mentalité sur la conceptualité et les méthodes scientifiques dicte l'impératif premier en épistémologie et en histoire des sciences : il faut « s'imprégner des attitudes fondamentales qui ont déterminé les orientations de la mentalité des auteurs étudiés »<sup>31</sup>. Un tel mot d'ordre est fondamentalement antipositiviste : il est en effet impossible de partir du niveau des faits comme d'un sol absolument donné et ferme, ou d'une base observationnelle brute à partir de laquelle on pourrait élucider l'émergence des actes de théorisation – et ce pour la raison essentielle que loin d'être originaire, la notion de fait observé est déjà fonction des « exigences d'une mentalité » ou de l'« orientation d'une mentalité » qui lui préexiste et est spécifique d'une époque ou d'un groupe d'esprits donné. Ainsi ne saurait-on parler dans l'absolu de fait chimique comme d'un donné premier précédant tout acte de théorisation, car la notion même de fait chimique n'a pas le même

<sup>28</sup> Husserl, E., *Logische Untersuchungen*, VI. Unters., § 46, éd. U. Panzer, Den Haag / Boston / Lancaster, M. Nijhoff, 1984, Hua XIX/2, p. 674-675 (trad. fr. H. Élie, A. L. Kelkel et R. Schérer, *Recherches logiques*, tome III : Sixième recherche, Paris, P.U.F., 1974, p. 178-179).

<sup>29</sup> Metzger, H. « La méthode philosophique en histoire des sciences », in *La méthode philosophique en histoire des sciences. Textes 1914-1939*, Paris, Fayard, 1987, p. 58.

<sup>30</sup> *Op. cit.*, p. 60.

<sup>31</sup> *Op. cit.*, p. 66-67.

sens en chimie paracelsienne, pré-lavoisienne, lavoisienne et mendelevienne : la factualité du fait est en chacune précédée par un ensemble plus ou moins normatif d'exigences définitionnelles, expérimentales et méthodiques, de sorte que, comme l'écrit Federigo Enriques que cite Metzger, « un fait ne reçoit la signification qui lui appartient que des idées selon lesquelles nous l'interprétons »<sup>32</sup>. Un exemple en est fourni par l'étrange théorie de la combustion de Robert Boyle : si les briques et métaux soumis à la flamme voient leur poids augmenter, c'est que leur matière s'est incorporé la substance du feu ; or cette curieuse interprétation ne dérive pas directement de recherches expérimentales, mais « de la forme même de l'interrogation posée » : si le traité de Boyle s'intitule *Nouvelles expériences pour rendre le feu et la flamme stables et pondérables*, « il est clair qu'un tel programme dirige l'interprétation de l'expérience »<sup>33</sup>. De même, avant la mutation du regard et l'exigence de précision analytique qu'a provoquées la classification des éléments de Mendeleïev, les réactifs ne pouvaient encore être définis avec la précision qui aujourd'hui nous paraît naturelle ; c'est seulement quand, de manière rétroactive, on introduit dans l'orientation épistémique passée l'exigence contemporaine de précision analytique, que l'on peut considérer les faits relatés dans les anciens traités comme une base expérimentale indubitable ; si en revanche on fait abstraction du regard contemporain pour se replacer dans l'attitude épistémique ancienne, non encore régie par l'idéal de précision, le fait apparaîtra impossible à dissocier de la théorie. C'est là pour l'essentiel la thèse dite de « Duhem-Quine » selon laquelle, en vertu du cercle vicieux qui les relie l'un à l'autre, il est quasiment impossible de séparer le fait de la théorie : « l'interprétation au moyen des théories admises par l'observation fait partie intégrante d'une expérience de physique »<sup>34</sup>.

Si l'on veut tracer un parallèle avec Husserl, on ne devra plus se référer au principe de fondation du catégorial sur le plan sensible énoncé dans la Sixième recherche, mais plutôt au *principe de holisme intentionnel* énoncé au § 100 de *Logique formelle et logique transcendantale* :

En tant que tels, les problèmes du jugement *ne pouvaient absolument pas être isolés* [...] L'intentionnalité n'est pas quelque chose d'isolé [*Intentionalität ist nichts Isoliertes*], elle ne peut être considérée que dans l'unité synthétique qui relie de manière *téléologique* toutes les pulsations particulières de la vie psychique qui se réfèrent de façon unitaire à des objectités<sup>35</sup>.

<sup>32</sup> Metzger, H. « La méthode en histoire des sciences selon F. Enriques », in *op. cit.*, p. 144.

<sup>33</sup> Metzger, H. « Tribunal de l'histoire... », in *op. cit.*, p. 36-37.

<sup>34</sup> Duhem, P., « Quelques réflexions au sujet de la physique expérimentale », *Revue des questions scientifiques*, 36 (1894), p. 182, et *La théorie physique, op. cit.*, p. 217 – cf. Brenner, A., *Duhem, op. cit.*, 1990, p. 44-50, et *Les origines françaises de la philosophie des sciences*, Paris, Puf, 2003, p. 174 sq. C'est à l'évidence la source directe de la thèse de Thomas Kuhn, jugée en son temps révolutionnaire par des philosophes des sciences qui ignoraient tout des apports de l'épistémologie historique française : « Scientific fact and theory are not categorically separable. » (*The Structure of Scientific Revolutions*, 1962, Chicago/London, University of Chicago Press, 1996<sup>3</sup>, p. 7 ; trad. fr. de L. Meyer, *La structure des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion, 1983, p. 25).

<sup>35</sup> Husserl, H., *Formale und transzendente Logik*, § 100, Hua XVII, p. 269 (trad. fr. S. Bachelard, *Logique formelle et logique transcendantale*, Paris, Puf, 1957, p. 350).

Les multiples catégories d'objets qui se constituent sont [...] entrelacées par essence les unes avec les autres [*miteinander wesensmäßig verflochten*] et, par conséquent, non seulement tout objet possède son évidence propre, mais cette évidence exerce aussi des fonctions qui empiètent sur les autres<sup>36</sup>.

Si, pour les besoins de l'analyse, toute forme d'intentionnalité peut de façon abstractive être considérée isolément, il ne faut cependant pas oublier qu'il s'agit d'une abstraction relative aux exigences de décomposition des phénomènes et de focalisation sur un de leurs aspects. Ainsi est-il toujours possible de fixer son attention sur une méthode scientifique et de déterminer, grâce à la réflexion transcendantale, les actes intentionnels qui lui appartiennent. Mais, dans un second temps, il faudra lever cette abstraction analytique et replacer cette méthode (et les actes intentionnels qui la constituent) dans leur unité synthétique et téléologique avec d'autres actes intentionnels qui, de prime abord, lui semblent hétérogènes ; on sera ainsi conduit à considérer les formes scientifiques de l'intentionnalité dans la connexion synthétique primordiale qu'elles forment avec des modes d'intentionnalité préscientifiques. *L'intentionnalité proprement scientifique ne peut donc être scindée des formes préscientifiques de l'intentionnalité*. Certes, Husserl n'a lui-même thématiqué cette coappartenance qu'en termes d'unité entre les formes catégoriales de la pensée scientifique et le sol de l'activité perceptive ; toutefois, la pensée préscientifique ne se limitant pas au seul mode de l'intentionnalité perceptive, mais englobant au contraire les modes affectifs, axiologiques, pratiques et esthétiques de l'intentionnalité, ce principe holiste signifie qu'on ne saurait isoler la pensée scientifique des *habitus* noétiques qui appartiennent à la pensée préthéorétique au sens large. Et ce sont précisément de tels *habitus* que Bachelard désigne par l'expression d'obstacles épistémologiques.

Loin cependant que Bachelard s'en tienne à cette thèse générale et abstraite de l'existence d'obstacles épistémologiques internes à la pensée elle-même, il tente d'en donner une caractérisation à la fois nomologique et concrète en la mettant en relation avec la *loi des trois états pour l'esprit scientifique*, dont la formule est analogiquement inspirée d'Auguste Comte, et qui détermine les paliers d'*habitus* épistémiques que doit nécessairement traverser l'esprit scientifique au cours de son développement : d'abord vient l'état concret, puis l'état concret-abstrait, enfin l'état abstrait<sup>37</sup>. L'état concret consiste en ce que la pensée demeure prioritairement orientée sur les images données du phénomène, d'où résulte l'exigence d'adéquation à l'expérience première ou au fait primitif, ainsi que de recherche de la variété de ses formes en extension ; cette tendance de la pensée préscientifique se caractérise par son intérêt primordial pour l'accumulation et la variété des faits observables, sans aucune mise en jeu de la variation méthodique des composantes du phénomène considéré : c'est le niveau de l'« empirisme évident et foncier », d'un empirisme immédiat et coloré de la curiosité chez qui le recours aux faits n'est

<sup>36</sup> *Op. cit.*, § 107c, Hua XVII, p. 293-294 (trad. fr., p. 381).

<sup>37</sup> Bachelard, G., *La Formation de l'esprit scientifique*, p. 8.

une garantie ni de solidité, ni de fondation empirique<sup>38</sup>. Ainsi, par exemple, aux débuts de la théorisation de l'électricité, Priestley considérait-il au premier chef, dans ses expériences sur les corps électriques, « les plus claires et les plus agréables de toutes celles qu'offre la physique », ne cherchant qu'à accumuler sans ordre méthodique une pluralité de faits électriques qui fournissaient autant d'occasions de divertissement du regard<sup>39</sup>. Par opposition, l'état concret-abstrait apparaît comme étant l'époque de la schématisation géométrique, de la recherche de généralité et de l'orientation sur la simplicité de l'abstraction : au lieu d'élargir la multiplicité des phénomènes, l'entendement scientifique s'efforce désormais d'« en déterminer les variations », c'est-à-dire d'isoler les variables mathématiques et d'en déterminer la coordination fonctionnelle, afin d'acquérir une compréhension mathématique du phénomène et de pouvoir compléter ce dernier<sup>40</sup>. Le dernier état, abstrait, se caractérise par une double orientation négative : il est en effet à la fois orienté contre la multiplication qualitative des expériences immédiates et la facilité de la généralisation trop rapide ; à cette étape, la pensée cherche à s'écarter des conditions ordinaires de l'expérience, à substituer aux observations immédiates l'expérimentation méthodique et composée, inspirée d'hypothèses théoriques, à tester la coordination fonctionnelle de plusieurs variables, et enfin à réunir sous l'unité nomologique d'un même ensemble de principes des domaines d'objets distincts et en apparence hétérogènes.

De là découle une conséquence essentielle : toute transition d'un niveau à un autre suppose le *refoulement d'une tendance noétique naturelle ou spontanée*.

Ainsi l'état concret se caractérise-t-il par la domination d'une curiosité extensionnelle ou par l'intérêt pris à la pluralité qualitative des faits ; toutefois, le retour aux faits n'y émane pas d'un souci de corroboration empirique ou n'apparaît pas comme moyen de s'assurer de la solidité empirique des résultats, mais trahit plutôt l'attitude préscientifique d'un empirisme immédiat qui a pour trait essentiel une curiosité spontanée et pour finalité la recherche de la pluralité et de l'originalité des faits. *A contrario*, le premier niveau de la rationalisation implique la mise en question des croyances premières et spontanées, la formulation d'hypothèses contradictoires, ainsi que l'élaboration de concepts nouveaux et d'un réseau de relations exactes entre grandeurs<sup>41</sup>.

Dans cette perspective, *l'obstacle du réalisme* possède une importance essentielle, dans la mesure où il s'agit d'une tendance épistémique constitutive de l'esprit humain qui peut cependant revêtir des formes différenciées et prendre place à divers niveaux du développement de l'esprit scientifique<sup>42</sup>. Une forme particulière de cette orientation générale réside dans la tendance à la « substantialisation d'une qualité immédiate saisie dans une intuition directe ». Par exemple, au XVIII<sup>e</sup> siècle, Priestley observe que les corps légers ont tendance à s'agréger à un corps

<sup>38</sup> *Op. cit.*, p. 29 sq.

<sup>39</sup> *Op. cit.*, p. 29.

<sup>40</sup> *Ibid.*, p. 65.

<sup>41</sup> *Op. cit.*, p. 41.

<sup>42</sup> *Op. cit.*, p. 97 sq.

électrisé ; et cette observation empirique est aussitôt prise comme étant le signe d'une propriété substantielle imaginée par Boyle, à savoir que le corps électrique projetait une émanation glutineuse qui se saisissait des petits corps et les ramenait vers le corps électrisé – d'où s'ensuit l'assimilation de l'électricité à une sorte de colle ou de glu. C'est là une « tendance à la réalisation directe », c'est-à-dire à l'explication immédiate d'un effet observable par une substance agissante que l'imagination se représente par analogie avec des phénomènes connus de l'expérience ordinaire<sup>43</sup>. En conclusion, il se dégage un principe méthodique fondamental de l'épistémologie, qui exige de *replacer l'intentionnalité propre à la pensée scientifique dans le cadre général de ses soubassements, c'est-à-dire dans le cadre des modalités préscientifiques de l'intentionnalité*. Ici se manifeste un curieux parallélisme entre l'anthropologie et l'épistémologie : pour Lévy-Bruhl et Mircea Éliade, la forme de pensée de l'homme contemporain continue d'être habitée, voire déterminée par des formes antérieures de la « mentalité primitive » ou de la « pensée magique » ; de façon tout à fait analogue, pour Bachelard et Hélène Metzger, la pensée scientifique est prise dans une lutte constante contre les tendances qui sont inhérentes à la « mentalité préscientifique »<sup>44</sup>. Cet usage du concept de mentalité provient de l'anthropologie de Lévy-Bruhl, lequel avait émis un doute de fond quant à l'unité et l'unicité de la forme de pensée propre à l'humanité et avait à l'inverse tenté, à l'aide de ce concept, de caractériser la pluralité des formes de pensée culturelles au sein de l'humanité ; Hélène Metzger applique à l'épistémologie historique la « loi de participation » dégagée par Lévy-Bruhl<sup>45</sup> : de même que la pensée magique des cultures dites primitives était dominée par la loi prélogique de participation, selon laquelle il peut exister une identité à la fois partielle et complète entre des choses ou processus en apparence hétérogènes (ce qui implique une forme de pensée par association immédiate), la pensée préscientifique de forme « expansive » se conforme à la loi de l'analogie spontanée, selon laquelle il existe une analogie immédiate entre diverses sortes de phénomènes ; et de même que, pour Lévy-Bruhl, le mode de comportement et de pensée de l'homme contemporain est encore partiellement déterminé par la loi de participation, de même, pour Metzger et Bachelard, la pensée scientifique à ses stades de développement tardifs est encore souterrainement déterminée par des *habitus* et tendances préscientifiques.

Il existe pourtant entre Metzger et Bachelard une différence essentielle.

La première dégage deux formes permanentes de l'*a priori* : celui de la *pensée expansive*, analogon de la mentalité primitive de Lévy-Bruhl qui s'identifie à un besoin concret de généralisation et de sympathie qui tend à pratiquer spontanément l'inférence analogique entre des domaines différents<sup>46</sup> ; et celui de la *pensée ré-*

<sup>43</sup> *Op. cit.*, p. 109.

<sup>44</sup> *Op. cit.*, p. 109 – Metzger, H., « Réflexions sur Lévy-Bruhl », *op. cit.*, p. 115.

<sup>45</sup> Hélène Metzger cite, entre autres, le livre de Lévy-Bruhl intitulé *La mentalité primitive* (1923) et caractérise sa recherche anthropologique de la façon suivante : « Le point de départ de ses travaux fut un doute concernant l'unité de l'esprit humain, unité qui avait toujours été admise comme allant de soi. [...] Lévy-Bruhl s'est demandé si la mentalité de certaines races d'hommes ne différait pas profondément de la nôtre. » (*op. cit.*, p. 115).

<sup>46</sup> Metzger, H., « *L'a priori* dans la doctrine scientifique... », *op. cit.*, p. 47-51.

*fléchie*, besoin inverse de vérification et de justification des savoirs acquis, de prise de conscience de leurs conditions de validité, attitude polémique orientée contre l'erreur et la superstition<sup>47</sup>. Or, loin que la pensée expansive primitive représente un stade premier qui doit céder définitivement le pas à la pensée réfléchie au cours du développement de la science, les tendances opposées que sont les pensées expansive et réfléchie apparaissent au contraire comme des forces également indispensables à l'effort de connaissance, dont l'antagonisme et l'équilibre relatif déterminent le style épistémique d'une époque ou d'un savant<sup>48</sup>. Ainsi une pensée qui serait exclusivement critique et réfléchie demeurerait-elle incapable de trouver des résultats scientifiques significatifs et d'ouvrir à la recherche de nouvelles voies :

L'intelligence humaine a toujours trouvé dans l'impulsion fournie par la pensée spontanée, que M. Lévy-Bruhl appelle à tort *mentalité primitive*, l'inspiration première de ses plus belles découvertes, de ses plus admirables inventions<sup>49</sup>.

Cette raison ne peut espérer détruire l'âme primitive qui git en chacun de nous, car c'est de cette âme primitive qu'elle tire la force qui lui permet d'aller de l'avant<sup>50</sup>.

Pour Metzger, les tendances globales de la pensée humaine demeurent donc déterminées par une loi de développement : une pensée possédant une véritable fécondité scientifique ne saurait être exclusivement réfléchie, mais doit au contraire puiser sa force intérieure d'invention dans la pensée préscientifique de nature expansive, tandis qu'à l'opposé, la fonction de la pensée réfléchie réside dans la critique et la maîtrise de cette pensée spontanée. En dépit des mutations qualitatives de l'attitude scientifique, celle-ci possède donc une structure permanente : à savoir un équilibre entre la puissance d'invention de la pensée expansive et analogique, qui trouve spontanément des connexions analogiques entre des domaines hétérogènes, et les scrupules de la pensée critique, qui en met à l'épreuve avec méthode la validité. Partant, l'*a priori* de la pensée expansive n'a nullement le statut temporel d'un stade de développement primitif de la pensée scientifique qui s'intégrerait à une série d'états successifs (comme c'est le cas de l'état concret pour Bachelard), mais d'une *disposition noétique permanente* qui habite en son sein et continue de la nourrir : en toute rigueur il ne s'agit pas d'un stade préscientifique, mais d'une tendance non rigoureusement rationnelle qui, à toute époque, est nécessaire à la pensée scientifique.

Rien de cela chez Bachelard : les obstacles épistémologiques ne sont nullement des tendances noétiques invariantes et conaturelles à l'esprit humain qui seraient susceptibles de réapparaître à tout moment de l'histoire, mais des tendances historiquement situées que la pensée scientifique doit surmonter à une époque déterminée de son développement. Ainsi n'y aurait-il aucun sens, par exemple, à dire que

<sup>47</sup> *Op. cit.*, p. 51-54.

<sup>48</sup> *Op. cit.*, p. 54 – cf. le compte rendu de Lévy-Bruhl, L., *La mythologie primitive. Le monde mythique des Australiens et des Papous* (Paris, Félix Alcan, 1915), *Archeion* Nr. 17 (1935), *op. cit.*, p. 127.

<sup>49</sup> « Réflexions sur Lévy-Bruhl », *op. cit.*, p. 121.

<sup>50</sup> Compte rendu de *La mythologie primitive*, *op. cit.*, p. 127.



la physique relativiste ou la mécanique quantique ont encore à surmonter l'obstacle du réalisme des qualités sensibles immédiates ! Chaque révolution scientifique advient par dépassement d'un obstacle épistémologique précis et historiquement situé – ce qui nous conduit vers la question de l'historicité des sciences.

## Style ou typique de l'historicité des sciences

Nous pourrions caractériser de la façon suivante la thèse bachelardienne sur l'historicité de la rationalité scientifique : il n'y a pas, au sein du sujet de la connaissance, de permanence anhistorique et de coexistence simultanée de tendances de la pensée préscientifique et d'exigences contraires de la pensée scientifique, de telle sorte que les premières seraient toujours à surmonter et que la connaissance effective serait une arène de combat entre les deux. Bachelard tente au contraire de caractériser les types de paliers historiques de la rationalité que doit nécessairement parcourir et tour à tour surmonter l'esprit scientifique. La méthode essentielle de l'épistémologie historique est de « trouver des mutations de la rationalité »<sup>51</sup>, d'élaborer une description systématique des stades critiques qu'elle doit dépasser en surmontant à chaque fois un obstacle épistémologique. Il y a donc là une tentative de caractériser en son essence la structure de l'historicité scientifique qui échoit au progrès des sciences.

À cette fin, la méthode d'investigation consiste à déterminer le « profil épistémologique d'un concept », lequel est constitué par la succession des « stades de l'évolution épistémologique » de sa thématization scientifique, ordonnés selon un « sens de l'évolution épistémologique ». La conception de toute notion fondamentale doit en effet passer par des étapes de conceptualisation qui correspondent à des thèses philosophiques immanentes ; il s'agit là d'une odyssee de la conscience ou d'une véritable phénoménologie de l'esprit scientifique au sens hégélien, qui élucide la suite des figures de la conscience d'objet scientifique – étant entendu que ce qu'elle trouve à chaque fois à titre d'objet correspond à ce qu'elle a élaboré comme concept, et que le passage d'une figure à l'autre obéit à une loi de transition ou de transformation dont il n'est cependant pas certain qu'il s'agisse d'une loi d'autodépassement dialectique.

Prenons avec Bachelard l'exemple du concept physique de masse, dont il caractérise de la façon suivante la séquence des étapes de formation : concept animiste, concept empirique-objectif, concept rationnel, concept rationnel complexe, enfin concept rationnel dialectisé<sup>52</sup>.

Le *concept animiste* de masse se détermine, sur un plan exclusivement perceptif, par la « contradiction entre le gros et le pesant » : il y a, pour la perception sensible, contradiction entre l'évaluation extensive de la grosseur d'un objet et l'appréciation intensive de sa pesanteur ou de son poids ; ce concept purement

<sup>51</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, Paris, Puf, 1949 (1986<sup>6</sup>), p. 44.

<sup>52</sup> Bachelard, G., *La Philosophie du Non. Essai d'une philosophie du Nouvel Esprit scientifique*, Paris, Puf, 1940 (1975<sup>7</sup>), p. 19-21.



empirique a, dans le développement de la pensée physicienne, la fonction d'un « concept-obstacle », dans la mesure où il n'ouvre ni voie ni méthode de recherche<sup>53</sup>. La seconde étape de la formation de concept est celle du concept empirique-objectif, qui correspond à un « usage simple » et une « détermination objective précise » : bien qu'il reste de nature purement empirique, ce concept acquiert cependant une validité objective, c'est-à-dire intersubjective, car soustraite à l'imprécision de l'évaluation subjective du « plus ou moins lourd », du fait qu'il se réfère à l'opération de mesure grâce à l'usage de la balance ; cette forme d'objectivité demeure toutefois immédiatement empirique dans la mesure où « l'instrument précède sa théorie », l'existence de l'instrument de mesure qu'est la balance n'impliquant en effet aucune théorisation du concept de masse, et la pensée de ce concept se limitant à l'opération de pesage – « Peser, c'est penser. Penser, c'est peser »<sup>54</sup>. On franchit une nouvelle étape de la formation de concept avec le *concept rationnel*, où il faut entendre le terme de raison au double sens de faculté théorétique et de proportion numérique : au sein du mécanisme newtonien, la masse se définit par l'équation  $F = mA$ , c'est-à-dire comme coefficient de la force par l'accélération, dans une connexion à la fois rationnelle et quantitative avec ces deux concepts de grandeur ; ainsi, alors que le réalisme immédiat de la perception sensible pose la question de savoir, entre la masse, la force et l'accélération, quelle est la grandeur réelle – « De la force, de la masse, de l'accélération, qu'est-ce qui est *réel* ? » –, le rationalisme newtonien considère désormais comme fait physique véritable la connexion globale (l'ensemble des relations), à la fois mathématique et conceptuelle, entre ces grandeurs ; et tandis que la masse est considérée en son être par le réalisme sensible, elle apparaît désormais exclusivement, dans cette nouvelle corrélation conceptuelle, comme une composante mathématique au sein du devenir des phénomènes, c'est-à-dire un « coefficient du devenir » ; avec cette étape, on passe du réalisme substantialiste au réalisme nomologique, de celui des choses à un « réalisme des lois » au sein duquel le concept de masse se réduit à un élément d'une construction rationnelle<sup>55</sup>. Au quatrième niveau, le concept de masse devient un *concept rationnel complexe* : alors que dans la mécanique newtonienne l'espace, le temps et la masse absolus constituent des éléments simples et séparés, sortes d'« atomes notionnels » qui sont toujours reconnaissables comme identiques à eux-mêmes et n'entrent qu'après coup dans des connexions fonctionnelles extrinsèques, le concept de masse acquiert au contraire en théorie de la relativité une « structure fonctionnelle interne », dans la mesure où il se laisse décomposer et manifeste une complexité intrinsèque ; de même en effet que le concept de repos absolu n'a plus aucun sens dès lors que celui de mouvement devient relatif à un référentiel choisi, de même l'idée de masse absolue perd désormais tout sens : car tandis qu'en mécanique classique la grandeur de la masse est indépendante de la vitesse, il y a désormais duplication du concept de masse en masse inerte et

<sup>53</sup> *Op. cit.*, p. 22-25.

<sup>54</sup> *Op. cit.*, p. 25-27.

<sup>55</sup> *Op. cit.*, p. 27-30.

masse pesante, cette dernière n'étant plus indépendante de la vitesse et n'ayant pas le même comportement vis-à-vis de l'accélération normale et tangentielle ; à ce stade a donc lieu la décomposition fonctionnelle interne des concepts, avec pour conséquence un accroissement du nombre des fonctions internes d'un même concept<sup>56</sup>. Pour finir, le cinquième et ultime niveau est celui du *concept rationnel dialectisé de masse* ou du *surrationalisme dialectique*, qui correspond à la mécanique de Dirac : à ce dernier niveau s'accomplit la complète déréalisation du concept, du fait de la reconnaissance de la possibilité de masses négatives, au-delà même de la notion relativiste de masse<sup>57</sup>.

De ce spectre conceptuel appartenant à une notion singulière, il s'ensuit que l'on ne saurait se contenter d'adhérer à *une* unique thèse philosophique, mais que l'on est conduit à adopter un « pluralisme philosophique » ou une « polyphilosophie » qui intègre dans leur diversité les paliers de thématization, de formation et de transformation du concept<sup>58</sup> : au concept empiriste-animiste de masse correspond en effet un *réalisme substantialiste* qui pose l'être en soi de qualités immédiatement perceptibles ; au concept pragmatique, un *rationalisme opératoire ou instrumental* qui pose comme objet le résultat d'une opération de mesure ; au concept newtonien, un *rationalisme conceptuel* qui part des relations entre grandeurs posées dans les lois fondamentales de la mécanique ; au concept relativiste, un *rationalisme de la complexité* qui décompose un même concept en une dualité ou une pluralité de fonctions ; au concept de Dirac enfin, un *rationalisme discursif ou dialectique* qui en parachève la coupure avec toute réalité positive en admettant des masses négatives<sup>59</sup>. L'ensemble de ces transitions d'une thèse philosophique à une autre s'identifie ainsi à un processus de déréalisation progressive, scandé par des étapes qualitatives de métamorphose de la conscience d'objet : odyssée de la conscience d'objet, phénoménologie de l'esprit scientifique dont la loi n'est pas celle de l'autodépassement dialectique, sinon sous la forme d'une déréalisation de la notion posée comme réalité à l'étape précédente.

L'idée de *rationalisme dialectique* enveloppe par conséquent en soi deux thèses fort différentes, mais néanmoins corrélatives.

D'une part, elle exprime l'ultime niveau des métamorphoses historiques du concept, où ce dernier ne retient plus en soi aucune sorte de réalité effective immédiate, mais se voit totalement désubstantialisé, déréalisé ; d'autre part, elle correspond à l'ensemble du devenir historique du concept, où ce dernier se dépouille progressivement de toute trace de réalité effective – tout d'abord de la réalité substantielle, puis de la réalité opératoire immédiate, ensuite de la simplicité conceptuelle, enfin de la positivité : chaque nouvelle étape résulte du dépassement de la naïveté réaliste du niveau immédiatement inférieur. Le titre de rationalisme dialectique exprime donc d'un côté la fine pointe du rationalisme de la pensée physi-

<sup>56</sup> *Op. cit.*, p. 30-33.

<sup>57</sup> *Op. cit.*, p. 33-36.

<sup>58</sup> *Op. cit.*, p. 49 ; *Le Rationalisme appliqué*, p. 7. Cf. Lecourt, D., *L'épistémologie historique de Gaston Bachelard*, Paris, Vrin, 1969, p. 48 sq.

<sup>59</sup> G. Bachelard, *La Philosophie du Non*, p. 45.

cienne, dans la mesure où celle-ci a laissé derrière soi toute trace de réalisme et s'est convertie à l'idéalisme constitutif, en admettant que l'objet physique est intégralement constitué par les opérations de la pensée scientifique, sans aucun reste de réalité immédiate ; de l'autre, elle désigne une thèse de théorie de la connaissance selon laquelle l'histoire de la connaissance physicienne s'identifie à un refoulement progressif de toute forme d'immédiateté et à une déréalisation par paliers d'une notion initialement réaliste.

## Plaidoyer pour l'épistémologie historique et critique de Kuhn

La thèse fondamentale de Bachelard nous apparaît ainsi comme une position paradigmatique de l'école épistémologique française qui s'est développée dans le sillage de la controverse de fond entre Duhem et Koyré et a abouti aux contributions respectives de Canguilhem et Foucault : à savoir qu'il n'existe pas de structure éternelle, anhistorique ou omnitemporelle de l'esprit humain ou du sujet de la connaissance scientifique – pas de sujet constituant absolu qui serait doté d'une nature préconstituée ou d'un équipement de facultés de connaissance et de structures *a priori*. Le sujet est au contraire toujours constitué au sein d'une histoire, se trouve toujours situé à une place temporelle déterminée de la constitution de l'esprit scientifique, et se caractérise toujours par une *différentielle polémique de la connaissance*<sup>60</sup>, une lutte contre un obstacle épistémologique précis ou une tendance spontanément réaliste de degré déterminé. Peut-être cette thèse fondamentale trouve-t-elle son expression la plus aboutie dans ce passage des *Études* :

[l'idéalisme immédiat] est fautif en posant un sujet originellement constitué, alors que l'esprit est une valeur d'ordre essentiellement dynamique, qui ne se manifeste pleinement qu'au moment de sa reconstitution active et hiérarchique (...). L'idée correspond toujours à une modification spirituelle<sup>61</sup>.

Il n'y a donc pas d'*ego cogitans* qui se caractériserait par une préconstitution intellectuelle, mais au contraire assimilation du sujet scientifique à un *cogitamus* intersubjectif, à une communauté scientifique qui se définit par l'admission d'un ensemble de concepts fondamentaux, de normes de rigueur et de validation, d'instruments permettant l'élaboration de protocoles expérimentaux, et d'un champ de problèmes à résoudre. Le sujet de la pensée scientifique est essentiellement déterminé par les problématiques immanentes à son domaine théorique, problématiques dont pour une bonne part il n'est que l'héritier tardif, mais qu'il est appelé à réactiver et à transformer ; il est donc lui-même constitué par l'intériorisation des méthodes, concepts, normes et problèmes livré par une intersubjectivité consti-

<sup>60</sup> La formule est tirée du *Nouvel esprit scientifique*, p. 177 – cf. *Le Rationalisme appliqué*, p. 47 : « On comprendra alors ce qu'est cette *raison risquée, sans cesse réformée, toujours auto-polémique*. »

<sup>61</sup> Bachelard, G., *Études*, Paris, Vrin, 1970, p. 92-93.

tuante au double niveau, synchrone et historique, de la communauté scientifique de son domaine et des générations antérieures qui les ont élaborés<sup>62</sup>.

Cela contribue sans aucun doute à remettre les pendules à l'heure et à rectifier certaines perspectives faussées. En particulier, c'est la méconnaissance de la tradition épistémologique historique française de la part du milieu universitaire anglo-saxon qui a fait considérer l'œuvre principale de Thomas Kuhn, *La structure des révolutions scientifiques*, comme porteuse de thèses épistémologiques révolutionnaires<sup>63</sup>.

Ainsi, c'est dans le sillage de Duhem que Kuhn met en question la conception accumulative de la science sur le modèle d'une histoire progressant par addition de savoirs partiels : idéal-type inductiviste d'une science édiflée à partir d'énoncés protocolaires portant sur des faits singuliers, de lois générales obtenues par induction à partir d'eux, et par accumulation de découvertes corroborées par des tests expérimentaux et rejetant dans l'erreur les résultats faux des devanciers<sup>64</sup>.

Deuxièmement, c'est dans le sillage de Koyré et Bachelard qu'il élabore son concept de science normale (*normal science*) pour rendre compte du fait que toute recherche scientifique déterminée prend place dans un « ensemble de croyances reçues » ou une « constellation particulière [de croyances] auxquelles souscrit *de facto* le groupe à un moment donné »<sup>65</sup> ; insister comme le fait Kuhn sur le caractère *implicite* des paradigmes qui sous-tendent la science normale<sup>66</sup> revient, pour reprendre la belle formule de Metzger, à « creuser au-dessous du niveau d'affleurement des doctrines » pour découvrir, sinon la mentalité spirituelle propre à une époque ou à une école, du moins le *cogitamus* implicite, le sol de vues consensuelles partagées par une communauté scientifique qui définissent la normalité scientifique pour le *on* ou le *jedermann* relevant d'une telle communauté. Ensuite, que la science normale implique des thèses sur le type d'instruments conceptuels utilisables dans la résolution de problèmes et le type d'outillage technique susceptible d'être mis en œuvre dans les protocoles expérimentaux, c'est une simple reprise de la thèse de Duhem selon laquelle les instruments techniques employés dans les expérimentations sont de la « théorie incarnée »<sup>67</sup>, de celle de Bachelard selon laquelle, à la phénoménologie de l'observation immédiate, la science substitue la

<sup>62</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, p. 57. Cf. Fichant, M., « L'épistémologie » in Châtelet, F., *La Philosophie au XX<sup>e</sup> siècle*, Paris, Hachette, 1973, Verviers, Marabout, 1979<sup>2</sup>, p. 148 : « si "la première et la plus essentielle fonction du sujet est de se tromper" (*Études*, p. 89), il n'y aura pas de "sujet originellement constitué" et, ajouterait-on, pas davantage de sujet originellement constituant. »

<sup>63</sup> Nous avons développé cette critique au chap. VI de *Généalogie de la raison* (Paris, Puf, 2013), intitulé « Historicité et ruptures épistémologiques : cheminements vers *l'a priori* », dans le cadre d'une mise en perspective des pensées de Metzger, Bachelard, Kuhn, Koyré et Foucault.

<sup>64</sup> Kuhn, T., *The Structure of Scientific Revolution*, Chicago, University of Chicago Press, 1962 (1970<sup>2</sup>), I, p. 1-3 (trad. fr. Laure Meyer, *La structure des révolutions scientifiques*, Introduction, Paris, Flammarion, 1983, p. 18-19) – cf. Duhem, P., « Physique de croyant », in *La Théorie Physique*, p. 416-419.

<sup>65</sup> Kuhn, T., *The Structure...*, chap. I, p. 4-5 (trad. fr., *Introd.*, p. 22).

<sup>66</sup> *Op. cit.*, chap. V, p. 44-45 et 49 (trad. fr., IV, p. 72-74 et 78).

<sup>67</sup> Duhem, P., *La Théorie Physique*, II, chap. IV, § 3, p. 231-239, not. 235.

phénoméno-technique de l'expérimentation informée par la théorie<sup>68</sup>, ou celle de Koyré selon laquelle l'application expérimentale des options générales est aussi déterminante que la méthodologie abstraite<sup>69</sup>. Enfin, Kuhn est connu pour avoir élaboré une épistémologie des ruptures, c'est-à-dire conçu l'histoire comme une suite discontinue de paradigmes incommensurables scandée par des révolutions qui sont autant de changements dans la manière de voir le monde (*Revolutions as Changes of World View*) et de concevoir la rationalité scientifique ; et pour avoir analysé ces révolutions au prisme gestaltiste du *voir comme...*, comme une mutation qualitative dans la manière de voir les faits entraînant une mutation ontologique du monde scientifique<sup>70</sup>. Un changement de paradigme est donc une mutation qualitative de la manière de voir et de dire faits et choses, une nouvelle délimitation de l'espace de visibilité et de dicibilité. Qu'est-ce d'autre qu'une simple reprise de la thèse de Bachelard, inspirée de Koyré et totalement anti-duhémienne, de l'existence de ruptures épistémologiques et de son *credo* méthodique d'éducation du regard épistémologique au repérage des discontinuités historiques : « il nous faut prendre les plus grands risques si nous voulons trouver des *mutations de la rationalité* »<sup>71</sup> ? C'est du reste dans le même esprit que Canguilhem affirme qu'« à bien regarder, l'épistémologie n'a jamais été qu'historique » et assigne à l'épistémologie la tâche d'une « éducation de l'attention aux ruptures », pour conclure par la formule<sup>72</sup>, et que Foucault appelle à la mise en œuvre d'une « méthodologie complexe de la discontinuité »<sup>73</sup>, en précisant :

C'est la notion de discontinuité qui a changé de statut. [...] Elle est devenue maintenant un des éléments fondamentaux de l'analyse historique. [...] Il faut accepter

<sup>68</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, op. cit., p. 3.

<sup>69</sup> Koyré, A., *Études d'histoire de la pensée scientifique*, op. cit., p. 76.

<sup>70</sup> Kuhn, T. *The Structure...*, op. cit, chap. X, p. 111-112 : « les changements de paradigmes sont cause du fait que les scientifiques voient différemment le monde dans lequel est engagée leur recherche » (*to see the world of their research-engagement differently*), « Ce qui, avant la révolution, était des canards dans le monde du savant, devient des lapins après la révolution. (...) dans certaines situations familières, il doit apprendre à voir une nouvelle *Gestalt*. Après qu'il l'aura fait, le monde de sa recherche lui semblera, sur certains points, incommensurable avec celui qu'il habitait la veille » (*incommensurable with the one he had inhabited before*) (trad. fr., IX, p. 157-158).

<sup>71</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, op. cit., p. 44 – cf. Lecourt, D., *Bachelard ou le jour et la nuit*, Paris, Grasset, 1974, p. 78 : « Bachelard soutient qu'il y a dans l'histoire des sciences des "sauts", des "bonds", des "failles" ou, pour reprendre l'une de ses plus fameuses expressions : des "ruptures". » Il est plaisant de lire, sous la plume de Laudan, L., que T. Kuhn « est probablement le premier penseur qui ait insisté sur les qualités de résistance et de ténacité des théories globales » (*Progress and its Problems*, Berkeley, University of California Press, 1977, trad. fr. Miller, P., *La dynamique de la science*, Liège, P. Mardaga, 1987, p. 88) ; de fait, la bibliographie de l'auteur ne mentionne pas un seul ouvrage de Bachelard, et un seul article de Koyré ! Kuhn était en revanche bien conscient de sa dette à l'égard d'H. Metzger, A. Koyré et A. Maier, mentionnés dans la Préface, l'Introduction et la sect. X de *The Structure of Scientific Revolutions* (p. vii-viii, 3 et 124 : trad. fr., p. 8, 20 et 173-174).

<sup>72</sup> Canguilhem, G., *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie*, Paris, Vrin, 1993<sup>2</sup>, p. 24 et 17-18.

<sup>73</sup> Foucault, M., « Sur les façons d'écrire l'histoire » (entretien avec R. Bellour), *Les Lettres françaises*, n° 1187 (*Dits et écrits I*, n° 48, p. 614).

de comprendre ce qu'est devenue l'histoire dans le travail réel des historiens : un certain usage réglé de la discontinuité pour l'analyse des séries temporelles<sup>74</sup>.

Soulignons cependant pour finir l'écart qui sépare les positions respectives de Kuhn et de Koyré, Bachelard et leurs successeurs. S'il existe un point aveugle dans la théorie de Kuhn, il tient dans la double insuffisance de la détermination de la notion même de paradigme et de l'analyse des changements de paradigme.

La difficulté à déterminer le concept de paradigme tient à son caractère implicite et infra-théorique, c'est-à-dire à son irréductibilité à des théories précises, des règles et des hypothèses déterminées : d'une part, des savants travaillant dans des domaines distincts peuvent adhérer à un même paradigme, de sorte qu'un paradigme peut transcender la spécialisation des domaines, donc des théories ; mais à l'inverse une même théorie (dynamique newtonienne, théorie électromagnétique, mécanique quantique) peut donner lieu à des interprétations diverses, et ainsi susciter des paradigmes distincts<sup>75</sup>. Dans la mesure où ils ont une antériorité vis-à-vis des faits, des problèmes et de la formulation de thèses explicites concernant les lois, les concepts ou les théories, les paradigmes demeurent aussi difficiles à situer et à caractériser que les « mentalités » jadis évoquées par Hélène Metzger.

Quant aux changements de paradigme, la théorie de Kuhn souffre de plus d'imprécision encore.

La modalité de ces changements est caractérisée en termes purement qualitatifs de *changement d'optique* : de même que Metzger, insistant sur le caractère soudain des révolutions scientifiques, écrivait qu'une « révolution brusque » se confond avec « la découverte d'un point de vue nouveau et fécond »<sup>76</sup>, de même Kuhn les décrit en termes d'« événement relativement soudain et non structuré, semblable au renversement de vision d'une *Gestalt* », d'« éclairs d'intuition [*flashes of intuition*] grâce auxquels naît un nouveau paradigme »<sup>77</sup>. Or, si l'analogie gestaltiste a pour fonction obvie de récuser toute conception cumulative de l'histoire des sciences en concevant les révolutions comme des « épisodes non cumulatifs du développement [*non-cumulative developmental episodes*] au cours desquels un ancien paradigme est remplacé, en totalité ou partie, par un nouveau »<sup>78</sup>, quelles sont cependant, au-delà de cette simple analogie, les modalités et causes précises d'un changement de paradigme ? C'est sur ce point que les analyses de Kuhn s'avèrent singulièrement insuffisantes, pour peu qu'on les compare à celles de Koyré ou Bachelard. Prenons l'exemple de la révolution galiléenne : si elle implique une mutation dans la manière de voir les phénomènes mécaniques, elle a reposé sur l'« exploitation, par le génie [de Galilée], des possibilités perceptives qu'avait rendues disponibles un changement médiéval de paradigme », sur fond de « transition du paradigme aristotélicien originel du

<sup>74</sup> Foucault, M., « Sur l'archéologie des sciences », *Dits et écrits I*, n° 59, p. 726-727, nous soulignons.

<sup>75</sup> Kuhn, T., *The Structure...*, *op. cit.*, chap. V, 49-50 (trad. fr., 79-80) – aucune précision n'étant apportée quant à ce que peut être un paradigme commun à plusieurs domaines, ni ce que peuvent être les différents paradigmes suscités par la mécanique quantique.

<sup>76</sup> Metzger, H., « Tribunal de l'histoire... », in *La méthode philosophique*, *op. cit.*, p. 38.

<sup>77</sup> Kuhn, T., *The Structure...*, *op. cit.*, chap. X, p. 122 (trad. fr., IX, p. 172).

<sup>78</sup> *Ibidem*, chap. IX, p. 92 (trad. fr., VIII, p. 132).



mouvement au paradigme scolastique de l'*impetus* »<sup>79</sup>. Le changement aurait donc été ouvert par la théorie de l'*impetus* de Jean Buridan, et par celle de la latitude des formes dans la présentation qu'en donne Oresme : en affirmant que le projectile reçoit initialement une certaine impulsion (*impetus*) proportionnelle à la vitesse initiale et au poids du corps qui diminue ensuite à cause de la résistance de l'air, Buridan ouvrirait la voie à la quantification de l'accélération et de la vitesse instantanée, ainsi qu'à l'application de ce modèle à l'étude des pendules et des cordes vibrantes<sup>80</sup> ; et, en élaborant un système géométrique de représentations de l'intensité de propriétés qualitatives par des lignes de longueur correspondant à la mesure du degré, Oresme fraierait la voie à la géométrisation indirecte des qualités, notamment de la vitesse instantanée<sup>81</sup>. Simple reprise de la thèse de Pierre Duhem selon laquelle l'œuvre de Galilée aurait été rendue possible par les avancées théoriques de l'école nominaliste de Paris ! Tout en affirmant qu'il s'agit d'une mutation radicale dans la manière de voir les phénomènes, Kuhn efface donc à mots couverts le caractère de révolution scientifique de l'apport galiléen, en revenant (sans la citer) à la thèse de Duhem selon laquelle la doctrine de l'*impetus* anticipe la dynamique galiléenne, voire newtonienne<sup>82</sup>, et la règle d'Oresme pour la latitude des formes, le calcul galiléen de la vitesse instantanée<sup>83</sup>. Kuhn revient à la thèse continuiste de Duhem tout en appliquant à l'historicité des sciences un modèle gestaltiste de nature discontinuiste qui est totalement incompatible avec elle ; outre que l'on nage dans un océan d'incohérences, le modèle gestaltiste a de la sorte permis d'é luder complètement la question de savoir quelles sont les modalités exactes des révolutions scientifiques et de masquer l'insuffisance de l'analyse de la révolution galiléenne !

Notre propos a ici consisté à montrer à quel point, de concert avec Koyré et Hélène Metzger, la pensée de Bachelard assume résolument une thèse antipositiviste et anti-inductiviste, tout en en affrontant directement les difficultés. Ainsi, jamais les théories physiques ne sont réduites à une simple superstructure théorique élaborée sur le fond d'une infrastructure de faits observés, mais l'accent est mis sur le travail de conceptualisation, c'est-à-dire d'élaboration des problématiques, des concepts physiques pertinents et d'un réseau de relations fonctionnelles entre grandeurs<sup>84</sup>. Mais si les révolutions scientifiques sont conçues comme des mutations affectant la conceptualité et la manière de procéder de la science physique, jamais elles ne sont caractérisées à la manière de Kuhn par une simple analogie

<sup>79</sup> *Ibidem*, chap. X, p. 119 (trad. fr., IX, p. 168) et chap. X, p. 120 (trad. fr., IX, p. 169) – *The Copernican Revolution*, New York, Vintage Books, 1957 (trad. fr. A. Hayli, *La révolution copernicienne*, Paris, Fayard, 1973, p. 154-166).

<sup>80</sup> Cf. Buridan, J., *Questiones octavi libri physicorum* cité dans Duhem, P., *L'aube du savoir*. Épitomé du système du monde, p. 553-562, et l'Introduction de Brenner, A., p. XXIX-XXXIII.

<sup>81</sup> Cf. l'Introduction de Brenner, A., à Duhem, P., *L'aube du savoir*, p. XXXIV-XXXIX.

<sup>82</sup> Duhem, P., *L'aube...*, *op. cit.*, p. 560. Au chap. 4 de *The Copernican Revolution* (trad. fr., p. 156-157, 161-162 et 163), Kuhn cite exactement les mêmes textes que Duhem dans *Le système du monde* (cf. *L'aube du savoir*, p. 549 *sq.* et p. 575).

<sup>83</sup> *Ibidem*, p. 520-522.

<sup>84</sup> Cf. Lecourt, D., *L'épistémologie historique de Gaston Bachelard*, *op. cit.*, p. 84 : « [Bachelard] dispose alors du concept nouveau de "problématique" et conçoit l'histoire comme mutation dans les problématiques. »



gestaltiste ; le véritable travail de l'épistémologie, c'est de repérer les indices de rupture permettant d'identifier des coupures épistémologiques, mais encore de caractériser au plus près des champs théoriques les modalités de changement du style de rationalité.

À cet égard demeurent bien sûr ouvertes des questions concernant la notion de profil épistémologique des concepts. Tout d'abord une question quant à l'*universalisabilité du modèle proposé* : l'analyse de la masse a-t-elle une valeur paradigmatique et un même profil vaut-il pour toutes les notions de physique, ou chaque notion admet-elle son propre profil épistémologique ? Certes Bachelard affirme lui-même qu'un profil épistémologique est toujours *particulier*, parce que relatif à une notion définie et non susceptible d'être généralisé<sup>85</sup> : « ce n'est pas là un cas général », « nous insistons sur le fait qu'un profil épistémologique doit toujours être relatif à un concept désigné, qu'il ne vaut que pour un esprit particulier qui s'examine à un stade particulier de sa culture »<sup>86</sup>. Mais sans doute la tâche la plus ardue de l'épistémologie est-elle de tenter une telle généralisation et d'affronter la question des couches de temporalisation hétérogènes, affectées de vitesses de dialectisation distinctes, qui appartiennent à différents concepts, afin de sonder et d'analyser les relations entre les paliers qualitatifs qui scandent l'histoire des sciences.

Dominique Pradelle  
Sorbonne Université / Archives Husserl de Paris (UMR 8547)  
dominique.pradelle@free.fr

## Bibliographie

- Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, Paris, Alcan, 1934, P.U.F., 1971<sup>11</sup>.  
 Bachelard, G., *La Formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1938, 1983<sup>12</sup>.  
 Bachelard, G., *La Philosophie du Non. Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*, Paris, P.U.F., 1940 (1975<sup>7</sup>).  
 Bachelard, G., *Le rationalisme appliqué*, Paris, P.U.F., 1949 (1986<sup>6</sup>).  
 Bachelard, G., *Études*, Paris, Vrin, 1970.  
 Benner, A., *Duhem. Science, réalité et apparence*, Paris, Vrin, 1990.  
 Benner, A., *Les origines françaises de la philosophie des sciences*, Paris, P.U.F., 2003.  
 Canguilhem, G., *Idéologie et rationalité dans les sciences de la vie*, Paris, Vrin, 1988.  
 Canguilhem, G., *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie*, Paris, Vrin, 1993<sup>2</sup>.  
 Clavelin, M., « Le débat Koyré-Duhem, hier et aujourd'hui », *History and Technology*, t. 4 (1987), p. 13-35.  
 Duhem, P., *Les origines de la statique*, Paris, Hermann, 1905.  
 Duhem, P., « Physique de croyant », *Annales de Philosophie chrétienne*, 1905 (rééd. in *La théorie physique*, p. 448).  
 Duhem, P., *La Théorie Physique, son objet, sa structure*, Paris, Chevalier et Rivière, 1906, rééd. Paris, Vrin, 1993<sup>3</sup>.  
 Duhem, P., *L'aube du savoir. Épitomé du système du monde*, Introduction d'Anastasios Brenner, Paris, Hermann, 1997.

<sup>85</sup> Bachelard, G., *La Philosophie du Non*, *op. cit.*, p. 43.

<sup>86</sup> *Ibidem*, p. 46.

- Fichant, M., « L'épistémologie » in F. Châtelet, *La Philosophie au XXe siècle*, Paris, Hachette, 1973, Verviers, Marabout, 1979<sup>2</sup>.
- Foucault, M., « Sur l'archéologie des sciences. Réponse au Cercle d'épistémologie », *Cahiers pour l'analyse*, n° 9 : *Généalogie des sciences*, 1968, repris dans *Dits et écrits I*, n° 59, Paris, Gallimard, (1994), 2001<sup>2</sup>.
- Foucault, M., « Sur les façons d'écrire l'histoire » (entretien avec R. Bellour), *Les Lettres françaises*, n° 1187 ; repris dans *Dits et écrits I*, n° 48.
- Heidegger, M., *Sein und Zeit*, Tübingen, Niemeyer, 1927 ; trad. fr. de E. Martineau, *Être et temps*, Paris, Authentica, 1985.
- Husserl, E., *Logische Untersuchungen*, VI. Unters., Hua XIX/2, éd. U. Panzer, Den Haag / Boston / Lancaster, M. Nijhoff, 1984 ; trad. fr. de H. Élie, A. L. Kelkel et R. Schérer, *Recherches logiques*, tome III : *Sixième recherche*, Paris, P.U.F., 1974.
- Husserl, E., *Formale und transzendente Logik*, Hua XVII, éd P. Janssen, Den Haag, M. Nijhoff, 1974 ; trad. fr. de S. Bachelard, *Logique formelle et logique transcendantale*, Paris, P.U.F., 1957.
- Kant, I, *Kritik der reinen Vernunft* ; trad. fr. de Alexandre J.-L. Delamarre et François Marty, *Critique de la raison pure*, Paris, Gallimard, 1980.
- Koyré, A., *Études d'histoire de la pensée scientifique*, Paris, P.U.F., 1966, Gallimard, 1973<sup>2</sup>.
- Kuhn, T., *The Structure of Scientific Revolution*, Chicago, University of Chicago Press, 1962 (1970<sup>2</sup>) ; trad. fr. de Laure Meyer, *La structure des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion, 1983.
- Kuhn, T., *The Copernican Revolution*, New York, Vintage Books, 1957 ; trad. fr. de A. Hayli, *La révolution copernicienne*, Paris, Fayard, 1973.
- Laudan, L., *Progress and its Problems*, Berkeley, University of California Press, 1977 ; trad. fr. de P. Miller, *La dynamique de la science*, Liège, P. Mardaga, 1987.
- Lecourt, D., *L'épistémologie historique de Gaston Bachelard*, Paris, Vrin, 1969.
- Lecourt, D., *Bachelard ou le jour et la nuit*, Paris, Grasset, 1974.
- Mach, E., *Die Mechanik in ihrer Entwicklung*, Leipzig, 1883 ; trad. fr. de É. Bertrand, *La mécanique. Exposé historique et critique de son développement*, Paris, Hermann, 1904.
- Metzger, H., *La méthode philosophique en histoire des sciences. Textes 1914- 1939*, Paris, Fayard, 1987.
- Pradelle, D., *Généalogie de la raison*, Paris, P.U.F., 2013.

# Sandra Pravica

## Enveloppement – Bachelard et les philosophies de l'induction

### 1. Introduction

« Le philosophe doit [...] infléchir son langage pour traduire la pensée contemporaine dans sa souplesse et sa mobilité<sup>1</sup> ». Une invitation à faire preuve de flexibilité est chose rare en philosophie. Bachelard, que j'ai cité ici, voit dans la capacité de changement et la faculté d'adaptation des éléments positifs pour la philosophie des sciences de son époque, ou plutôt, pour son langage. La philosophie de Bachelard se révèle toutefois résolument inflexible lorsqu'il s'agit de concevoir épistémologiquement les mathématiques. Mais celle-ci est à son tour une caractéristique centrale de la philosophie des sciences de Bachelard et, d'une certaine manière, une condition de sa flexibilité revendiquée.

Cet article présente la conception philosophique que Bachelard développe à propos des mathématiques dans la pensée scientifique à travers son concept de l'induction et de ses évolutions successives. Afin de mettre en évidence sa spécificité, cette conception sera confrontée à des positions sur l'induction issues de l'empirisme logique de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, donc formulées à la même époque que celle de Bachelard. Je soutiens que pour Bachelard, ce concept garde son importance tout au long de sa réflexion sur le problème de l'induction, quand, à la même période, ses contemporains l'abandonnent et le rejettent hors des limites de la philosophie.

Dans sa formulation d'une "nouvelle philosophie des sciences", Bachelard conteste vivement le concept des mathématiques avancé par Bertrand Russell et Gottlob Frege. Celui-ci représentait un élément fondateur de l'empirisme logique, et plaçait au premier plan des sujets tels que l'analyticité mathématique et la possibilité de fonder les mathématiques sur la logique. Mary Tiles soutient que ce clivage, qui va au-delà de la philosophie de l'empirisme logique, est également lié à la philosophie "analytique" de la science : « It is over the nature of mathematics and of mathematical thought that Bachelard differs most radically from analytic philosophers of science<sup>2</sup> ». Qu'est-ce que Bachelard oppose

<sup>1</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, Paris, Alcan, 1934, p. 7.

<sup>2</sup> Tiles, M., *Bachelard. Science and Objectivity*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984, p. 67-68.

positivement à la conception qu'il rejette ? Pour les sciences naturelles comme pour les mathématiques, il n'argumente ni en général ni en principe, mais sur la base de l'actualité scientifique, de l'état contemporain des connaissances scientifiques. Bachelard considère qu'une conception "correcte" des mathématiques est la condition pour que la nouveauté pertinente de la pensée scientifique devienne accessible : « Ce qui peut donner lieu de penser que l'esprit scientifique reste au fond de même espèce à travers les rectifications les plus profondes, c'est qu'on n'estime pas à sa juste valeur le rôle des mathématiques dans la pensée scientifique<sup>3</sup> ». La place prise par les développements de la physique du début du vingtième siècle, sur lesquels écrit Bachelard, étaient de la « théorie mathématique », constituait à l'époque une nouveauté<sup>4</sup>. Cependant, ce n'est pas simplement le "plus" quantitatif des mathématiques qui explique pourquoi Bachelard considère qu'il est inévitable de redéfinir la pensée mathématique pour l'épistémologie. Les mathématiques ont contribué de manière constructive et productive à la recherche scientifique comme à aucune période auparavant<sup>5</sup>. Bachelard affirme que les mathématiques ont endossé la tâche de « découvrir » dans les sciences naturelles<sup>6</sup>.

Le terme d'"induction" est omniprésent dans l'élaboration conceptuelle par Bachelard de l'activité de découverte et de production mathématique. D'une manière générale, on désigne par "inférences inductives" les inférences tirées de ce qui est observé et appliquées à ce qui ne l'est pas ou généralisées en lois. La question des fondements épistémologiques, logiques ou méthodologiques des croyances sur le non-observé, sur la base d'inférences inductives, est généralement appelée "problème de l'induction"<sup>7</sup>. Contrairement à aujourd'hui, l'"induction", en tant que concept et problème, était en son temps un terrain épistémologique contesté et faisait l'objet d'un vif débat, notamment parmi les représentants de l'empirisme logique. La question s'impose donc de savoir dans quelle mesure les réflexions de Bachelard sur l'"induction" proposent également des solutions aux questions sur ce même sujet dans le contexte de l'empirisme logique. Il faut tout d'abord mettre en évidence la manière dont Bachelard définit « l'activité de découverte » et « l'activité de production » des mathématiques, en y introduisant l'"induction". Afin de dessiner les contours de la spécificité du concept d'induction de Bachelard, il est ensuite nécessaire de discuter de l'induction dans le contexte de l'empirisme logique des années 1930. Finalement, je montre comment Bachelard utilise le terme d'"induction" de manière de plus en plus idiomatique, et que le "problème" de l'induction s'en trouve ainsi déplacé vers une nouvelle position en philosophie des sciences.

<sup>3</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, p. 57.

<sup>4</sup> Tiles, M., *Bachelard. Science and Objectivity*, p. 66.

<sup>5</sup> *Ibid.*

<sup>6</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, p. 58.

<sup>7</sup> Henderson, L., «The problem of induction», in *Stanford Encyclopedia of Philosophy* 2018, <https://plato.stanford.edu/entries/induction-problem/> (dernière révision 14 juin 2022).

## 2. Force de découverte des mathématiques

Au vingtième siècle, la force de découverte scientifique, selon Bachelard, « est presque complètement passée à la théorie mathématique »<sup>8</sup>. Au lieu de développer de vastes discussions théoriques à l'appui de sa thèse, il illustre, avec des exemples d'avancées scientifiques récentes, le nouveau rôle productif et innovant des mathématiques qu'il a observé. Néanmoins, on trouve aussi des remarques systématiques (mais pas « d'argumentation systématique », comme le remarque Tiles<sup>9</sup>) concernant des attributs particuliers des mathématiques et de leurs applications que Bachelard considère comme constitutifs par rapport à la nouvelle pensée philosophique des sciences. Ses réflexions se concentrent peu sur les débats fondamentaux concernant les mathématiques, très actuels dans la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle<sup>10</sup>. Bachelard porte son attention sur les mathématiques « actives » dans les sciences naturelles, entre autres sur ses applications en physique et en chimie<sup>11</sup>. Il convient tout d'abord d'évoquer un débat particulier sur un thème traditionnel de la philosophie des mathématiques, et mentionné dans la thèse principale de Bachelard sur la connaissance approchée<sup>12</sup>. Ce débat constitue (au-delà même du lien étroit avec l'« induction ») un arrière-plan pertinent pour certains arguments sur lesquels Bachelard revient régulièrement. Il ne s'agira ici que d'une esquisse.

Dans l'histoire et la philosophie des mathématiques, la question de savoir si la géométrie peut être entièrement pensée à partir de l'arithmétique et de l'analyse mathématique ou si elle peut s'édifier sur d'autres fondements constitue une importante ligne de partage<sup>13</sup>. « L'arithmétisation » de la géométrie permet d'établir des correspondances univoques entre des entités géométriques telles que le point, la ligne ou le plan et des nombres ou des ensembles de nombres, et d'établir des correspondances similaires entre ces relations géométriques et des relations entre nombres<sup>14</sup>. Dans le chapitre « Intuition et réalisme en mathématiques »<sup>15</sup> de *l'Essai sur la connaissance approchée*, Bachelard met en avant plusieurs contributions à l'arithmétisation. Celles-ci fournissent des fondements « rationnels », au sens qu'il

<sup>8</sup> Bachelard, G., « Noumène et microphysique », in Bachelard, G., *Études*, Paris, PUF, 1970, p. 15.

<sup>9</sup> Tiles, M., 1984, XVIII.

<sup>10</sup> Granger, G. G., « Le rationnel selon Gaston Bachelard », in Lafrance, G., (ed.), *Gaston Bachelard. Profils épistémologiques*, Ottawa, Presses de l'Université d'Ottawa, 1987, p. 19-20 ; Martin, R., « Bachelard et les mathématiques », in Centre Culturel International (ed.), *Bachelard. Colloque de Cerisy*, Paris, Union Générale d'Éditions, 1974, p. 59-60 ; Tiles, M., *Bachelard. Science and Objectivity*, p. 71.

<sup>11</sup> Bachelard, G. *Le Rationalisme appliqué*, Paris, PUF, 1949, p. 21 et p. 119 ; voir aussi : Martin, R., « Bachelard et les mathématiques », p. 58 ; ainsi que : Tiles, M., *Bachelard. Science and Objectivity*, p. 71.

<sup>12</sup> Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1927 ; Tiles, M., *Bachelard. Science and Objectivity*, p. 71 ; et Granger, G. G., « Le rationnel selon Gaston Bachelard », p. 19.

<sup>13</sup> Körner, S., *Philosophie der Mathematik. Eine Einführung*, Munich, Nymphenburger Verlagsbuchhandlung, 1968, p. 79.

<sup>14</sup> *Ibid.*

<sup>15</sup> Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, p. 169-191.

donne à ce mot, à savoir qu'elles permettent de s'abstraire de références à l'intuition ou à une représentation visuelle<sup>16</sup>. Dans ce contexte, un argument d'ordre général serait, par exemple, qu'une réflexion fondée sur l'intuition est erronée lorsque le calcul tend vers l'infiniment petit et va au-delà du perceptible<sup>17</sup>. Avec l'intégration des méthodes infinitésimales dans la géométrie analytique, le concept de *continuum*, qui joue un rôle important dans ce débat, est "arithmétisé". Auparavant, un tel concept était supposé « primitif », comme le déclare Tiles<sup>18</sup>. Ainsi, au XIX<sup>e</sup> et au début du XX<sup>e</sup>, le *continuum* acquiert une structure, il est conçu comme composé d'un nombre incalculable de points et peut être fondé au moyen d'une axiomatique<sup>19</sup>. Une structure ou une qualité peut donc être représentée mathématiquement sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir une représentation visuelle ou la notion de vision<sup>20</sup>. Bachelard se réjouit que la référence à l'intuition puisse ainsi être rendue caduque<sup>21</sup>. D'une manière générale, Bachelard attribue une valeur épistémologique positive à une abstraction mathématique croissante dans la pensée scientifique<sup>22</sup>.

Le fait que Bachelard prenne une position positive sur la question de l'arithmétisation et de la géométrie analytique mérite aussi d'être mentionné. Une telle attitude affirmative correspond en fin de compte aussi à certaines conceptions de ce qu'on appelle le "logicisme", d'où part le projet réductionniste des mathématiques<sup>23</sup>, auquel Bachelard s'oppose justement par sa conception de la productivité et de l'innovation mathématiques<sup>24</sup>. Le projet de fonder définitivement les mathématiques sur le logicisme a posé de nouveaux problèmes au début du XX<sup>e</sup> siècle<sup>25</sup>. Mais Bachelard rejette toutes les approches disponibles dans le débat philosophique, parfois étroitement liées à la philosophie des sciences, pour fonder les mathématiques : essentiellement le "logicisme", le "formalisme" et "l'intuitionnisme"<sup>26</sup>. Un regard processuel sur les mathématiques et les sciences naturelles lui permet de faire abstraction des problématiques des fondements<sup>27</sup>.

<sup>16</sup> *Ibid.*, ainsi que Granger, G. G., « Le rationnel selon Gaston Bachelard », p. 19.

<sup>17</sup> Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, p. 170-172; Tiles M., *Bachelard. Science and Objectivity*, p. 70.

<sup>18</sup> *Ibid.*

<sup>19</sup> *Ibid.*

<sup>20</sup> *Ibid.*, p. 71.

<sup>21</sup> Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, p. 174-175.

<sup>22</sup> Pariente, J.-C., « Rationalisme et ontologie chez Gaston Bachelard », in Lafrance, G. (ed.), *Gaston Bachelard. Profils épistémologiques*, Ottawa, Presses de l'Université d'Ottawa, 1987, p. 33-36 ; ainsi que : Bachelard, Gaston, *La Formation de l'esprit scientifique. Contribution à une Psychanalyse de la connaissance objective*, Paris, Vrin, 1947.

<sup>23</sup> Körner, *Philosophie der Mathematik*, p. 79-80.

<sup>24</sup> Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, p. 172. Il se réfère entre autres à Russell, B., *Essai sur les fondements de la géométrie*, Paris, Gauthier-Villars, 1901.

<sup>25</sup> Tiles, M., *Bachelard. Science and Objectivity*, p. 71. Les démonstrations de Kurt Gödel réfutant la non-contradiction des mathématiques ont été déterminantes à cet égard. Körner, S., *Philosophie der Mathematik*, p.108-115.

<sup>26</sup> Tiles, M., *Bachelard. Science and Objectivity*, p. 79.

<sup>27</sup> Bachelard développe des concepts originaux dans sa façon de voir les mathématiques. Sa conception présente cependant, de manière générale, des points de convergence avec celles de



L'application des géométries non euclidiennes à la physique représente, selon Bachelard, une impulsion déterminante pour la « nouvelle pensée scientifique » qu'il veut formuler<sup>28</sup>. Selon lui, grâce à elles, les problèmes de philosophie des sciences se posent à nouveau et doivent être examinés au-delà de la logique et du conventionnalisme<sup>29</sup>. La découverte de géométries non euclidiennes a permis de remplacer une géométrie unique par plusieurs géométries non contradictoires entre elles<sup>30</sup>. Celles-ci ont été appliquées à la physique à plusieurs reprises. La géométrie dite "riemannienne" a par exemple vu son importance grandir avec son application à la théorie de la relativité générale<sup>31</sup>. Bachelard extrait de la dynamique particulière de l'émergence de la géométrie non-euclidienne un modèle de pensée ou paradigme qui, dans un sens général, rend en quelque sorte "culturellement" accessibles les traits épistémologiques des nouveaux domaines des sciences naturelles : « On accède donc à la culture physico-mathématique en revivant la naissance de la géométrie non-euclidienne qui a été la première occasion de la diversification des axiomatiques<sup>32</sup> ». En se basant sur la transformation qu'a subie la notion de droite dans l'histoire de la géométrie, Bachelard illustre le "principe philosophique" correspondant<sup>33</sup>. La droite définie par le parallélisme (auparavant quintessence de la droite) s'avère être, suivant la géométrie non-euclidienne, une forme particulière d'un concept plus général de la droite<sup>34</sup>. Ainsi, ce qui était général et simple devient, au cours d'une différenciation et d'une complication, un cas particulier d'un nouveau concept du général. De la même manière, la géométrie euclidienne peut être considérée comme un cas particulier d'un concept plus général de la géométrie<sup>35</sup>. Le "mouvement vers l'avant" ainsi indiqué par un "recul" d'une chose auparavant générale et devenue un cas particulier, est une première caractéristique à retenir au regard des réflexions de Bachelard sur la nouvelle productivité mathématique.

Suivant cette thématique, Bachelard met en évidence une deuxième caractéristique importante de l'activité mathématique dans la nouvelle physique. Granger fait remarquer que Bachelard a vu, plus que d'autres, les « défis symétrisants » posés par les « structures mathématiques » de la physique<sup>36</sup>. Il s'agit d'un "tendre vers" la cohérence. Selon Bachelard, celle-ci est en partie responsable de la dynamique de mise en pratique particulière à la recherche scientifique, c'est-à-dire à la fois du fait que nous avons de plus en plus affaire à un réel scientifique "fabri-

Jean Cavailles, qui (contre le logicisme et le formalisme, entre autres) définit les mathématiques comme un « devenir » « autonome » et « singulier ». Cavailles, J., « La pensée mathématique », *Bulletin de la société française de philosophie*, Séance du 4 février 1939, 1946, p. 2.

<sup>28</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, p. 23-44.

<sup>29</sup> *Ibid.*, p. 23-24.

<sup>30</sup> Serres M. et Farouki, N. (eds.), *Thesaurus der exakten Wissenschaften*, Francfort/Main, Zweitausendeins, 2004, p. 687.

<sup>31</sup> *Ibid.*, p. 332.

<sup>32</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, p. 44.

<sup>33</sup> *Ibid.*, p. 26-28.

<sup>34</sup> *Ibid.*

<sup>35</sup> *Ibid.*, p. 31.

<sup>36</sup> Granger, G. G., « Le rationnel selon Gaston Bachelard », p. 17.

qué” et du fait que sa “force de conviction” lui est déjà inhérente<sup>37</sup> : « Peu à peu, c’est la cohérence rationnelle qui en vient à supplanter en force de conviction la cohésion de l’expérience usuelle »<sup>38</sup>. Bachelard explique ce qu’il entend par “cohérence”, à nouveau à partir de l’émergence des nouvelles géométries : ce qu’ont en commun les géométries opposées, la correspondance entre elles, constituerait une “réalité”<sup>39</sup>. Dans ce contexte, une “mise en pratique” conçue comme un processus se substitue à l’instance de la “réalité”. « [Q]uand les relations déjà nombreuses réclament un complément, on peut saisir en action la fonction épistémologique essentielle à toute réalisation »<sup>40</sup>. Bachelard y voit même la possibilité de définir une « réalité matérielle »<sup>41</sup>. La réalité qui en résulte et qui “se fabrique” est de nature relationnelle. Seule une multitude de relations est en mesure de fournir la « base d’un réalisme »<sup>42</sup>, de constituer une « objectivation achevée »<sup>43</sup>, pour reprendre le vocabulaire de Bachelard. Il en émerge « une aspiration au complet »<sup>44</sup>.

Si Bachelard fait appel à la géométrie non-euclidienne pour expliquer l’*esprit* d’une nouvelle culture scientifique, cela ne signifie pas pour lui que la pensée en géométrie euclidienne “à angle droit” n’a plus lieu d’être. Celle-ci reste pour lui une sorte de point de départ cognitif<sup>45</sup>. Dans le sillage de la nouvelle pensée mathématique, un « dédoublement », pour reprendre l’expression de Bachelard, s’opère toutefois nécessairement par le fait que les théories sont désormais liées à la définition d’un système d’axiomes : « Désormais, un système d’axiomes *accompagne* le développement scientifique »<sup>46</sup>. Ainsi, l’éventail des systèmes axiomatiques prédéfinit désormais le spectre des “expériences scientifiques” possibles<sup>47</sup>. Bachelard fait remarquer que le réel scientifique issu de la « réalisation » est donc constitué par du probable. L’immédiat, selon Bachelard, est « hypothétique maintenant »<sup>48</sup>, on cherche alors « du côté de l’abstrait les preuves de la cohérence du concret »<sup>49</sup>. Ainsi, “l’hypothétique” acquiert une nouvelle pertinence épistémologique. Pariente constate qu’en amont de la recherche, les mathématiques définissent à chaque fois le champ des possibles selon une cohérence rationnelle<sup>50</sup>. La troisième caractéristique importante qui apparaît avec l’incorporation des mathématiques

<sup>37</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, p. 32-37.

<sup>38</sup> Bachelard, G., « Noumène et microphysique », p. 15.

<sup>39</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, p. 30-32. Par exemple, Bachelard parle du fait que « la réalité d’une ligne se fortifie par la multiplicité de ses appartenances à des surfaces variées [...] ». *Ibid.*, p. 28.

<sup>40</sup> *Ibid.*, p. 34.

<sup>41</sup> *Ibid.*, p. 28.

<sup>42</sup> *Ibid.*, p. 34.

<sup>43</sup> *Ibid.*, p. 37.

<sup>44</sup> *Ibid.*, p. 36-37.

<sup>45</sup> *Ibid.*, p. 36, « L’euclidisme reste la pensée ingénue, celle qui servira toujours de base à la généralisation. »

<sup>46</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, p. 36.

<sup>47</sup> *Ibid.*, p. 43-44.

<sup>48</sup> Bachelard, G., « Noumène et microphysique », p. 16.

<sup>49</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, p. 44.

<sup>50</sup> Pariente, J.-C., *Le Vocabulaire de Bachelard*, Paris, Ellipses, 2001, p. 25.

dans la physique moderne est l'apodicticité des objets scientifiques<sup>51</sup>. Cela signifie que le réel scientifique possède désormais une facticité inhérente. Il apporte déjà pratiquement sa propre valeur de preuve<sup>52</sup>.

En plus de ces "remarques systématiques", comme je les appelle, Bachelard expose, à l'aide d'exemples tirés du contexte de la physique quantique et des théories de la relativité, ce qu'il entend par « activité synthétique » (ou productivité) des sciences mathématiques de la nature. Mais pas seulement. Les concepts épistémologiques de Bachelard ont une "profondeur historique" au sens d'une épistémologie récurrente et peuvent être mis en évidence par des événements scientifiques antérieurs dans ce qu'ils condensent ou rendent compréhensibles sur le plan conceptuel<sup>53</sup>. On peut, par exemple, voir dans quelle mesure la « tendance à la cohérence » introduite plus haut, que Bachelard met en évidence dans les mathématiques, est "productive" en se référant au tableau périodique des éléments que Dimitri I. Mendeleïev a élaboré en 1869<sup>54</sup>. Le tableau périodique classe les éléments en fonction de leur période et de leur masse atomique. Ce sont les relations des éléments entre eux qui constituent un système<sup>55</sup>. Le « concept quantitatif d'octave chimique » fait alors office de « loi de construction » numérique qui fournit le cadre du « réel ». Ce n'est pas « une substance au-delà de ses attributs » qui détermine la « réalité » spécifique des corps chimiques, mais leur corrélation horizontale et verticale dans le tableau, comme le l'explique Pariente<sup>56</sup>. Contrairement à la "nouvelle" physique souvent invoquée par Bachelard, le chimiste parvenait encore plus ou moins à une réorganisation théorique par la voie "empirique"<sup>57</sup>. Néanmoins, le classement périodique entraîne précisément le renversement du principe de réalité scientifique sur lequel insiste Bachelard. Même les lacunes laissées dans un premier temps dans le tableau périodique se révèlent "productives" avec cette conception épistémologique :

Il [Mendeleïev] a également eu l'intuition géniale de laisser des places libres pour des éléments jusqu'alors inconnus, qui furent découverts plus tard. Ce n'est qu'avec le développement de la physique quantique vers 1930 que le rôle organisateur de la charge nucléaire a été reconnu et que la pertinence de la classification de Mendeleïev a été confirmée<sup>58</sup>.

<sup>51</sup> Bachelard, G., *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, PUF, 1965, p. 28.

<sup>52</sup> Holm Tetens indique en ce sens que les nouveaux phénomènes scientifiques en laboratoire sont « réalisés » de telle sorte qu'« ils satisfont au principe de causalité ». Voir Tetens, H., *Experimentelle Erfahrung: eine wissenschaftstheoretische Studie über die Rolle des Experiments in der Begriffs- und Theoriebildung der Physik*. Hambourg, Meiner, 1987, p. 4.

<sup>53</sup> Voir, sur la « récurrente » en épistémologie, Canguilhem, G., « Die Geschichte der Wissenschaften im epistemologischen Werk Gaston Bachelards », in *Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie*, Wolf Lepenies (ed.). Frankfurt/Main, Suhrkamp, 1979, p. 14-17.

<sup>54</sup> Bachelard, G., *La Philosophie du non*, Paris, PUF, 1940, p. 54-56; *idem*, *Le Matérialisme rationnel*, Paris, PUF, 1953, p. 91-97; *idem*, *Le Pluralisme cohérent de la chimie moderne*, Paris, Vrin, 1932, p. 85-87.

<sup>55</sup> Wussing, H. (ed.) et Brentjes, S., *Geschichte der Naturwissenschaft*, Cologne-Leipzig, Aulis-Verlag Deubner, 1983, p. 405-407.

<sup>56</sup> Pariente, J.-C., « Rationalisme et ontologie chez Gaston Bachelard », p. 30-31.

<sup>57</sup> Serres M. et Farouki, N. (eds.), *Thesaurus der exakten Wissenschaften*, Frankfurt/Main, Zweitausendeins, 2001, p. 696.

<sup>58</sup> *Ibid.* (Trad. Franck Loric).

Ainsi, un « souci de *complétude* »<sup>59</sup> des mathématiques, soulignée par Bachelard, s'exemplifie dans l'application scientifique. « [U]ne doctrine qui s'appuie sur une systématisation interne », écrit-il, « provoque l'occasion, construit ce qu'on ne lui donne pas, complète et achève héroïquement une expérience décousue »<sup>60</sup>.

De plus, selon Bachelard, la contribution du mathématicien et physicien Gabriel Lamé concernant la formulation mathématique de la conduction thermique constitue le meilleur guide pour comprendre et inventer<sup>61</sup>. Les représentations mathématiques successives du problème physique de la conduction thermique dans les solides au cours du XIX<sup>e</sup> siècle a été exposée en détail par Bachelard dans sa *thèse complémentaire* sur l'histoire des sciences<sup>62</sup>. Il affirme qu'au XVIII<sup>e</sup> siècle, toute formulation mathématique pertinente du phénomène thermique a été « entravée » par des concepts trop influencés par l'expérience concrète de la manière dont une barre métallique s'échauffe<sup>63</sup>. L'intervention mathématique décisive commence avec Jean Baptiste Biot, qui est le premier à intégrer le concept *calorifique* alors accepté (qu'il faut se représenter comme une sorte de substance thermique) dans un calcul infinitésimal<sup>64</sup>. Bachelard résume un peu plus tard les étapes décisives de la « mathématisation » de la conduction thermique dans l'article « La richesse d'inférence de la physique mathématique »<sup>65</sup>. Cet article de 1931 fournit des indications sur l'orientation que Bachelard donne au concept d'induction. Il indique vouloir montrer que les mathématiques appliquées à la physique représentent « un véritable pouvoir de diversification » et « la source de la curiosité scientifique »<sup>66</sup>. Je n'aborde que l'examen rendu possible, selon Bachelard, par l'intervention de Lamé. Il l'avait déjà souligné dans *Étude* : « Avec Lamé, le calcul doit tout faire. Il doit fournir l'hypothèse, coordonner les domaines, construire de toutes pièces le phénomène. Non pas étudier les lois, mais les découvrir. »<sup>67</sup>

L'instant décisif se situe au moment où, après avoir envisagé le problème de la conduction thermique en relation avec les systèmes cristallins, Lamé a découvert la propriété d'« anisotropie » des cristaux. Celle-ci met en rapport la conductivité et le sens de conduction<sup>68</sup>. Lamé, qui recherche la généralisation la plus étendue dans la représentation de la conduction thermique cristalline, montre que le postulat de commutativité dans l'équation formulée avant lui par Jean-Marie C. Duhamel se comporte de manière restrictive par rapport à la généralisation, et empêche donc

<sup>59</sup> Bachelard, G., *La Philosophie du non*, p. 55.

<sup>60</sup> *Ibid.*

<sup>61</sup> Bachelard, G., « La richesse d'inférence de la physique mathématique », in *L'Engagement rationaliste*, Paris, 1972, p. 117.

<sup>62</sup> Bachelard, G., *Étude sur l'évolution d'un problème de physique. La propagation thermique dans les solides*, Paris, Vrin, 1927.

<sup>63</sup> *Ibid.*, p. 24.

<sup>64</sup> *Ibid.*, p. 25-32.

<sup>65</sup> Bachelard, G., « La richesse d'inférence de la physique mathématique », op.cit.

<sup>66</sup> *Ibid.*, p. 110.

<sup>67</sup> Bachelard, G., *Étude sur l'évolution d'un problème de physique*, p. 104.

<sup>68</sup> *Ibid.* p. 116-118.

cette dernière. Enfin, il découvre que l'hypothèse de Duhamel (à savoir que la conductivité est la même dans toutes les directions) doit être comprise comme un cas particulier des systèmes cristallins qui se révèlent généralement anisotropes, et ce à plusieurs égards. On reconnaît ici le "modèle" introduit par Bachelard à partir de l'exemple de la géométrie non euclidienne, et qu'il a finalement différencié et concrétisé en tant qu'"induction". Par « nécessité mathématique », souligne-t-il, les modifications qui simplifient et généralisent le résultat d'un calcul se traduiraient à la fois par une équation plus complexe et par une différenciation et une diversification « matérielles »<sup>69</sup>. L'exemple illustre, selon la formule de Maurice Loi, comment la démarche mathématique produit des différences fonctionnelles pour une matière qui ne présentait pas de structures distinctes auparavant<sup>70</sup>. Il faut ajouter que Bachelard met aussi en évidence la réciprocité des apports entre la physique mathématique et les mathématiques. Il parle d'une « impulsion » que ces dernières reçoivent dans leur application à la « matière » correspondant en physique et souligne que la physique mathématique produit en même temps des « mathématiques physiques »<sup>71</sup>.

Une leçon, correspondant à celle de l'exposé de Lamé sur l'anisotropie, peut être tirée d'un exemple que Bachelard prend de la physique qui lui est contemporaine. Il y a même recours à plusieurs reprises dans l'introduction du *Nouvel esprit scientifique*<sup>72</sup>. Il met en évidence la productivité mathématique et expérimentale (dans le sens de production d'un potentiel, de différences) à partir du fameux "dualisme onde-particule" de la physique quantique et de sa formalisation. La non-commutativité de certains opérateurs introduit dans la réalité scientifique, tant au niveau conceptuel qu'instrumental, un moment de décision incontournable. Pour la théorie, la non-commutativité des opérateurs particuliers au formalisme de la physique quantique correspond à ce qui est présenté par des moyens expérimentaux comme une « problème de localisation ». Il en résulte une réalité matérielle inhabituelle où s'ouvrent deux voies (ou bien deux côtés se montrent), dont la nature concrète, pour simplifier, dépend de la réponse à la question : faut-il d'abord mesurer la position ou la vitesse d'une "particule"<sup>73</sup> ? De même, ce que l'on appelle "équation de Dirac" pourrait être un autre exemple de la conception de Bachelard de la productivité « matérielle » de la « nécessité mathématique » en physique<sup>74</sup>.

Les caractéristiques et les thèmes par lesquels Bachelard introduit l'« inventivité » et la « productivité » mathématiques peuvent être résumés comme suit : (1) le développement de la géométrie non euclidienne comme "modèle d'explica-

<sup>69</sup> *Ibid.* p. 117-118.

<sup>70</sup> Loi, M., « Bachelard et les mathématiques », in Lafrance (ed.), *Gaston Bachelard. Profils épistémologiques*, Ottawa, Presse de l'Université d'Ottawa, 1987, p. 50.

<sup>71</sup> Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, p. 190 ; *idem*, « La richesse d'inférence de la physique mathématique », p. 118.

<sup>72</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*.

<sup>73</sup> Neumann, J. v., *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*, Berlin, Springer, 1968, p. 222-237 ; Serres M. et Farouki, N., *Thesaurus der exakten Wissenschaften*, p. 308.

<sup>74</sup> Bachelard, G., *La Philosophie du non*, p. 32-35.

tion” ; (2) une tendance à la cohérence “productrice de réalité” ; (3) la nécessité de décider d’un système d’axiomes et du cortège “hypothétique” d’objets scientifiques qui en découle ; (4) l’apodicticité du réel de la connaissance produite. Ces quatre caractéristiques, et les exemples qui les illustrent, offrent des points de repère essentiels pour la réinterprétation épistémologique du concept d’induction par Bachelard. Dans le chapitre suivant, j’expose comment le problème de l’induction a été abordé dans les années 1930 par certaines personnalités de l’empirisme logique. Les parties 4 et 5 doivent ensuite permettre d’étudier cette nouvelle orientation.

### 3. L’induction comme problème

En 1905, Ernst Mach écrivait dans *Erkenntnis und Irrtum (La Connaissance et l’Erreur)* : « Mais les opinions que les différents représentants de la méthodologie des sciences naturelles ont sur ce qu’il faut proprement appeler induction sont très différentes, aussi bien en général qu’en particulier lorsqu’il s’agit d’applications spécifiques »<sup>75</sup>. Son opinion sur la pluralité fondamentale des conceptions de l’induction dans la démarche scientifique s’inspire de Mach et dans un contexte de réflexion à partir d’importants “classiques” du débat philosophique sur le problème de l’induction, comme Aristote, John Stuart Mill et William Whewell<sup>76</sup>. C’est également vrai pour les auteurs contemporains des travaux de la première moitié de la carrière de Bachelard.

Le “problème” de l’induction (dans sa conception traditionnelle) est qu’elle présente une sorte de lacune logique lorsqu’on l’examine attentivement. L’induction, en tant que syllogisme et que mode de raisonnement logique, tel qu’entre autres entendu méthodiquement en philosophie des sciences, est fondamentalement prévue pour fournir une relation cohérente entre les prémisses et la conclusion. En ce sens, elle est conçue comme un instrument garantissant la validité des énoncés sur le monde et, par conséquent, soutenant la vérité des connaissances. Cependant, contrairement à la déduction, la validité des prémisses dans une inférence inductive n’assure pas la validité de la conclusion. Car son résultat va au-delà de ses prémisses. L’induction est donc une procédure d’*extension*. Sur la base d’un nombre limité de cas observés ou donnés, on tire une conclusion générale qui englobe aussi bien les cas observés que les cas inobservés, c’est-à-dire *tous* les cas possibles. La difficulté est, pour reprendre l’expression de Nelson Goodman, d’une manière générale et en l’accentuant dans le temps que : « Les prédictions se réfèrent justement à ce qui n’a pas encore été observé. Et elles ne se déduisent pas logiquement de ce qui a été observé, car ce qui *est* arrivé n’impose aucune restriction logique à ce qui *va* arriver<sup>77</sup> ». Malgré sa

<sup>75</sup> Mach, E., *Erkenntnis und Irrtum*, Leipzig, Barth, 1905, p. 308 (trad. F. L.).

<sup>76</sup> *Ibid.*, p. 299-310.

<sup>77</sup> Goodman, N., *Tatsache, Fiktion, Voraussage*, Frankfurt/Main, Suhrkamp, 1975, p. 81 (trad. F. L.).



nature irrémédiablement problématique, le principe d'induction a fait l'objet pendant des siècles de discussions philosophiques et méthodologiques sur les sciences empiriques et expérimentales, notamment parce qu'il est étroitement lié aux thèmes épistémologiques de la découverte et de la prédiction. Le terme "induction" est associé à des questions telles que la création de nouvelles connaissances ou l'élargissement des connaissances existantes. Hume a été le premier à commenter la tension liée à l'induction par un "néanmoins" pragmatique, et à en accepter le principe malgré son ambiguïté<sup>78</sup>. Toutefois, depuis la fin du XX<sup>e</sup> siècle au moins, l'"induction" n'est plus un problème brûlant en philosophie des sciences<sup>79</sup>. Comme la plupart des philosophes des sciences, Ian Hacking estime que le "problème philosophique" de l'induction n'est plus pertinent au regard des sciences expérimentales actuelles<sup>80</sup>.

Contrairement à aujourd'hui, le principe d'induction a fait l'objet de débats animés dans les années 1920 et 1930. Son rôle dans l'épistémologie était un sujet controversé, notamment parmi les philosophes proches de l'empirisme logique. Dans ce contexte, Hans Reichenbach était un partisan de l'utilisation épistémologique de l'"induction". Suivant l'attitude "pragmatique" de Hume, il insiste sur le caractère indispensable du principe d'induction dans la science et l'épistémologie, comme il ressort de plusieurs articles de 1934<sup>81</sup>. Outre la « relation d'imprécision » de Heisenberg, « le problème de l'induction » est pour lui l'une des deux sources qui « font entrer le concept de probabilité dans la problématique de la connaissance »<sup>82</sup>. Reichenbach redéfinit l'inférence inductive dans le cadre d'une logique de la probabilité qu'il formule en dépassant la logique bi-

<sup>78</sup> Körner, S., « Induktion, II. Neuzeit », in Joachim Ritter et Karlfried Gründer (eds.), *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Bd. 4, Darmstadt : Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1976, p. 329-332.

<sup>79</sup> « Induction » est utilisé ici comme un terme fixe et indiscutable, Nickles, T., *Scientific Discovery: case Studies*, Dordrecht, Reidel, 1980 ; idem, *Scientific Discovery, Logic, and Rationality*, Dordrecht, Reidel, 1980. Quelques rares auteurs continuent néanmoins de débattre de l'induction : Goodman, N., *Tatsache, Fiktion, Voraussage* ; Black, M. « Induction », in Edwards, P. (ed.), *The Encyclopedia of Philosophy*, Vol. 3/4, New York-Londres, Macmillan & Free Pr., 1972, p. 173 ; Hacking, I., « The Self-Vindication of the Laboratory Sciences », in Pickering, A. (ed.), *Science as Practice and Culture*, Chicago, University of Chicago Press, 1992, p. 61-62.

<sup>80</sup> *Ibid.*, p. 60 : « The doctrine of mature self-vindicating laboratory sciences has no more to do with the problem of induction than does Popper's methodology of conjectures and refutations or Kuhn's analysis of scientific revolutions. That is as it should be. The problem of induction was posed in connection with bread, postmen, and billiards. It has nothing special to do with science, [...] »

<sup>81</sup> Reichenbach, H., « Wahrscheinlichkeitslogik », in idem et Carnap, R. (eds.), *Einheit der Wissenschaft. Prager Vorkonferenz 1934*, Leipzig, Meiner, 1934, p. 37-43 ; idem, « Zur Induktionsmaschine », in *ibid.*, p. 172-173 ; idem, « Wahrscheinlichkeitslogik und Alternativlogik », in *ibid.*, p. 177-178 ; idem, « Die Bedeutung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs für die Erkenntnis », *Actes du huitième Congrès International de Philosophie à Prague 2-7 Septembre 1934*, Prague, Comité d'Organisation du Congrès, 1936, p. 163-169.

<sup>82</sup> *Ibid.*, p. 165.

valente<sup>83</sup>. Selon Reichenbach, une inférence inductive donnée ne peut être tirée que d'une probabilité spécifique :

Si nous arrivons à une conclusion à partir d'une expérience observée puis répétée  $n$  fois, nous ne concluons jamais avec certitude, mais seulement en probabilité ; d'autre part, cette probabilité croît avec le nombre  $n$  de cas observés. Il s'agit donc ici d'un raisonnement typiquement probabiliste<sup>84</sup>.

Sandra Pravica

Avec sa logique des probabilités, qu'il expose formellement de manière détaillée, Reichenbach prétend avoir finalement « rendu possible la résolution du problème de l'induction » et avoir ainsi fourni en quelque sorte la « logique de toute connaissance de la nature »<sup>85</sup>. Il introduit un concept d'induction logiquement défini et limite son utilisation à un domaine clairement délimité. Reichenbach le considère comme un concept indispensable dans la philosophie des sciences. Il soutient même que c'est *précisément parce que* le principe d'induction est à la base de toutes les inférences physiques que sa logique probabiliste doit être considérée comme la logique de toutes les connaissances scientifiques<sup>86</sup>.

Suite à ses propos sur l'induction, Reichenbach déclenche un débat qui, dans les années 1930, est essentiellement marqué par les positions adoptées par Otto Neurath et Karl Popper<sup>87</sup>. Dans une réponse directe à l'intervention de Reichenbach, Neurath rejette catégoriquement les propositions de ce dernier. Il qualifie péjorativement de « machine » à produire des inductions la logique formelle des probabilités de Reichenbach<sup>88</sup>. Il objecte que : « Le progrès de la science consiste en quelque sorte à changer constamment de machine et à avancer sur la base de nouvelles résolutions »<sup>89</sup>. Neurath examine le concept d'induction de Reichenbach dans le contexte du programme pour « l'unité de la science » et insiste sur une multiplicité scientifique qui doit être possible malgré cet agenda. Il souligne que l'« unité » doit ici être comprise de prime abord dans un sens historique et social. L'unité à laquelle Neurath s'intéresse n'est donc pas « logiquement déductible »<sup>90</sup>.

<sup>83</sup> Reichenbach, H., *Wahrscheinlichkeitslehre. Eine Untersuchung über die logischen und mathematischen Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung*, Leiden, Sijthoff, 1935.

<sup>84</sup> Reichenbach, H., « Die Bedeutung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs für die Erkenntnis », p. 165 (trad. F. L.).

<sup>85</sup> Reichenbach, H., « Wahrscheinlichkeitslogik », p. 43.

<sup>86</sup> *Ibid.*

<sup>87</sup> Karl Popper occupe certes une place à part en raison de sa critique de certaines positions de l'empirisme logique, mais il est néanmoins justifié de faire référence à lui ici en tant que membre du mouvement. Voir Stadler, F., *Studien zum Wiener Kreis. Ursprung, Entwicklung und Wirkung des Logischen Empirismus im Kontext*, Frankfurt/Main, Suhrkamp, 1997, p. 524 ; ainsi que toute la section « Bemerkungen zur "Popper-Legende" » : p. 512-524. Les travaux de Rudolf Carnap sur le problème de l'induction ne sont pas pris en compte ici, car il ne s'est penché plus avant sur le problème qu'après les années qui font l'objet de cette étude.

<sup>88</sup> Neurath, O., « Einheit der Wissenschaft als Aufgabe », in Reichenbach, H. et Carnap, R. (eds.), *Einheit der Wissenschaft. Prager Vorkonferenz 1934*, Leipzig, Meiner, 1934, p. 18.

<sup>89</sup> *Ibid.* (trad. F.L.).

<sup>90</sup> Neurath, O., « Zur Induktionsfrage », in *ibid.*, p. 174 ; *idem*, « Einheit der Wissenschaft als Aufgabe », p. 18.

La réponse de Karl Popper à Reichenbach diffère considérablement de celle de Neurath. Popper, qui préfère généralement le principe de déduction à celui d'induction comme base exclusive de ce qu'il appelle désormais la « logique scientifique », écarte le principe d'induction en lui opposant l'argument « traditionnel » : à savoir qu'il conduit à une régression infinie et, pour ne rien arranger, est un principe aprioriste. Enfin, il rejette la conception de Reichenbach, car elle aboutirait à une compréhension affaiblie et donc inutilisable de la vérité<sup>91</sup>.

Un examen approfondi des propos tenus par Reichenbach en 1934 met une fois de plus en évidence le rôle prépondérant que ce dernier attribue à l'« induction » dans la philosophie des sciences. Les procédures « application des lois de la nature » et « raisonnement inductif » sont *identiques* pour Reichenbach<sup>92</sup>. Il considère l'intégration réussie d'une théorie de l'induction comme la condition d'une raison d'être de la philosophie scientifique<sup>93</sup>. Reichenbach lie étroitement son inclusion épistémologique positive de l'induction à la question de savoir quels domaines de l'entreprise scientifique peuvent être soumis à une « rationalisation », c'est-à-dire s'ils peuvent être représentés comme une « argumentation rationnelle » sur la base de moyens logiques formels<sup>94</sup>. Par la suite, Reichenbach propose de distinguer les procédures qui permettent à un scientifique de « découvrir » une théorie (il les appelle les méthodes de découverte) des opérations par lesquelles une théorie est présentée et défendue publiquement (les méthodes de justification). Alors que les méthodes de la première catégorie, c'est-à-dire les méthodes de découverte, ne sont pas plus « rationalisables » selon Reichenbach « que les devinettes », les méthodes de justification ont le privilège d'être systématiques et de pouvoir être représentées par des moyens « rationnels »<sup>95</sup>. Popper, bien qu'il soit en désaccord avec Reichenbach au sujet de l'induction, est néanmoins tout à fait d'accord avec sa proposition de scinder les procédures scientifiques en deux domaines fondamentalement différents, où seul celui de la « justification » mérite d'être examiné et représenté de manière « rationnelle »<sup>96</sup>. Ainsi, c'est notamment l'affirmation par Reichenbach du rôle épistémologique positif de l'induction qui a nécessité la séparation des contextes de la justification et de la découverte, laquelle a eu un effet durable sur la philosophie des sciences du XX<sup>e</sup> siècle, dans sa pratique comme dans ses méthodes<sup>97</sup>. Alors que la « distinction contextuelle » a eu une grande influence sous la forme présentée en

<sup>91</sup> Popper, K., « “Induktionslogik” und “Hypothesenwahrscheinlichkeit” », in *Reichenbach, H. et Carnap, R. (eds.), Einheit der Wissenschaft. Prager Vorkonferenz 1934*, Leipzig, Meiner, 1934, p. 170-172.

<sup>92</sup> Reichenbach, H., « Die Bedeutung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs für die Erkenntnis », p. 166.

<sup>93</sup> *Idem* « Zur Induktionsmaschine », p. 172.

<sup>94</sup> *Ibid.*, p. 172-173.

<sup>95</sup> *Ibid.*

<sup>96</sup> Popper, K., « “Induktionslogik” und “Hypothesenwahrscheinlichkeit” », p. 170.

<sup>97</sup> Schiemann, G. « Inductive Justification and Discovery. On Hans Reichenbach's Foundation of the Autonomy of the Philosophy of Science », in *Revisiting Discovery and Justification. Historical and Philosophical Perspectives on the Context Distinction*, Schickore, J. et Steinle, F. (eds.). Dordrecht, Springer, 2006, p. 23.

1938 dans *Experience and Prediction* de Reichenbach, la défense de l'induction présentée ici et de la « rationalité » de la philosophie en tant que discipline se retrouve aussi bien dans les premiers travaux que ceux plus tardifs de Reichenbach, comme le montre une étude de Gregor Schiemann<sup>98</sup>. J'adhère à la thèse de Schiemann selon laquelle la distinction de contexte de Reichenbach acquiert sa pertinence particulière précisément en relation avec la théorie de l'induction.

Jusqu'à présent, le lien mis en évidence par Schiemann n'a pas été pris en compte de manière plus approfondie dans la recherche<sup>99</sup>. Dans la perspective de l'orientation donnée par Bachelard au concept d'induction, il est pourtant hautement instructif. Il faut notamment souligner la relation entre "induction" et "découverte" (définie ensuite comme séparation par Reichenbach) telle que Schiemann la met en évidence. Il montre que, vers 1949, Reichenbach fait fortement contraster la philosophie des sciences avec le contexte de la découverte. Les tâches de l'épistémologie restent par la suite limitées au contexte de la justification<sup>100</sup>. En conséquence, le traitement de l'induction subit également une correction. Elle ne joue plus un rôle que dans le contexte de la justification, formulée en termes de calcul de probabilité. En tant que partie du processus scientifique ou de la dynamique de la découverte, elle ne fait plus l'objet d'une réflexion. Schiemann constate que Reichenbach, après avoir admis que « le principe d'induction est la seule règle que le physicien a sous la main »<sup>101</sup>, passe directement à la différenciation du contexte, de sorte que cette différenciation « ouvre une brèche exactement là où l'épistémologie et les sciences naturelles sont les plus proches »<sup>102</sup>. Il est donc cohérent d'affirmer qu'ensuite, c'est précisément là où Reichenbach effectue la coupure méthodologique nécessaire pour lui au moyen de la séparation des contextes que Bachelard place la productivité épistémologique du principe d'induction, à savoir là aussi où « l'épistémologie et les sciences de la nature sont les plus proches ».

Or, la nouvelle conception de l'induction de Bachelard s'appuie précisément sur ce que Reichenbach exclut par la suite, mais résolument, du champ épistémologique : les découvertes scientifiques. En outre, en mettant particulièrement l'accent sur la dynamique *transgressive* de l'induction, Bachelard aborde de manière extrême le thème qui, dans la conception traditionnelle, constitue l'un des problèmes clés qui lui sont liés. Il s'empare de la brèche logique qui, dans la discussion philosophique sur l'induction, se présente comme une difficulté authentique, pour la mettre en évidence de manière épistémologiquement positive dans son approche.

Or, le fait que Bachelard ne justifie pas la dynamique épistémique de la "découverte" par des facteurs externes, c'est-à-dire par des facteurs qui, dans la "logique" de séparation des contextes de Reichenbach, seraient attribués au contexte de la

<sup>98</sup> *Ibid.*, p. 24.

<sup>99</sup> *Ibid.*

<sup>100</sup> *Ibid.*, p. 30-31.

<sup>101</sup> *Ibid.*, p. 30 (trad. F. L.).

<sup>102</sup> *Ibid.* (trad. F. L.).

découverte, comme par exemple des facteurs psychologiques, sociologiques ou historiques, mais qu'il l'expose à partir de particularités internes à la physique mathématique contemporaine, rend son concept d'induction particulièrement prometteur sur le plan philosophique. En effet, en se concentrant spécifiquement sur les mathématiques, il contourne la séparation des contextes, sans pour autant devoir se référer strictement au domaine désigné par Reichenbach comme « contexte de la découverte ».

#### 4. S'écarter de la conception usuelle

Le chemin pris par Bachelard dans sa reformulation du concept d'induction a déjà été jalonné plus haut par la productivité et la force de découverte des mathématiques. Même si la conception de Bachelard ne tient apparemment pas compte du "problème" et de la "logique de conclusion (*Schlussprinzip*)" de l'induction, tels qu'ils ont été traités jusqu'alors en philosophie, elle n'est pas pour autant formulée sans référence aux problématisations contemporaines courantes de l'induction. Ce n'est que progressivement que Bachelard introduit la thématique de l'induction dans une problématique épistémologique et avec un vocabulaire qui lui est propre. Ce processus peut être divisé en différentes phases, qui ne sont pas strictement chronologiques.

Un premier glissement décisif peut être noté entre les conceptions respectives de l'induction dans *Essai sur la connaissance approchée* de 1927 d'une part, et dans *La valeur inductive de la relativité* de 1929<sup>103</sup> d'autre part. Il s'agit dans les deux cas des premiers livres de Bachelard dans lesquels l'induction joue un rôle explicite. *L'Essai* (la thèse de doctorat de Bachelard) s'est fait remarquer dans le contexte philosophique francophone précisément en raison des réflexions sur l'induction qu'il contient<sup>104</sup>. Par exemple, André Lalande ajoute à son ouvrage *Théories de l'induction et de l'expérimentation* de 1929, qui fournit un aperçu historique allant de l'Antiquité à Charles Sanders Peirce, un appendice qui présente des publications récentes importantes sur le sujet<sup>105</sup>. Il y présente les travaux de Léon Brunschvicg<sup>106</sup>, Jean Nicod<sup>107</sup>, Maurice Dorelle<sup>108</sup>, ainsi que le chapitre consacré par Gaston Bachelard à l'induction dans son *Essai*<sup>109</sup>. Dans *L'Essai*, Bachelard replace ses considérations sur l'"induction" dans le cadre d'une réflexion sur le rôle de la connaissance approchée dans les sciences expé-

<sup>103</sup> Bachelard, G., *La Valeur inductive de la relativité*, Paris, Vrin, 1929.

<sup>104</sup> Le chapitre concerné s'intitule : « L'induction, la corrélation et la probabilité dans leur rapport avec la connaissance approchée », in Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, p. 127-154.

<sup>105</sup> Lalande, A., *Les Théories de l'Induction et de l'Expérimentation*, Paris, Boivin, 1929.

<sup>106</sup> Brunschvicg, L., *L'Expérience humaine et la causalité physique*, Paris, Alcan, 1922.

<sup>107</sup> Nicod, J., *Le Problème de l'induction*, Paris, Alcan, 1923.

<sup>108</sup> Dorelle, M., *Les Problèmes de l'induction*, Paris, Alcan, 1926.

<sup>109</sup> Lalande, A., *Les Théories de l'Induction et de l'Expérimentation*, p. 265-283.

mentales<sup>110</sup>. Il s'interroge sur le type de « certitude » (dans la notion de savoir « approché ») qui émerge des processus « inductifs » de la recherche expérimentale, et sur les « limites » de la connaissance approchée dans ce contexte<sup>111</sup>. Il adhère fondamentalement à la position « pragmatique » sur l'induction en tant que principe indispensable aux procédures scientifiques<sup>112</sup>. Néanmoins, Bachelard rejette la question philosophique de la légitimité de l'induction. Il refuse d'accepter un principe d'induction « idéal », dépassant et isolé de ses applications effectives<sup>113</sup>. Au contraire, le principe d'induction selon Bachelard ne peut absolument pas être séparé de ses applications concrètes. Il s'agit de déterminer le type particulier de « certitude » qui est à l'œuvre dans le principe d'induction « en application »<sup>114</sup>. Il critique les approches qui présupposent déjà la légitimité du principe d'induction, car elles laissent le principe lui-même intact, même si son application doit se révéler désastreuse<sup>115</sup>.

Il est également intéressant que Bachelard fasse référence au rôle de conservation des processus inductifs. En plus de la caractérisation courante de l'induction comme principe d'élargissement des connaissances, il souligne sa valeur *conservatrice*. Pour lui, le principe d'induction est nécessairement lié au principe d'identité<sup>116</sup>. En discutant du lien entre « induction appliquée » et « connaissance approchée », Bachelard aborde dans son *Essai*, entre autres, les approches probabilistes et les divergences avec la « loi statistique », le critère de « précision », la nature des prédictions (approchées) et leurs implications temporelles<sup>117</sup>. Il s'appuie pour cela sur la littérature classique et contemporaine portant sur le thème de l'induction, comme John Stuart Mill, Pierre-Simon Laplace, Nicod, Jules Lachelier. Ce qui m'importe ici, c'est que la perspective de l'« induction en application » proposée dans l'ouvrage de Bachelard sur la connaissance approchée marque bien une nouvelle orientation épistémologique dans le traitement du problème philosophique de l'induction. Mais les explications données, comme l'attitude « pragmatique » à l'égard de l'utilisation de l'induction, l'absence de tentatives de validation et de fondement, la prise en compte du rôle de la probabilité, tout comme les auteurs auxquels il est fait appel, sans oublier la reconnaissance spécifique que Lalande accorde à ces explications, prouvent que l'utilisation de l'« induction », tout comme la discussion épistémologique, sont, sur ce thème, ancrées dans le cadre du débat contemporain en philosophie des sciences. Un an plus tard, avec *La valeur inductive de la relativité*, on peut déjà constater un changement important dans la conception de Bachelard de l'« induction ». La productivité et l'inventivité des mathématiques sont désormais mises au premier plan. Avec ce livre, qui discute du renouveau théorique grâce

<sup>110</sup> Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, p. 27-168.

<sup>111</sup> *Ibid.* ; ainsi que Lalande 1929, p. 280.

<sup>112</sup> Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, p. 127-129.

<sup>113</sup> *Ibid.*, p. 127 ; p. 130-131.

<sup>114</sup> *Ibid.*, p.127 ; p. 129.

<sup>115</sup> *Ibid.*, p. 130.

<sup>116</sup> *Ibid.*, p. 127-28.

<sup>117</sup> *Ibid.*, p. 127-154.



à la théorie de la relativité, l'induction devient un concept clé dans la détermination de la "nouveau" spécifique de la relativité<sup>118</sup>. La théorie de la relativité est présentée comme une « méthode de découverte progressive »<sup>119</sup>. Bachelard souligne que le calcul tensoriel déploie une productivité et une inventivité particulières dans son association avec la relativité. Les développements ultérieurs de la physique relativiste ont confirmé « l'importance du formalisme tensoriel » sur lequel insiste Bachelard<sup>120</sup>.

Dans *La Valeur*, l'« induction » fait certes référence de manière générale à un élargissement du savoir scientifique, mais un aspect temporel est en même temps introduit dans la notion. Car Bachelard insiste sur une « rupture » qui se manifeste avec la relativité : les principes de la relativité ne peuvent pas être déduits des éléments théoriques disponibles *avant* leur « découverte ». Selon Charles Alunni, *La Valeur* fixe le sens spécifiquement bachelardien de l'induction<sup>121</sup>. Les thèses de Bachelard sont une réponse critique à la lecture d'Einstein par Émile Meyerson<sup>122</sup>, comme l'explique Parrochia<sup>123</sup>. Alors que Meyerson place la nouveauté de la pensée relativiste dans la continuité des théories physiques existantes, ainsi qu'avec l'expérience générale, Bachelard insiste sur la rupture radicale avec le passé<sup>124</sup>. Chez Meyerson la théorie de la relativité se présente comme « un ensemble de déductions »<sup>125</sup>. Bachelard, quant à lui, examine dans quelle mesure elle élargit les possibilités et en offre de nouvelles<sup>126</sup>.

Comparé à l'utilisation de l'« induction » dans l'*Essai*, le livre sur la relativité présente un infléchissement très net. Bachelard y fait coïncider la notion et son intention épistémologique majeure, puis l'utilise pour étayer la thèse principale de l'ouvrage. Le concept d'induction n'est cependant pas encore utilisé, comme il le sera dans une phase ultérieure, pour soutenir la version de Bachelard d'un « rationalisme » philosophique. Contrairement à l'utilisation antérieure de « l'induction », on constate en outre une stricte limitation à la problématique de la découverte. L'induction se démarque entre-temps largement des problématiques qui lui ont

<sup>118</sup> Bachelard, G., *La Valeur inductive de la relativité*, p. 5-6 ; p. 10-11.

<sup>119</sup> *Ibid.*, p. 6.

<sup>120</sup> Parrochia, D., « La lecture bachelardienne de la théorie de la relativité (Bachelard et Meyerson) », in Jean-Jacques Wunenburger (ed.), *Bachelard et l'épistémologie française*, Paris, PUF, 2003, p. 182.

<sup>121</sup> Alunni, C., « Relativités et puissances spectrales chez Gaston Bachelard », in *Rev synth* 120, 1999, p. 92. Il examine également dans ce contexte l'importance de l'induction électromagnétique. Voir *ibid.* p. 97-100 et aussi Bontems, V., « L'actualité de l'épistémologie historique », *Revue d'histoire des sciences*, 59 (1), 2006, p. 137-147.

<sup>122</sup> Meyerson, É., *La Déduction relativiste*, Paris, Payot, 1925.

<sup>123</sup> Parrochia, D. « La lecture bachelardienne de la théorie de la relativité (Bachelard et Meyerson) ».

<sup>124</sup> *Ibid.*, p. 160-162. Voir aussi la critique d'Alunni sur le commentaire à la nouvelle édition de *La Valeur* en 2014: Alunni, C., « II. La valeur inductive de la relativité contre la Phénoméno-technique », in C. Alunni (ed.), *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'école surrationaliste*, Paris, Hermann, 2019, p. 71-89.

<sup>125</sup> Bachelard, G., *La Valeur inductive de la relativité*, p. 1.

<sup>126</sup> Parrochia, D. « La lecture bachelardienne de la théorie de la relativité (Bachelard et Meyerson) », p. 163.

été associées « de Mill à Carnap »<sup>127</sup>. L'innovation de Bachelard sur le concept d'induction représente un risque, et elle a un prix. Les explications ne sont plus perçues comme une contribution au discours philosophique sur l'« induction »<sup>128</sup>.

## 5. Allure inductive

Sandra Pravica

L'exposé de Bachelard sur l'« allure inductive »<sup>129</sup> dans *Le Rationalisme appliqué* est particulièrement détaillé et instructif pour la question qui nous occupe<sup>130</sup>. Pour une fois, il argumente ici effectivement « systématiquement ». <sup>131</sup> Dans cet écrit tardif, on peut constater une nouvelle étape dans l'utilisation du terme « induction », dans la mesure où Bachelard y insiste pour donner à la thématique de l'induction une place prépondérante dans une position philosophique qu'il défend activement. Dans ce contexte, on parle aussi d'« inductif » au sens général de « inventif », « productif » et « amplifiant » : « Il ne faut pas confondre la déduction qui assure et l'induction qui invente. Le rationalisme dans son travail positif est éminemment inducteur [...] »<sup>132</sup>. Le fait qu'à côté de la forme substantive française « induction », des formes adjectivales comme « inductive » ou « inducteur » s'accumulent dans l'exposé de Bachelard confirme en quelque sorte la tournure prise par la problématique de l'induction introduite avec *La Valeur inductive de la Relativité*. Il ne s'agit plus ici d'un « principe » d'induction, mais d'une propriété inductive.

Étant donné que Bachelard précise dans *Le rationalisme appliqué*, qu'il s'intéresse « surtout à l'aspect philosophique des nouvelles techniques expérimentales »<sup>133</sup>, et par ailleurs aux mathématiques surtout « dans leur travail » en physique ou en chimie, il est d'autant plus surprenant que Bachelard discute en détail de l'*allure inductive* dans le chapitre « L'identité continuée » en prenant un exemple tiré des mathématiques – si l'on peut dire – « pures ». Un domaine dont il ne s'occupe pas habituellement. L'objet choisit par Bachelard pour sa démonstration et introduire ce qu'il appelle la « démarche inductive » est le concept d'orthogonalité. Ce qu'il veut montrer, c'est une « ligne de pensée inductive » qui « naît » en quelque sorte avec les extensions mathématiques successives de l'orthogonalité, lorsqu'elle est d'abord formulée géométriquement dans le théorème de Pythagore, puis introduite au cours de sa généralisation dans les « espaces algébriques », ensuite appliquée dans la théorie des ensembles, et enfin comme concept de

<sup>127</sup> *Ibid.*, p. 168.

<sup>128</sup> Spaier, A., « Gaston Bachelard. La valeur inductive de la Relativité (1929) », *Recherches philosophiques* I, 1931/32, p. 369. Alunni fait remarquer que *La Valeur* est l'ouvrage le moins cité de Bachelard. Alunni, C., « Relativités et puissances spectrales chez Gaston Bachelard », p. 78.

<sup>129</sup> Bachelard, G. *Le Rationalisme appliqué*, p. 82.

<sup>130</sup> Bachelard, G. *Le Rationalisme appliqué*.

<sup>131</sup> Tiles, M., *Bachelard. Science and Objectivity*, XVIII : « He [Bachelard] does not, in any single work, set out to argue systematically for a position ».

<sup>132</sup> Bachelard, G. *Le Rationalisme appliqué*, p. 82.

<sup>133</sup> *Ibid.*, p. 102-103.

base des fonctions de la mécanique ondulatoire ; elle est sans cesse reformulée au fil de ces déclinaisons<sup>134</sup>. La « ligne sous-jacente » à cette succession de notions est, selon Bachelard, un « noumène mathématique »<sup>135</sup>. Sa démonstration, signale Bachelard, compromet le rôle du principe d'identité,  $A = A$ <sup>136</sup>. Il montrerait dans quelle mesure même le principe d'identité se révèle « productif » dans le cadre des diverses applications citées<sup>137</sup>. Dans son argumentation, Bachelard se réfère au fait que l'identité a été reformulée de manière « relationnelle » dans les développements contemporains de la géométrie et qu'elle n'est désormais plus disponible dans ces domaines que sous certains aspects, par exemple en tant qu'identité « crémonienne » ou « euclidienne »<sup>138</sup>. Le fait qu'il prenne justement l'exemple du théorème de Pythagore et qu'il y attache une discussion sur le principe d'identité vient notamment du fait qu'il argumente contre la position de Meyerson en matière de philosophie des sciences. Celui-ci démontre, dans des analyses approfondies d'exemples de l'histoire des sciences (principalement contre les conceptions positivistes et conventionnalistes), ce qui reste constant dans « l'esprit humain » malgré la variabilité des faits naturels<sup>139</sup>. Il fait également appel au théorème de Pythagore quand il interroge le principe d'identité dans son livre sur les explications des sciences naturelles, au chapitre sur l'« identité » et l'« identification »<sup>140</sup>. Contrairement à Meyerson, ce qui importe à Bachelard, c'est que le principe d'identité ne justifie pas la référence à une réalité absolue<sup>141</sup>.

Le passage par les différentes reformulations mathématiques de l'orthogonalité choisi par Bachelard pour sa démonstration concerne donc la géométrie et peuvent être présentées ici graphiquement sous forme de figures géométriques dans certaines de ses étapes essentielles. Bachelard insiste sur le fait de ne faire appel qu'à des « identités d'objets de type euclidien »<sup>142</sup>. Cela permet de le suivre dans cette argumentation « illustrative » atypique pour lui<sup>143</sup>. Dans un premier temps, Bachelard fait appel au théorème de Pythagore<sup>144</sup>, qui fait partie des connaissances générales, dans le cas où le triangle rectangle donné est isocèle. Les triangles rectangles construits semblent être parfaitement identiques

<sup>134</sup> *Ibid.*, p. 82.

<sup>135</sup> *Ibid.*, p. 91.

<sup>136</sup> *Ibid.*, p. 82. Généralement, le principe d'identité est le plus souvent illustré par «  $A = B$  ». Bachelard reprend apparemment cette façon de l'écrire de : Meyerson, É., *Explanation in the Sciences*, Dordrecht, Kluwer, 1991, p. 103-105.

<sup>137</sup> Bachelard, G. *Le Rationalisme appliqué* p. 83.

<sup>138</sup> *Ibid.*, p. 84. Le terme « identité crémonienne » fait ici référence à la contribution du mathématicien Luigi Cremona : *Britannica*, <https://www.britannica.com/biography/Luigi-Cremona> (dernière consultation : 28.01.22)

<sup>139</sup> Meyerson, É., *Identität und Wirklichkeit*, Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H., 1930, p. 406-410.

<sup>140</sup> Meyerson, É., *Explanation in the Sciences*, p. 102-142 ; surtout p. 108.

<sup>141</sup> Bachelard, G. *Le Rationalisme appliqué*, p. 83.

<sup>142</sup> *Ibid.*, p. 88.

<sup>143</sup> Les illustrations suivantes sont tirées de : Bachelard, G. *Le Rationalisme appliqué*, p. 87-95.

<sup>144</sup> « Dans tous les triangles rectangles plans, la somme des aires des carrés des cathètes est égale à l'aire du carré de l'hypoténuse ».

au triangle situé au centre de la figure<sup>145</sup>. La validité du théorème de Pythagore peut être confirmée dans ce cas par le simple fait de découper et de superposer les triangles. Cependant, les triangles ne sont pas seulement identiques en termes de surface, ils sont également identiques en tout point, à l'exception de leur position. (Fig. 1)<sup>146</sup>. Ensuite, on envisage un triangle rectangle quelconque. Dans ce cas, les formes à comparer varient considérablement, de sorte que leur identité ne pourrait pas être démontrée en découpant et en superposant les surfaces. Néanmoins, leur égalité peut être prouvée indirectement, par le calcul. La distance AHK s'avère être importante (Fig. 4)<sup>147</sup>.

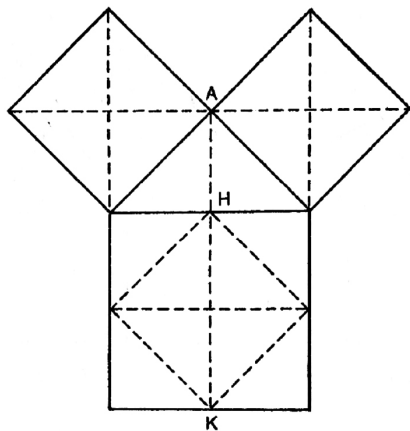


FIG. 1

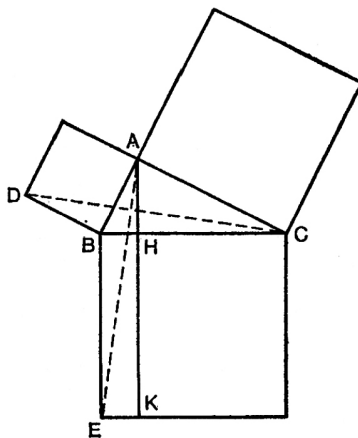


FIG. 4

Pour démontrer les phases suivantes par lesquelles passe le théorème pythagoricien, Bachelard se réfère à un commentaire du mathématicien Georges Bouligand<sup>148</sup>. Si les carrés construits à l'origine sur les côtés du triangle illustrent ce qui est "pythagoricien" dans le triangle rectangle, donc c'est en raison du fait que le carré lui-même est un *polygone régulier*, et que par conséquent tous les carrés se ressemblent de la même manière que les polygones réguliers se ressemblent par le nombre de leurs côtés<sup>149</sup>. La caractéristique sur laquelle se focalise Bachelard, la « pythagoricité », qui fonctionne avec le triangle rectangle, est donc valable pour tous les polygones réguliers. Si l'on part donc de la forme "classique" du théorème de Pythagore, il est facile de prouver sa validité aussi pour les triangles équilatéraux (Fig. 5) – Bachelard ajoute les étapes de calcul correspondantes<sup>150</sup>.

<sup>145</sup> Bachelard, G. *Le Rationalisme appliqué*, p. 86-87.

<sup>146</sup> *Ibid.*

<sup>147</sup> *Ibid.*, p. 89-90.

<sup>148</sup> On ne trouve cependant chez Bachelard aucune référence à une publication de Bouligand.

<sup>149</sup> *Ibid.*, p. 91.

<sup>150</sup> *Ibid.*

En conséquence, selon Bachelard, on peut conclure à une propriété générale : un polygone régulier à  $n$  côtés construit sur l'hypoténuse d'un triangle rectangle est égal à la somme des polygones réguliers à  $n$  côtés construits sur les deux autres côtés. Il en résulte un théorème plus général qui s'applique à tous les polygones réguliers (Fig. 6)<sup>151</sup>.

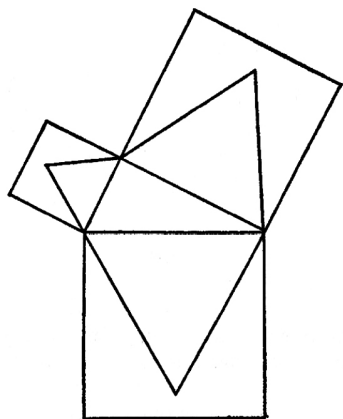


FIG. 5

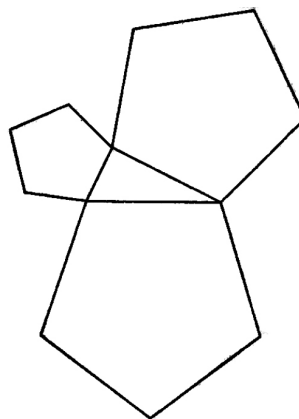


FIG. 6

Pour mieux comprendre la « cause réelle » du théorème de Pythagore généralisé, il faut, selon Bachelard, réfléchir à la « régularité » spécifique des polygones<sup>152</sup>. Il admet que la notion de « régularité » n'est pas en cause. Au contraire, on peut arriver au concept « causatif » en considérant que tous les polygones réguliers à  $n$  côtés sont *similaires*. En effet, le théorème de Pythagore peut, entre autres, être formulé à l'aide de demi-cercles (Fig. 7)<sup>153</sup>. Le chemin qui, à la recherche de la raison « fondamentale » ou « rationnelle » de la « pythagoricité », est passé successivement par le carré, les polygones réguliers, puis les figures *similaires*, a donc finalement conduit à la *similitude* (Fig. 8)<sup>154</sup>. Selon Bachelard, une leçon importante de l'exemple donné est que la compréhension maximale d'une idée ou d'un principe va de pair avec son extension maximale<sup>155</sup>.

<sup>151</sup> *Ibid.*, p. 91-92.

<sup>152</sup> *Ibid.*, p. 93.

<sup>153</sup> *Ibid.*

<sup>154</sup> *Ibid.*, p. 94.

<sup>155</sup> *Ibid.*

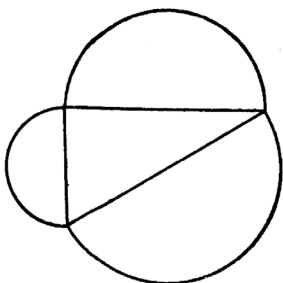


FIG. 7

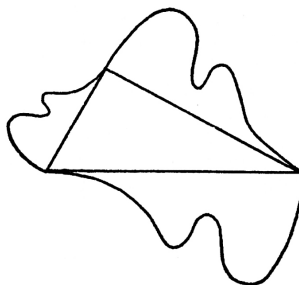


FIG. 8

Pour conclure, Bachelard en vient à la véritable contribution de Bouligand. Ce dernier, en travaillant dans sa démonstration avec des triangles semblables au triangle central, aurait finalement prouvé la « pythagoricité *intrinsèque* » du triangle rectangle (Fig. 9)<sup>156</sup>. Manifestement, les triangles construits sur les petits côtés correspondent ici aux triangles AHB et AHC, qui sont donnés avec la hauteur AH du triangle. On peut donc se demander s'il est vraiment nécessaire de faire appel à des figures « externes » pour apporter la preuve (Fig. 10)<sup>157</sup>. Sans le détour par les diverses constructions externes, il aurait cependant été difficile de remarquer que le triangle rectangle dont la hauteur est marquée représente le « germe replié de la pythagoricité ». Bachelard parle aussi dans ce contexte du « germe de l'auto-pythagoricité la plus pure et la plus complète »<sup>158</sup>. Bouligand a donc, selon Bachelard, plutôt procédé à la démonstration d'une « complication » qu'à une « explication »<sup>159</sup>.

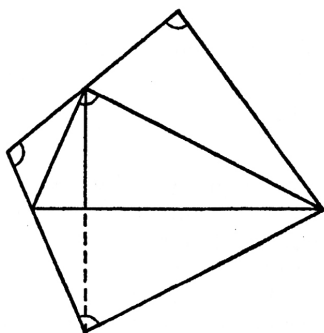


FIG. 9

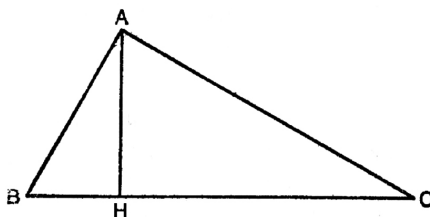


FIG. 10

<sup>156</sup> *Ibid.*, p. 94-95.

<sup>157</sup> *Ibid.*, p. 95.

<sup>158</sup> *Ibid.*, p. 97.

<sup>159</sup> *Ibid.*



Bachelard insiste sur la généralisation qui se produit par le biais des reformulations du théorème de Pythagore<sup>160</sup>. Se concentrer sur le théorème uniquement dans sa formulation en termes de carrés, comme au début de la démonstration, ne permet pas d'atteindre le plus haut degré de généralité et de compréhension. Bachelard souligne que la construction quadratique est simplement contingente par rapport à la *similitude* qui mène au « noyau rationnel » et à la plus large généralisation du théorème de Pythagore<sup>161</sup>. Le carré n'est qu'une possibilité parmi une multitude de figures, au moyen desquelles la « pythagoricité » du triangle rectangle peut être démontrée. Dès lors, selon Bachelard, ce n'est effectivement pas le théorème lui-même qui est généralisé, mais la caractéristique qu'il appelle « pythagoricité »<sup>162</sup>.

La « généralisation » démontrée ne repose pas sur le particulier. En effet, il s'agit d'une généralisation *descendante* (*top-down*) par laquelle la compréhension initiale révèle *a posteriori* ses limites spécifiques. Ce n'est qu'*a posteriori* que l'on découvre dans quelle mesure la conception « initiale » a pu représenter un « obstacle » à une généralisation<sup>163</sup>. C'est là que s'articule une caractéristique décisive du concept d'induction chez Bachelard. Une « extension » n'est pas conçue ici comme un simple élargissement dans une certaine direction ou par rapport à un certain domaine. Elle est « encadrement » ou « inclusion », et en même temps production « récurrente » de ce qui précède, est initial ou originel. Cette conception de l'induction est portée par un axe temporel interne spécifique, différent du temps chronologique. Celle-ci est fonction du temps épistémologique propre à la question épistémique étudiée<sup>164</sup>.

Les développements proposés jusqu'à présent sur l'« induction » chez Bachelard, en particulier par le biais de ses explications de l'« allure inductive » à partir de la « pythagoricité », permettent de mieux clarifier la manière dont il faut comprendre les épithètes « transcendant » ou « dépassant » qu'on retrouve dans ce contexte. Lorsqu'il est dit, par exemple, que « [o]n suit [...] une induction transcendante et non pas une induction amplifiante en allant de la pensée classique à la pensée relativiste »<sup>165</sup>, on peut en conclure qu'il ne s'agit pas d'un dépassement vers un « extérieur » ou d'une transgression de nature violente. « Transcender » signifie plutôt ici repousser une limite depuis l'intérieur. La limite est celle qui résulte de la constitution épistémique d'un domaine de recherche, tout comme son dépassement résulte d'une nouvelle constitution épistémique interne du domaine de connaissance concerné.

Le recentrage opéré par Bachelard sur le couple conceptuel « noumène » et « phénomène » s'inscrit lui aussi dans la réorientation épistémologique opérée

<sup>160</sup> *Ibid.*, p. 94. Aujourd'hui, l'« argument de similarité » ou la « preuve par similitude » est l'une des nombreuses démonstrations du théorème de Pythagore. Schroeder, M., *Fractals, Chaos, Power Laws: Minutes from an infinite paradise*, New York, Freeman, 1991.

<sup>161</sup> Bachelard, G. *Le Rationalisme appliqué*, p. 94.

<sup>162</sup> *Ibid.*, p. 96-103.

<sup>163</sup> *Ibid.*, p. 112.

<sup>164</sup> Bachelard, G. *Le Rationalisme appliqué*, p. 96.

<sup>165</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, p. 46.

par le concept d'induction. Il y a un « dédoublement » du réel constitué par les sciences naturelles en phénomène et noumène, comme en témoigne Granger<sup>166</sup>. Dans la conception de Kant, le nouménal n'est ni disponible pour l'intuition sensible, ni donné à l'expérience des sciences naturelles. Il ne peut pas non plus être démontré par ces dernières<sup>167</sup>. Dans la reformulation de Bachelard, un noumène s'oppose certes à l'expérience commune, mais il n'est plus (comme chez Kant) totalement inaccessible à la connaissance positive. La physique, qui s'intéresse à la structure atomique de la matière, donne l'occasion d'expérimenter quelques « notions nouménales »<sup>168</sup>. Bachelard réoriente les deux côtés de la relation conceptuelle : Le phénomène est « restreint à l'intérieur du noumène qui l'enveloppe, le cas particulier dans le cas général, sans que jamais le particulier puisse évoquer le général »<sup>169</sup>.

Cette dernière remarque de Bachelard indique que le problème traditionnellement associé à l'« induction » a été résolu par la nature spécifique des nouvelles sciences expérimentales. Le particulier, un fait observé, un cas isolé, n'est plus le point de départ de l'induction. Et il n'est même plus question ici d'un principe de déduction logique. Enfin, il est frappant de voir avec quelle cohérence Bachelard, malgré ou justement grâce à l'abandon de l'usage habituel du terme, garde à l'esprit le problème de la « découverte », traditionnellement traité par l'« induction », lors de sa reformulation et lui apporte une solution propre. En passant par les mathématiques, Bachelard oriente le concept d'induction vers la problématique de la découverte, alors que celle-ci est restée exclue de la philosophie générale des sciences de son époque (notamment à la suite de la séparation par Reichenbach entre le contexte d'une découverte et ce qui peut être examiné « rationnellement ») et ce, jusque dans les années 1980.<sup>170</sup>

## 6. Conclusion

Dans ses travaux, Bachelard apporte successivement au concept et à la problématique de l'induction dans les sciences naturelles une interprétation originale et personnelle. Avec la modification progressive de l'induction en *enveloppement*, il tient compte épistémologiquement de la nouvelle activité de production et de découverte des mathématiques dans les sciences naturelles qui survient pendant la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle. Par cette inflexion, il traite de manière innovante la problématique de la nouveauté et de la découverte scientifique, alors que ses

<sup>166</sup> Granger, G. G., « Le rationnel selon Gaston Bachelard », p. 14.

<sup>167</sup> Kambartel, F., « Noumenon », in Mittelstrass, J. (ed.), *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie*, Vol. 2, Mannheim, Bibliographisches Institut Wissenschaftsverlag, 1984, p. 1042.

<sup>168</sup> Bachelard, G., « Noumène et microphysique », p. 23-24.

<sup>169</sup> Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, p. 62.

<sup>170</sup> Pour cet article, l'étude de la notion d'induction chez Bachelard s'est cantonnée à ses écrits épistémologiques. Alunni souligne notamment l'importance de la conception d'induction chez Bachelard dans ses écrits poéto-logiques. Voir Alunni, C., « Relativités et puissances spectrales chez Gaston Bachelard », p. 102.

contemporains de l'empirisme logique les excluent de la philosophie des sciences. Le thème de la découverte scientifique n'a refait débat que plus tard, avec les approches praxéologiques des années 1980 et 1990. En revanche, dans la seconde moitié du XXe siècle, la problématique de l'induction n'était plus débattue en général dans la philosophie des sciences. L'originalité de l'approche de la problématique de l'induction par Bachelard réside notamment dans le fait qu'il parvient à la fois à proposer une solution au problème central "traditionnel" de l'induction et à l'articuler au moyen des innovations épistémologiques des sciences naturelles de son époque. Son travail sur l'induction fait preuve de la flexibilité langagière et conceptuelle qu'il réclame lui-même de la philosophie des sciences. L'introduction par Bachelard de l'*allure inductive* et de l'*enveloppement*, largement idiomatique, prend le risque de ne plus être perçue par le discours philosophique de son époque comme une contribution au débat sur l'induction. Elle a cependant le mérite d'avoir actualisé la problématique de l'induction quand apparaissent des innovations dans les sciences (géométrie, physique, chimie) et d'avoir conservé sa compatibilité avec les développements scientifiques ultérieurs dans les domaines mathématisés de la science, et peut-être aussi dans les sciences de la vie.

Sandra Pravica

Université Technique de Berlin, Allemagne  
sandra.pravica@tu-berlin.de  
mail@sandrapravica.de

## Bibliographie

- Alunni, C., « Relativités et puissances spectrales chez Gaston Bachelard », in *Rev synth* 120, 1999, p. 73–110. <https://doi.org/10.1007/BF03182080>
- Alunni, C., « II. La valeur inductive de la relativité contre la Phénoménotéchnique », in C. Alunni (ed.), *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'école surrationaliste*, Paris, Hermann, 2019, p. 71-89.
- Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1927.
- Bachelard, G., *Étude sur l'évolution d'un problème de physique. La propagation thermique dans les solides*, Paris, Vrin, 1927.
- Bachelard, G., *La Valeur inductive de la relativité*, Paris, Vrin, 1929.
- Bachelard, G., *Le Pluralisme cohérent de la chimie moderne*, Paris, Vrin, 1932.
- Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, Paris, Alcan, 1934.
- Bachelard, G., *La Philosophie du non*, Paris, PUF, 1940.
- Bachelard, Gaston, *La Formation de l'esprit scientifique. Contribution à une Psychanalyse de la connaissance objective*, Paris, Vrin, 1947.
- Bachelard, G. *Le Rationalisme appliqué*, Paris, PUF, 1949.
- Bachelard, G. *Le Matérialisme rationnel*, Paris, PUF, 1953.
- Bachelard, G., *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, PUF, 1965.
- Bachelard, G., « Noumène et microphysique », in Bachelard, G., *Études*, Paris, PUF, 1970.
- Bachelard, G., « La richesse d'inférence de la physique mathématique », in *L'Engagement rationaliste*, Paris, 1972
- Black, M. « Induction », in Edwards, P. (ed.), *The Encyclopedia of Philosophy*, Vol. 3/4, New York-Londres, Macmillan & Free Pr., 1972, p. 169-181.

- Bontems, V., « L'actualité de l'épistémologie historique », *Revue d'histoire des sciences*, 59 (1), 2006, p. 137-147.
- Brunschvicg, L., *L'Expérience humaine et la causalité physique*, Paris, Alcan, 1922.
- Canguilhem, G., « Die Geschichte der Wissenschaften im epistemologischen Werk Gaston Bachelards », in *Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie*, Wolf Lepenies (ed.), Frankfurt/Main, Suhrkamp, 1979, p. 14-17.
- Cavaillès, J., « La pensée mathématique » (avec Albert Lautman), *Bulletin de la société française de philosophie*, Séance du 4 février 1939, 40(1), 1946, p. 1-39.
- Dorelle, M., *Les Problèmes de l'induction*, Paris, Alcan, 1926.
- Goodman, N., *Tatsache, Fiktion, Voraussage*, Frankfurt/Main, Suhrkamp, 1975.
- Granger, G. G., « Le rationnel selon Gaston Bachelard », in Lafrance, G., (ed.), *Gaston Bachelard. Profils épistémologiques*, Ottawa, Presses de l'Université d'Ottawa, 1987, p. 9-23.
- Hacking, I., « The Self-Vindication of the Laboratory Sciences », in Pickering, A. (ed.), *Science as Practice and Culture*, Chicago, University of Chicago Press, 1992, p. 29-64.
- Henderson, L., « The problem of induction », in *Stanford Encyclopedia of Philosophy* 2018, <https://plato.stanford.edu/entries/induction-problem/> (dernière version 14 juin 2022).
- Kambartel, F., « Nounemon », in Mittelstrass, J. (ed.), *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie*, Vol. 2, Mannheim, Bibliographisches Institut Wissenschaftsverlag, 1984, p. 1042.
- Körner, S., *Philosophie der Mathematik. Eine Einführung*, Munich, Nymphenburger Verlagsbuchhandlung, 1968.
- Körner, S., « Induktion, II. Neuzeit », in Joachim Ritter et Karlfried Gründer (eds.), *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Vol. 4, Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1976.
- Lalande, A., *Les Théories de l'Induction et de l'Expérimentation*, Paris, Boivin, 1929.
- Loi, M., « Bachelard et les mathématiques », in Lafrance, G. (ed.), *Gaston Bachelard. Profils épistémologiques*, Ottawa, Presses de l'Université d'Ottawa, 1987.
- Martin, R., « Bachelard et les Mathématiques », in Centre Culturel International (ed.), *Bachelard. Colloque de Cerisy*, Paris, Union Générale d'Éditions, 1974, p. 46-67.
- Meyerson, É., *La déduction relativiste*, Paris, Payot, 1925.
- Meyerson, É., *Identität und Wirklichkeit*, Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H., 1930.
- Meyerson, É., *Explanation in the Sciences*, Dordrecht, Kluwer, 1991.
- Neurath, O., « Einheit der Wissenschaft als Aufgabe », in Reichenbach, H. et Carnap, R. (eds.), *Einheit der Wissenschaft. Prager Vorkonferenz 1934*, Leipzig, Meiner, 1934, p. 16-18.
- Neurath, O., « Zur Induktionsfrage », in Reichenbach, H. et Carnap, R. (eds.), *Einheit der Wissenschaft. Prager Vorkonferenz 1934*, Leipzig, Meiner, 1934, p. 173-174.
- Nickles, T., *Scientific Discovery: Case Studies*, Dordrecht, Reidel, 1980.
- Nickles, T., *Scientific Discovery, Logic, and Rationality*, Dordrecht, Reidel, 1980.
- Nicod, J., *Le Problème de l'induction*, Paris, Alcan, 1923.
- Pariente, J.-C., « Rationalisme et ontologie chez Gaston Bachelard », in Lafrance, G. (ed.), *Gaston Bachelard. Profils épistémologiques*, Ottawa, Presses de l'Université d'Ottawa, 1987, p. 25-46.
- Pariente, J.-C., *Le Vocabulaire de Bachelard*, Paris, Ellipses, 2001
- Parrochia, D., « La lecture bachelardienne de la théorie de la relativité (Bachelard et Meyerson) », in Jean-Jacques Wunenburger (ed.), *Bachelard et l'épistémologie française*, Paris, PUF, 2003, p. 153-182.
- Popper, K., « "Induktionslogik" und "Hypothesenwahrscheinlichkeit" », in Reichenbach, H. et Carnap, R. (eds.), *Einheit der Wissenschaft. Prager Vorkonferenz 1934*, Leipzig, Meiner, 1934, p. 170-172.
- Reichenbach, H., « Wahrscheinlichkeitslogik », in idem et Carnap, R. (eds.), *Einheit der Wissenschaft. Prager Vorkonferenz 1934*, Leipzig, Meiner, 1934, p. 37-43.
- Reichenbach, H., « Zur Induktionsmaschine », in idem et Carnap, R. (eds.), *Einheit der Wissenschaft. Prager Vorkonferenz 1934*, Leipzig, Meiner, 1934, p. 172-173.
- Reichenbach, H., « Wahrscheinlichkeitslogik und Alternativlogik », in idem et Carnap, R. (eds.), *Einheit der Wissenschaft. Prager Vorkonferenz 1934*, Leipzig, Meiner, 1934, p. 177-178.

- Reichenbach, H., « Die Bedeutung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs für die Erkenntnis », *Actes du huitième Congrès International de Philosophie à Prague 2-7 Septembre 1934*, Prague, Comité d'Organisation du Congrès, 1936, p. 163-169.
- Reichenbach, H., *Wahrscheinlichkeitslehre. Eine Untersuchung über die logischen und mathematischen Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung*, Leiden, Sijthoff, 1935.
- Schiemann, G. « Inductive Justification and Discovery. On Hans Reichenbach's Foundation of the Autonomy of the Philosophy of Science », in *Revisiting Discovery and Justification. Historical and Philosophical Perspectives on the Context Distinction*, Schickore, J. et Steinle, F. (eds.). Dordrecht, Springer, 2006, p. 23-39.
- Schroeder, M., *Fractals, Chaos, Power Laws. Minutes from an infinite paradise*, New York, Freeman, 1991.
- Serres M. et Farouki, N. (eds), *Thesaurus der exakten Wissenschaften*, Francfort/Main, Zweitausendeins, 2001.
- Spaier, A., « Gaston Bachelard. La valeur inductive de la Relativité (1929) », *Recherches philosophiques I*, 1931/32, p. 368-373.
- Stadler, F., *Studien zum Wiener Kreis. Ursprung, Entwicklung und Wirkung des Logischen Empirismus im Kontext*, Frankfort/Main, Suhrkamp, 1997
- Tetens, H., *Experimentelle Erfahrung: eine wissenschaftstheoretische Studie über die Rolle des Experiments in der Begriffs- und Theoriebildung der Physik*, Hambourg, Meiner, 1987.
- Tiles, M., *Bachelard. Science and Objectivity*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984.
- Wussing, H. (ed.) et Brentjes, S., *Geschichte der Naturwissenschaft*, Cologne-Leipzig, Aulis-Verlag Deubner, 1983.

## Figures

*Fig.1* : Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, Paris, PUF, 1986, p. 87.

*Fig.4* : *ibid.*, p. 89.

*Fig.5* : *ibid.*, p. 91.

*Fig.6* : *ibid.*, p. 92.

*Fig.7* : *ibid.*, p. 93.

*Fig.8* : *ibid.*, p. 93.

*Fig.9* : *ibid.*, p. 95.

*Fig.10* : *ibid.*, p. 95.









## Gaston Bachelard and philosophy of science today

## Gaston Bachelard et la philosophie des sciences aujourd'hui

## Gaston Bachelard e l'odierna filosofia delle scienze

Abramo, M. R., *Gaston Bachelard e le fisiche del Novecento*, Napoli, Guida, 2002.

Abramo, M. R., Introduzione all'edizione italiana di Bachelard, G., *L'Esperienza dello spazio nella fisica contemporanea*, Messina, Armando Siciliano Editore, 2002, p. IX-LXXXVII.

Abramo, M. R., « Bachelard e lo "spazio" della fisica contemporanea », in Bonicalzi, F., Vinti, C., (eds.), *Ri-cominciare. Percorsi e attualità dell'opera di Gaston Bachelard*, Milano, Jaca Book, 2004, p. 81-96.

Abramo, M. R., "Einstein per Meyerson e Bachelard", in AA.VV., *Einstein e la relatività cento anni dopo*, Abramo, M. R. ed., Messina, Armando Siciliano Editore, 2007, p. 15-54.

Abramo, M. R., *Il razionalismo "induttivo" di Gaston Bachelard*, doctorat de recherche en philosophie, Università di Messina, Messina, 2019.

<<https://iris.unime.it/retrieve/handle/11570/3147124/253972/M.R.ABRAMO%2C%20Il%20razionalismo%20%2C%20ABinduttivo%2C%20BB%20di%20Gaston%20Bachelard%20%20Tesi%20di%20Dottorato%20in%20Filosofia%202019.pdf> (last consultation: 8.04.2021)>.

Alloa, E., « L'apparato delle apparenze. Sul concetto di fenomenotecnica e la sua incidenza sull'estetica e l'epistemologia », *Rivista di estetica*, 63 (2016), pp. 36-55.

Alunni, C., « Relativités et puissances spectrales chez Gaston Bachelard », *Revue de Synthèse*, T. 120, 4<sup>e</sup> S., N° 1, Janvier-Mars 1999, Albin Michel, Paris 1999, p. 73-110.

Alunni, C., « Speculum 2. Pour une métaphorologie fractale », *Revue de Synthèse*, T. 122, 4<sup>e</sup> S., N° 1, Janvier-Mars 2001, Albin Michel, Paris 2001, p. 154-171.

Alunni, C., « La mémoire des gestes de science et ses enjeux », *Dialogue avec Brian, É.*, in *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, « Science », 141-142, mars 2002, Seuil 2002, p. 127-134.

Alunni, C., « Tradizione-Trasmissione-Traduzione. L'azione di un funtore universale », in Minnazzi, F. & Ria, D. (eds), *Realismo, Illuminismo ed Ermeneutica. Percorsi della ricerca filosofica attuale*, Milano, Franco Angeli, "Epistemologia", 2004, p. 155-178.

Alunni, C., « *Pensée des sciences* : un Laboratorio », *Protagora*, Anno XX, 32, Barbieri editore, Gennaio-giugno 2004, n° 3, Manduria 2004, p. 157-168.

Alunni, C., « Diagrammes et catégories comme prolégomènes à la question : *Qu'est-ce que s'orienter diagrammatiquement dans la pensée ?* », in Batt, N. (ed.), *Penser le diagramme de Gilles Deleuze à Gilles Châtelet*, in *Théorie-Littérature-Enseignement*, PUV, Saint-Denis 2004, p. 83-93.

Alunni, C., « Albert Lautman et le souci brisé du mouvement. Du filon heideggérien au nœud involutif de la physique mathématique », *Revue de synthèse*, Tome 126, 5<sup>ème</sup> série, N° 2, *Sciences et philosophie au XX<sup>e</sup> siècle. L'École de Zurich et le programme surrationaliste*, Éditions Rue d'Ulm, Paris, 2005, p. 283-301.

Alunni, C., *Qu'est-ce que s'orienter diagrammatiquement dans la pensée ?* Conférence au Collège de France du 17 mars 2005. Téléchargeable sur :

[https://apc.u-paris.fr/APC\\_CS/Labo/Calendar/SupportsSeminaires/Conf\\_Alunni\\_CdF.pdf](https://apc.u-paris.fr/APC_CS/Labo/Calendar/SupportsSeminaires/Conf_Alunni_CdF.pdf)

- Alunni, C., « L'«École de l'ETH» dans l'œuvre de Gaston Bachelard. Les figures spectrales d'Hermann Weyl, Wolfgang Pauli et Gustave Juvet », *Revue de synthèse*, Tome 126, 5<sup>ème</sup> série, N° 2, *Sciences et philosophie au XX<sup>e</sup> siècle. L'École de Zurich et le programme surrationaliste*, Éditions Rue d'Ulm, Paris, 2005, p. 367-389.
- Alunni, C., « Relativités », *Revue de synthèse*, Tome 126, 5<sup>ème</sup> série, N° 2, *Sciences et philosophie au XX<sup>e</sup> siècle. L'École de Zurich et le programme surrationaliste*, Éditions Rue d'Ulm, Paris, 2005, p. 528-534.
- Alunni, C., « Continental genealogies. Mathematical confrontations in Albert Lautman and Gaston Bachelard », in Duffy, S. (ed.), *Virtual Mathematics. The Logic of Difference*, Clinamen Press, Manchester, 2006, p. 65-99.
- Alunni, C., (ed) Châtelet, G., « Interlacing the singularity, the diagram and the metaphor » in Duffy, S. (ed), *Virtual Mathematics. The Logic of Difference*, Clinamen Press, Manchester, 2006, p. 31-45.
- Alunni, C., « Une preuve par l'image : le diagramme », in Cavazzini, A. (ed), *Scienza, epistemologia, società. La lezione di Louis Althusser*, Venezia, 29-30-31 octobre 2008. Atti del Convegno, Mimesis, « Althusseriana Quaderni », Milano-Udine, 2009.
- Alunni, C., Castellana M., Ria, D. et Rossi, A. (eds.), *Albert Einstein et Hermann Weyl. 1955-2005. Questions épistémologiques ouvertes*, Manduria, Barbieri Selvaggi Editori, Éditions rue d'Ulm, 2009.
- Alunni, C., « Hermann Weyl chez Gaston Bachelard », in Alunni, C., Castellana M., Ria, D. et Rossi, A. (eds.), *Albert Einstein et Hermann Weyl. 1955-2005. Questions épistémologiques ouvertes*, Manduria, Barbieri Selvaggi Editori, Éditions rue d'Ulm, 2009, p. 13-24.
- Alunni, C., « Gustave Juvet (1896-1936). Un pionnier oublié des études cliffordiennes », in Anglès, P. (ed), *Advances in Applied Clifford Algebras*, Basel, Birkhäuser Verlag / Springer Verlag, Berlin 2009.
- <http://www.springerlink.com/content/y731p1256p2t3g86/>
- Alunni, C., « Des enjeux du mobile à l'Enchantement du virtuel – et retour », Introduction à Châtelet, G., *L'Enchantement du virtuel. Mathématique, physique, philosophie*, Paris, Éditions Rue d'Ulm, « Pensée des sciences », 2010 (réédition Paris 2016).
- Alunni, C., « Aldo Giorgio Gargani (1933-2009). In Memoriam », *Liminaire à Histoire et philosophie des sciences en Italie, Revue de synthèse*, tome 132, 6<sup>e</sup> série, n° 2, Springer Verlag, Berlin 2011, p. 1-11.
- Alunni, C., « Le lemme de Yoneda : enjeux pour une conjecture philosophique ? (Variations sous forme pro-lemmatique, mais en prose) », in Andreatta, M., Nicolas, Fr., Alunni, C., *À la lumière des mathématiques et à l'ombre de la philosophie. Dix ans de séminaire Mamuphi*, Paris, Ircam/Centre Pompidou, Delatour France, « Collection Musique/Science », 2012, p. 195-211.
- Alunni, C., « De l'écriture de la mutation à la mutation de l'écriture : de Galileo Galilei et Leonardo da Vinci au "technogramme" », in Nicolas, Fr., Tonneau, A. (eds.), *Les Mutations de l'écriture*, Paris, Publications de la Sorbonne, « LogiqueLangageSciencesPhilosophie », 2013, p. 123-137.
- Alunni, C., « Ettore Majorana et la philosophie. Entre affinités électives et conjectures philosophique », *Revue de synthèse*, Tome 134, 6<sup>ème</sup> série, N° 1, *Ettore Majorana de la légende à la science*, Berlin, Springer, 2013, p. 53-73.
- Alunni, C., « Maximilien Winter et Federigo Enriques : des harmonies exhumées », in Alunni, C., André, Y., *Federigo Enriques o le armonie nascoste della cultura europea. Tra scienza e filosofia*, Atti del Convegno, Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, 14-17 maggio 2012, Pisa, Edizioni della Normale, « Seminari e convegni 42 », Scuola normale superiore, 2015, p. 101-147.
- Alunni, C., « Gaston Bachelard face aux mathématiques », *Revue de synthèse*, Tome 136, 6<sup>ème</sup> série, N° 1-2, *Philosophie et mathématique*, Paris, Lavoisier, 2015, p. 9-32.
- Alunni, C., « Guido Castelnuovo & la teoria della relatività. Prolegomeni alla sua epistemologia », *Rivista della Unione Matematica Italiana*, La Matematica nella Società e nella Cultura, (I), VIII, Agosto 2015, Bologna, 2015, p. 353-370.

- Alunni, C., « Gaston Bachelard, ancora e ancora », in Bachelard, G., *Metafisica della matematica*, Alunni, C., Ienna, G. (eds.), Roma, Castelvecchi, 2016, p. 25-52.
- Alunni, C., « Gaston Bachelard face aux mathématiques », in Kotowicz, Z. (ed), *Bachelard 50 ans après*, Lisboa, Centro de Filosofia das Ciências da Universidade de Lisboa, 2016, p. 179-208.
- Alunni, C., « Jacques Derrida/Gaston Bachelard. Pour une métaphorologie fractale. La “fleur de Schrödinger” dans Le Jardin d’Épicure », in *Penser avec Derrida, où qu’il soit*, Rue Descartes, N° 89-90, Paris 2016/2 [http://www.ruedescartes.org/articles/2016-2-jacques-derrida-gaston-bachelard-pour-une-metaphorologie-fractale-la-fleur-de-schrodinger-dans-le-jardin-d-epicure/1/]
- Alunni, C., Ienna, G. (eds.), G. Bachelard, *Metafisica della matematica*, Roma, Castelvecchi, Roma 2016.
- Alunni, C., André, Y., Paoletti, C., « Présentation », *Revue de Synthèse* N° 1-4, *Philosophie contemporaine de mathématiciens : Évariste Galois, Gian-Carlo Rota, Gilles Châtelet*, Leyde, Brill, 2017, p. 7-17.
- Alunni, C., « Gian-Carlo Rota & Gilles Châtelet, deux mathématiciens aux avant-postes de l’obscur », *Revue de synthèse*, Tome 138, 7<sup>ème</sup> série, N° 1-4, *Philosophie contemporaine de mathématiciens : Évariste Galois, Gian-Carlo Rota, Gilles Châtelet*, Leyde, Brill, 2017, p. 19-49.
- Alunni, C., « Actualité de Jean-Toussaint Desanti. Mathesis en suspens », *Revue de synthèse*, Tome 138, 7<sup>ème</sup> série, N° 1-4, *Philosophie contemporaine de mathématiciens : Évariste Galois, Gian-Carlo Rota, Gilles Châtelet*, Leyde, Brill, 2017, p. 337-346.
- Alunni, C., Verdier, N., « La copie d’Évariste Galois au concours d’entrée à l’École préparatoire : “Définir l’induction. Donner les règles de la Méthode inductive” (1829) », *Revue de synthèse*, Tome 138, 7<sup>ème</sup> série, N° 1-4, *Philosophie contemporaine de mathématiciens : Évariste Galois, Gian-Carlo Rota, Gilles Châtelet*, Leyde, Brill, 2017, p. 367-444.
- Alunni, C., « Évariste Galois et sa dissertation de philosophie : analyse textuelle », *Revue de synthèse*, Tome 138, 7<sup>ème</sup> série, N° 1-4, *Philosophie contemporaine de mathématiciens : Évariste Galois, Gian-Carlo Rota, Gilles Châtelet*, Leyde, Brill, 2017, p. 393-402.
- Alunni, C., « La dissertation d’Évariste Galois. Un peu d’histoire philosophique », *Revue de synthèse*, Tome 138, 7<sup>ème</sup> série, N° 1-4, *Philosophie contemporaine de mathématiciens : Évariste Galois, Gian-Carlo Rota, Gilles Châtelet*, Leyde, Brill, 2017, p. 403-418.
- Alunni, C., « “La Valeur inductive de la relativité” contre la Phénoménotechnique », in *Il senso della tecnica. Saggi su Bachelard*, P. Donatiello, P., Garofalo, F., Ienna, G. (eds.), Bologna, Esculapio, 2017, p. 59-76.
- Alunni, C., « Hermann Weyl chez Gaston Bachelard », in Bernard, J., Lobo, C. (eds), *Weyl and the Problem of Space. From Science to Philosophy*, Cham, Springer, « Studies in History and Philosophy of Science » 49, 2019, p. 25-33.
- Alunni, C., *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l’école surrationaliste*, Paris, Hermann, « Pensée des sciences », 2019.
- Alunni, C., « Réécrire la philosophie avec la mathématique dans une perspective Grothendickienne », in Alexander Cruz Morales, J., Oostra, A. (eds.), *Universales Relativos*, Festschrift Zalamea 2019, Editorial Nomos S. A., Columbia, 2019, p. 15-30.
- Alunni, C., « Theories of Relativity: What it Means for Philosophy », Afterword to Nottale, L., *The Relativity of All Things. Beyond Space-Time*, Nashville, Persistent Press, 2019, p. 275-301.
- Alunni, C., « Relation-objet et onto-logie, ensembles ou catégories. Identité, objet, relation », in *Thinking the Infinite. Penser l’Infini*, Filozofsky vestnik, Rabouin, D., Jana Ndiaye Berankova, J. N., Šumič J., Letnik/Volume XLI, Številka/Number 2, Ljubljana 2020, p. 181-198.
- Alunni, C., « Federico Enriques passeur de culture », *Bolletino della Società Filosofica Italiana*, n. 234, Settembre-Dicembre 2021, Roma, Carocci Editore, 2021, p. 45-57.
- Alunni, C., « De l’œuvre au noir zalaméenne au *Magnus Opus* mathématico-critique », in *Filosofía y matemática. Evolución del pensamiento de Fernando Zalamea*, Bogota, Universidad Nacional de Colombia, 2022, p. 23-30.
- Alunni, C., « Gaston Bachelard face à l’erreur », in Fedi, L., Nouailles, B., Petit, A. (eds), *Le problème de l’erreur dans la philosophie française d’Auguste Comte à Gaston Bachelard*, Clermont-Ferrand, Presses Universitaires Blaise Pascal, 2023.

- Alunni, C., « Gaston Bachelard ou l'art de penser "contre son cerveau" », Émission de *France-Culture*, Radio France, *La conversation scientifique* d'Étienne Klein, avec Vincent Bontems. <https://www.franceculture.fr/emissions/la-conversation-scientifique/gaston-bachelard-ou-l-art-de-penser-contre-son-cerveau>
- André, Y., *Peut-on penser sans concept en mathématique ? (ou : Quand la mathématique peine avec ses concepts)*, Conférence au Collège de France (Chaire Timothy Gowers), 22 novembre 2021. <https://www.college-de-france.fr/site/timothy-gowers/seminar-2021-11-22-14h00.htm>
- Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1927.
- Bachelard, G., *La Valeur inductive de la relativité*, Paris, Vrin, 1929.
- Bachelard, G., « Noumène et microphysique », *Recherches Philosophiques*, vol. I (1931-1932), p. 55-65.
- Bachelard, G., « Physique et Métaphysique », in *Septimana Spinozana. Acta Conventus Oecumenici in memoriam Benedicti De Spinoza Diei Natalis Trecentesimo Hagae Comitatus Habiti*, La Haye, Nijhoff, 1933, pp.74-84.
- Bachelard, G., « Lumière et substance », in *Revue de métaphysique et de Morale*, vol. 41, n. 3 (1934), p. 343-366.
- Bachelard, G., *Le Nouvel esprit scientifique*, Paris, Alcan, 1934.
- Bachelard, G., *L'Expérience de l'espace dans la physique contemporaine*, Paris, Alcan, 1937.
- Bachelard, G., *La Formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, Paris, Vrin, 1938.
- Bachelard, G., *La Philosophie du non*, Paris, P.U.F., 1940.
- Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, Paris, P.U.F., 1949.
- Bachelard, G., *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, P.U.F., 1951.
- Bachelard, G., *Le Matérialisme rationnel*, Paris, P.U.F., 1953.
- Bachelard, G., *Métaphysique des mathématiques*, Paris, Hermann, coll. « Pensée des sciences », 2021.
- Badiou, A., *Le Concept de modèle. Introduction à une épistémologie matérialiste des mathématiques*, Paris, F. Maspero, 1969. Réédition, Paris, Fayard, « Ouvertures », 2007.
- Badiou, A., *L'être et l'événement*, Paris, Seuil, 1988.
- Badiou, A., *Court traité d'ontologie transitoire*, Paris, Le Seuil, 2013.
- Badiou, A., *Mathematics of the Transcendental*, Sydney, Bloomsbury, 2014.
- Badiou, A., *Éloge des mathématiques*, Paris, Flammarion, 2015 (réédition Paris 2017).
- Badiou, A., *L'Infini*, Paris, Fayard, 2016.
- Balibar, Fr., *Einstein 1905. Unité et nécessité*, Paris, Les conférences du perroquet, Numéro 13, décembre 1987.
- Balibar, Fr., « La "crise" de la physique », in *March Bloch et les crises du savoir*, Schöttler, P., Rheinberger, H.-J. (eds.), Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin, Preprint 418, 2011, p. 103-114.
- Barbin, É., Cléro, J.-P., *Les Mathématiques et l'expérience. Ce qu'en on dit les philosophes et les mathématiciens*, Paris, Hermann, 2015.
- Bell, E. T., *Les grands mathématiciens*, Paris, Payot, 1950.
- Bell, E. T., *La mathématique reine et servante des sciences*, Paris, Payot, 1953.
- Bernard, J., *L'Idéalisme dans l'infinésimal. Weyl et l'espace à l'époque de la relativité*, Paris, Presses Universitaires de Paris Ouest, 2013.
- Bernard, J., *L'Analyse mathématique de l'espace. Hermann Weyl*, volume 1. Version bilingue allemand-français ; volume 2. *Notes et commentaires*, Presses Universitaires de Provence, Aix Marseille Université 2015.
- Bonicalzi, F., *Leggere Bachelard. Le ragioni del sapere*, Milano, Jaca Book, 2007.
- Bontems, V., Guy, T., « L'étude des lignées phénoménotechniques. De Bachelard à Simondon et aux Micromegas », in *Il senso della tecnica. Saggi su Bachelard*, P. Donatiello, P., Garofalo, F., Ienna, G. (eds.), Bologna, Esculapio, 2017, p. 109-120.
- Born, M., *L'Expérience et la théorie en physique*, Paris, Gauthier-Villars 1955.
- Bouligand, G., Desgranges, J., *Le Déclin des absolus mathématico-logiques*, Paris, Sedes, 1949.

- Bouligand, G., Canguilhem, G., Costabel, P., Courtes, F., Dagognet, F., Daumas, R., Granger, G., Hyppolite, J., Martin, R., Poirier, R., Taton, R., *Hommage à Gaston Bachelard. Études de philosophie et d'histoire*, Paris, P.U.F., 1957
- Buhl, A., « Sur quelques analogies corpusculaires et ondulatoires », in *Bulletin des Sciences mathématiques*, vol. LVIII n. 24, Première partie, Novembre 1934, p. 333-367.
- Calvino, I., *Lezione americane. Sei proposte per il prossimo millennio*, Milano, Oscar Mondadori, 2012.
- Castellana, M., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard*, Napoli, Glauk, 1974.
- Castellana, M., « Scienza, epistemologia e filosofia in Jean-Toussaint Desanti », *Nuova Corrente* XXX, Tilgher, Genova, 1983, p. 173-204.
- Castellana, M., « Jean Desanti. Per una teoria delle idealità matematiche », *Bolletino di storia della filosofia*, v. XI, Lecce, Congedo Editore, 1993/95, p. 247-258.
- Castellana, M., *Razionalismi senza dogmi. Per una epistemologia della fisica-matematica*, Soveria Mannelli, Rubbettino, 2004.
- Castellana, M., « Il surrazionale: come la materia diventa progetto », in AA.VV., *Bachelard e le "provocazioni" della materia*, Genova, Il Melangolo, 2012, p.169-177.
- Castellana, M., Faracovi, O. P., *Filosofie scientifiche vecchie e nuove. A cent'anni dal IV Congresso Internazionale di Filosofia*, Lecce, Pensa Multimedia, 2014.
- Castellana, M., « Il pluralismo coerente della fenomenotecnica contemporanea in Gaston Bachelard », in *Il senso della tecnica. Saggi su Bachelard*, P. Donatiello, P., Garofalo, F., Ienna, G. (eds.), Bologna, Esculapio, 2017, p. 37-58.
- Castellana, M., *Cuori pensanti in filosofia della scienza: Hélène Metzger, Simone Weil, Suzanne Bachelard e Barbara McClintock*, Roma, Castelveccchi, 2018.
- Castellana, M., *Federigo Enriques e la « Nuova epistemologia »*, Lecce, Pensa Multimedia, 2019.
- Castellana, M., *Albert Lautman. La matematica come resistenza*, Roma, Castelveccchi, 2020.
- Castellana, M., Faracovi, O. P., *Oltre la matematica. Federico Enriques e le voci dell'« Enciclopedia italiana »*, Roma, Treccani, 2020.
- Castellana, M., « Il contributo di Maximilien Winter alla critique des sciences », in *Il metodo storico-critico per una nuova filosofia delle matematiche*, Castellana, M. (ed.), Milano, Meltemi, 2020, p. 9-85.
- Castellana, M., *Il dibattito in area francofona sul pensiero matematico e Kurt Gödel*, Roma, Edizioni Studium S.r.l., 2021.
- Castellana, M., *Il surrazionalismo di Gaston Bachelard con due saggi inediti*, Console P. ed., Lecce, Edizioni Milella, 2021, 559 pp., con Lettere, testimonianze e contributi inediti.
- Castelli Gattinara, E., « Bachelard e Heidegger a confronto su tecnica, scienza e ontologia », in *Il senso della tecnica. Saggi su Bachelard*, P. Donatiello, P., Garofalo, F., Ienna, G. (eds.), Bologna, Esculapio, 2017, p. 77-94.
- Cavaillès, J., *Ceuvres complètes de philosophie des sciences*, Paris, Hermann, 1994.
- Cavaillès, J., *Sur la logique et la théorie de la science*, Paris, Vrin, 1947 (Nouvelle édition commentée, Sébéstik, J., Paris, Vrin, 2008).
- Charon, J. E., *Relativité générale. 15 leçons sur la relativité générale*, Paris, Genève, Kister, « Civilisation scientifique », 1963.
- Châtelet, G., *Les Enjeux du mobile. Mathématique, physique, philosophie*, Paris, Des Travaux/Seuil, 1993.
- Châtelet, G., *L'Enchantement du virtuel. Mathématique, physique, philosophie*, Paris, Éditions Rue d'Ulm, « Pensée des sciences », 2010, réédition Paris 2016.
- Chimisso, C., « From phenomenology to phenomenotechnique: The role of early twentieth-century physics in Gaston Bachelard's philosophy », *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, vol. 39, Issue 3, September 2008, p. 384-392.
- Coughlan, G. D., Dodd, J. E., *The Ideas of Particle Physics. An introduction for scientists*, Cambridge, Cambridge University Press, 1993<sup>2</sup>.
- Cousquer, J., Denis-Papin, M., Thiré, J., *Mathématique et physique mathématique expliquées*, Paris, Technique et vulgarisation, 1965.



- D'Aurizio, C., Palombi, F., « Il senso di una frattura: la fenomenotecnica bachelardiana fra fenomenologia e psicoanalisi », in *Il senso della tecnica. Saggi su Bachelard*, P. Donatiello, P., Garofalo, F., Ienna, G. (eds.), Bologna, Esculapio, 2017, p. 1-19.
- Galofaro, F., « Semiologia trascendentale e semiotecnica. Discipline regionali e fondamenti del senso tra Husserl, Bachelard, Hjelmslev », in *Il senso della tecnica. Saggi su Bachelard*, P. Donatiello, P., Garofalo, F., Ienna, G. (eds.), Bologna, Esculapio, 2017, p. 137-191.
- Damien, R., & Huffschmitt, B. (eds), *Bachelard. Confiance raisonnée et défiance rationnelle*, Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté, 2006.
- De Freytas, E., Sinclair, N., *Mathematics and the Body. Material Entanglements in the Classroom*, Cambridge, Cambridge University Press, 2014.
- Desanti, J.-T., *Les Idéalités mathématiques*, Paris, Seuil, « L'ordre philosophique », 1968.
- Desanti, J. T., *La Philosophie silencieuse ou critique des philosophies de la science*, Paris, Seuil, « L'ordre philosophique », 1975.
- Desanti, J.-T., *Mathesis, idéalité et historicité*, Lyon, ENS éditions, « La croisée des chemins », 2015.
- Eddington, A. S., « Gravitation and the Principle of Relativity », *Nature* 98, 1916, p. 328-330.
- Eddington, A. S., « The Meaning of Matter and the Laws of Nature According to the Theory of Relativity », *Mind*, n. s. 29, 1920, p. 145-158.
- Eddington, A. S., « The Philosophical Aspect of the Theory of Relativity », *Mind*, n. s. 29, 1920, p. 413-422.
- Eddington, A. S., « A Weyl's Theory of Electromagnetic and Gravitational Fields », *Proceedings of the Royal Society of London*, A99, 1921, p. 104-122.
- Eddington, A. S., « The Relativity of Field and Matter », *Philosophical Magazine*, 42, 1921, p. 800-806.
- Eddington, A. S., *Espace, Temps et Gravitation. La théorie de la relativité généralisée dans ses grandes lignes. Exposé rationnel suivi d'une étude mathématique de la théorie*, Introduction de Langevin, P., Paris, Librairie scientifique J. Hermann, 1921.
- Eddington, A. S., « The General Theory of Relativity », *Nature*, 109, 1922, p. 634-636.
- Eddington, A. S., *The theory of relativity and its influence on scientific thought*, Romanes lecture, London, The Clarendon Press, 1922.
- Eddington, A. S., « Can Gravitation Be Explained? », *Scientia*, 33, 1923, p. 315-324.
- Eddington, A. S., *Vues générales sur la théorie de la relativité*, Paris, Gauthier-Villars, 1924.
- Eddington, A. S., *The Nature of the Physical World*, New York, Macmillan, 1928.
- Eddington, A. S., *New Pathways in Science*, Cambridge, Cambridge University Press, 1935.
- Eddington, A. S., *The Relativity of Protons and Electrons*, Cambridge, Cambridge University Press, 1936.
- Eddington, A. S., « The Reign of Relativity: 1915-1937 », *Haldane Memorial Lecture*, London, Birkbeck College, University of London, 1937.
- Eddington, A. S., *The Philosophy of Physical Science*, Tarnier Lectures, Cambridge, Cambridge University Press, 1938 and New Macmillan 1939.
- Eddington, A. S., *The Mathematical Theory of Relativity*, Cambridge, Cambridge University Press, 1954.
- Faracovi, O. P., *Il caso Enriques. Tradizione nazionale e cultura scientifica*, Livorno, Belforte, 1984.
- Fedi, L., Nouailles, B., Petit, A. (eds.), *Le problème de l'erreur dans la philosophie française d'Auguste Comte à Gaston Bachelard*, Clermont-Ferrand, Presses Universitaires Blaise Pascal, 2023.
- Gangle, R., *Diagrammatic Immanence. Category Theory and Philosophy*, Edinburgh, Edinburgh University Press, 2016.
- Giannetto, E., « Il crollo del concetto di spazio-tempo negli sviluppi della fisica quantistica: l'impossibilità di una ricostruzione razionale nomologica del mondo », in *Aspetti epistemologici dello spazio e del tempo*, a cura di G. Boniolo, Roma, Borla, 1987, p. 169-224.
- Giannetto, E., « La relatività del moto e del tempo in Giordano Bruno », *Physis XXXVIII* (2001) p. 305-336.
- Giannetto, E.R.A., *Saggi di storie del pensiero scientifico*, Bergamo, Sestante for Bergamo University Press, 2005.

- Giannetto, E. R. A., *Un fisico delle origini. Heidegger, la Natura e la scienza*, Roma, Donzelli, 2010.
- Giannetto, E., « On the Quantum Geometry and Quantum Potential of the Universe », *Quantum Matter III*, n.3 (2014), p. 276-278.
- Giannetto, E. R. A., « Hans Blumenberg, il significato storico del principio d'inerzia e la creatio continua », in Blumenberg, H., *Autoconservazione e inerzia. Sulla costituzione della razionalità moderna*, Milano Medusa, 2016, Giannetto, E.R.A., Doni, M. (eds.), p. 5-30.
- Gingras, Y., « Mathématisme et exclusion : socioanalyse de la formation des cités savantes », in J.J. Wunenburger (ed.), *Bachelard et l'épistémologie française*, Paris, P.U.F., 2003, p. 153 sq.
- Gouiran, R., *Particules et Accélérateurs*, Paris, Hachette, « L'Univers des connaissances », 1967.
- Guitart, R., *La Pulsation mathématique. Rigueur et ambiguïté, La nature de l'activité mathématique, Ce dont il s'agit d'instruire*, Paris, L'Harmattan, 1999.
- Guitart, R., *Évidence et étrangeté. Mathématique, psychanalyse. Descartes et Freud*, Paris, P.U.F., 2000.
- Heisenberg, W., *Across the Frontiers*, Woodbridge, Ox Bow Press, 1990.
- Heisenberg, W., *La Nature dans la physique contemporaine*, Paris, Folio, 2000.
- Heisenberg, W., *La partie et le tout. Le monde de la physique atomique (Souvenirs, 1920-1965)*, Paris, Flammarion, 2016.
- Heisenberg, W., *Philosophie. Le manuscrit de 1942*, Paris, Le Seuil, 1998 (Nouvelle édition, *Le Manuscrit de 1942*, Éditions Allia, 2018).
- Ienna, G., *Presentazione a Bachelard, G., Metafisica della matematica*, Alunni, C., Ienna, G. (eds.), Roma, Castelvechi, 2016, p. 5-23.
- Ienna, G., « Materialismo tecnico. Fra fenomenotecnica ed epistemologie regionali », in *Il senso della tecnica. Saggi su Bachelard*, P. Donatiello, P., Garofalo, F., Ienna, G. (eds.), Bologna, Esculapio, 2017, p. 21-36.
- Ienna, G., « Natura constructa et phénoménotechnique. Spinozisme et pensée des mathématiques chez Gaston Bachelard », in *L'épistémologie historique. Histoire et méthodes*, Braunschweig, J.-F., Diez I. M., Vagelli M. (eds.), Paris, Éditions de la Sorbonne, 2019, p. 43-58.
- Juvet, G., *La structure des nouvelles théories physiques*, Paris, Librairie Félix Alcan, 1933.
- Kemplerer, O., « On the annihilation radiation of the positron », *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, 30, 3 (1934), p. 347-354.
- Lamb, W. E., Retherford, R. C., « Fine Structure of the Hydrogen Atom by a Microwave Method », *Physical Review* 72 (1947), p. 241.
- Lautman, A., *Les mathématiques, les idées et le réel physique*, Paris, Librairie Philosophique Vrin, 2006.
- Lawvere, F. W., Schanuel, S. H., *Conceptual Mathematics. A First Introduction to Categories*, Cambridge, Cambridge University Press, 1997 (Nouvelle édition augmentée, Cambridge 2011).
- Lawvere, F. W., Rosebrugh, R., *Sets for Mathematics*, Cambridge University Press, Cambridge 2003.
- Le Lionnais, F., *Les grands courants de la pensée mathématique*, Paris, Cahiers du Sud, « L'humanisme de demain », 1948 (Nouvelle édition, Hermann, Paris 1998).
- Les particules élémentaires*, Paris, Belin, « Bibliothèque pour la science », 1983.
- Lolli, G., *Discorso sulla matematica. Una rilettura delle Lezioni americane di Italo Calvino*, Torino, Bollati Boringhieri, 2011.
- Lieber, L., Lieber, R., *Galois and the Theory of Groups. A Bright Star in Mathesis*, New York, H. G. L. R. LIEBER, 1932.
- Lieber, L., Lieber, R., *T. C. Mits (The Celebrated Man in The Street). What modern mathematics means to you*, New York, W. W. Norton & Co, 1944 (New edition with a new foreword by Mazur, B, Paul Dry Books, Philadelphia 2007).
- Lieber, L., Lieber, R., *The Einstein Theory of Relativity. A Trip to the Fourth Dimension*, New York Farrar & Rinhart, 1945 (New edition with a foreword by Debbes, D., et Jantzen, R., Paul Dry Books, Philadelphia 2008).

- Lieber, L., Lieber, R., *Take a Number. Mathematics for the Two Billion*, New York, The Ronald Press Company, 1946.
- Lieber, L., Lieber, R., *Mits, Wits, and Logic. What Modern Logic Means to You*, W.W., New York Norton & Company, 1947 (New edition, New York 1960).
- Lieber, L., Lieber, R., *Infinity. Beyond the Beyond the Beyond*, New York, Rinehart, 1953 (New edition with a new foreword by Mazur, B, Paul Dry Books, Philadelphia 2007).
- Lieber, L., Lieber, R., *THE Great Discovery of Modern Mathematics*, IRE Transactions on Military Electronics, Volume: MIL-1, Issue: 1, March 1957.
- Lieber, L., Lieber, R., *Lattice Theory. The Atomic Age of Mathematics*, New York, Galois Institute of Mathematics and Art, 1959.
- Maiocchi, R., «Le considerazioni epistemologiche di Paul Langevin sulla meccanica quantistica ed i loro riflessi nella cultura francese dell'anteguerra», *Scientia*, vol. 110, 1975, p. 493-538.
- Mourellos, G., *L'Épistémologie positive et la critique meyerssonienne*, Paris, Presses Universitaires de France, 1962.
- Okun, L. B., *Particle Physics. The Quest for the Substance of Substance*, Harwood Academic Publishers, Contemporary Concepts in Physics, Volume 2, tr. from Russian, Chur London New York Paris 1985.
- Pacotte, J., *La Physique théorique nouvelle*, Préface de M. Emile Borel, membre de l'Institut, Paris, Gauthier Villars, 1921.
- Pacotte, J., *La pensée mathématique contemporaine*, Paris, Félix Alcan, 1925.
- Pacotte, J., *La connaissance Mathématique, Technique. Humanisme, Métaphysique*, Paris, Librairie Félix Alcan, 1934.
- Pacotte, J., *L'Espace hermitien quantique*, Paris, Hermann, 1938.
- Palombi, F., *Elogio dell'astrazione. Gaston Bachelard e la filosofia della matematica*, Milano-Udine, Mimesis, 2018.
- Patras, Fr., *La Pensée mathématique contemporaine*, Paris, P.U.F., 2001.
- Penrose, R., *The Road to Reality. A Complete Guide to the Laws of the Universe*, London, Vintage, 2004.
- Penrose, R., *La strada che porta alla realtà. Le leggi fondamentali dell'universo*, Milano, BUR Rizzoli, 2005.
- Philosophiques. Albert Lautman, philosophe des mathématiques*, Marquis, J-P. (ed), vol. 37, n° 1, Société de philosophie du Québec, printemps 2010.
- Pradelle, D., « L'unité de la pensée de Desanti : objets idéaux, sujet et histoire », Préface à Desanti, J.-T., *Mathesis, idéalité et historicité*, Lyon, ENS éditions, « La croisée des chemins », 2015, p. 9-54.
- Pradelle, D., *Intuition et idéalités. Phénoménologie des objets mathématiques*, Paris, P.U.F., 2020.
- Revue de synthèse*, Tome 126, 5<sup>ème</sup> série, N° 2, Alunni, C., Brian, É, Émery, É. (eds.), *Sciences et philosophie au XX<sup>e</sup> siècle. L'École de Zurich et le programme surrationaliste*, Paris, Éditions Rue d'Ulm, 2005, 550 pages.
- Revue de synthèse*, tome 132, 6<sup>e</sup> série, n° 2, Alunni, C. (ed.), *Histoire et philosophie des sciences en Italie*, Berlin, Springer Verlag, 2011.
- Revue de synthèse*, Tome 134, 6<sup>ème</sup> série, N° 1, Alunni, C. (ed.), *Ettore Majorana de la légende à la science*, Berlin, Springer, 2013, 158 p.
- Revue de synthèse*, Tome 136, 6<sup>ème</sup> série, N° 1-2, Alunni, C. (ed.), *Philosophie et mathématique*, Lavoisier, Paris 2015, 298 p.
- Revue de synthèse*, Tome 138, 7<sup>ème</sup> série, N° 1-4, Alunni, C. (ed), *Philosophie contemporaine de mathématiciens : Évariste Galois, Gian-Carlo Rota, Gilles Châtelet*, Leyde, Brill, 2017, 528 p.
- Rheinberger, H.-J., « Gaston Bachelard and the Notion of "Phenomenotechnique" », *Perspectives on Science* (2005) 13 (3), p. 313–328.
- Rheinberger, H.-J., « Marc Bloch à la lumière de l'épistémologie historique des sciences de la nature de Gaston Bachelard », in *March Bloch et les crises du savoir*, Schöttler, P., Rheinberger, H.-J. (eds.), Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin, Preprint 418, 2011, p. 95-102.
- Rotman, B., *Mathematics as Sign. Writing, Imagining, Counting*, Stanford California, Stanford University Press, 2000.

- Salam, A., *La Grande Unification. Vers une théorie des forces fondamentales ?*, Paris, Seuil, « Science ouverte », 1991.
- Science et synthèse (avec des textes de Ferdinand Gonseth, J. Robert Oppenheimer, Werner Heisenberg, François Le Lionnais...), Paris, nrf Gallimard, 1967.
- Ria, D., *L'Unità fisico-matematica nel pensiero epistemologico di Hermann Weyl*, Galatina, Congedo Editore, 2005.
- Roubaud, J., *Mathématique : (récit)*, Paris, Éditions du Seuil, 1997.
- Ryckman, Th., *The Reign of Relativity: Philosophy in Physics 1915-1925*, Oxford, Oxford University Press, Oxford Studies in the Philosophy of Science, 2005.
- Shaw, J. B., *Lectures on the Philosophy of Mathematics*, Chicago-London, The Open Court Publishing Company, 1918.
- Silva, G., Zalamea, F., Alunni, C., Maddalena, G., Esson, B., Ramayya, N., Tapia, C., Cardona, C., Villaveces, A., Cruz, A., Oostra, A., *Filosofía y matemática. Evolución del pensamiento de Fernando Zalamea*, Bogota, Universidad Nacional de Colombia, 2022.
- Timmermans, B., *Histoire philosophique de l'algèbre moderne. Les origines romantiques de la pensée abstraite*, Paris, Classiques Garnier, 2012.
- Varenne, Fr., « Bachelard avec la simulation informatique : nous faut-il reconduire sa critique de l'intuition ? », in Damien, R., & Huffschmitt, B. (eds), *Bachelard. Confiance raisonnée et défiance rationnelle*, Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté, 2006, p. 111-143.
- Vuillemin, J., *Philosophie de l'algèbre*, Paris, P.U.F., 1962.
- Weyl, H., *Mind and Nature*, University of Pennsylvania Press, Pennsylvania 1934. Nouvelle édition, *Mind and Nature. Selected Writings on Philosophy, Mathematics, and Physics*, Princeton & Oxford, Princeton University Press, 2009.
- Weyl, H., *Symétrie et mathématique moderne*, Paris, Flammarion, 1997.
- Weyl, H., *Le continu et autres écrits*, Paris, Vrin, 2002.
- Weyl, H., *L'analyse mathématique du problème de l'espace, Tomes 1 et 2*, Aix-en-Provence, Presses de L'Université de Provence (Édition bilingue), 2015.
- Weyl, H., *Philosophie des mathématiques et des sciences de la nature*, Paris, MetisPresses Belles Lettres, 2017.
- Winter, M., *Il metodo storico-critico per una nuova filosofia delle matematiche*, Castellana, M. (ed.), Milano, Meltemi, 2020.
- Zalamea, F., *Grothendieck. Visiones sobre la multiplicidad de su obra*, Bogota, Universidad Nacional de Columbia, 2017.
- Zalamea, F., *Philosophie synthétique de la mathématique contemporaine*, Paris, Hermann, « Pensée des sciences », 2018.
- Zalamea, F., *Universales Relativos. Festschrift Zalamea 2019*, Alexander Cruz Morales J., Ham L., Oostra A. (eds.), Universidad Nacional de Columbia, Sede Bogotá, 2019.









## Enrico Castelli Gattinara

### *Sul crepuscolo e sull'aurora come immagine dialettica fra razionalità e rêverie in Bachelard*

Fra il giorno e la notte, in tutte zone del mondo, ci sono fasi di transizione che non sono né l'uno né l'altro. Noi le possiamo conoscere, dice Bachelard, grazie alla chiarezza del giorno, che ci viene fornita dagli strumenti della riflessione razionale (come insegnava la lezione di Freud, che permetteva tramite la psicanalisi di analizzare – secondo procedure tratte dalla scienza – qualcosa che per principio sarebbe stato inanalizzabile). Eppure questi stessi strumenti mostrano la loro potenza, la loro forza dinamica ed evolutiva, grazie al potere della notte, dalla quale impariamo che non c'è mai nulla di definitivo e che proprio i confini determinati dalla chiarezza delle linee tracciate nella pienezza della luce (razionale) possono perdere di definizione e svanire nei luoghi-momenti del passaggio, appunto il crepuscolo e l'aurora. Nella notte vale un'altra istanza, che non è più quella della razionalità cosciente, ma quella della *rêverie*, l'immaginario ricco di figure evocative e fluide, generatore di passioni e ossessioni, vitalità e poesia. Qui tutto è buio, potente, incontenibile e indefinito (irrazionale).

Crepuscolo e aurora sono zone intermedie, dove le leggi del giorno non valgono più del tutto ma dove quelle della notte ancora non dominano completamente la scena. Vediamo le cose, ma in maniera imprecisa sia perché ancora non riusciamo a distinguerle per bene, sia perché hanno perduto definitezza avviandosi a un'altra loro fase.

Diventa quindi legittimo sollevare un problema possibile, o meglio una zona di penombra dove si stempera il limite netto fra il giorno e la notte nel discorso filosofico di Bachelard. Se la differenza fra lo spirito scientifico razionalmente costruttivo e inevitabilmente collettivo da una parte e l'immaginazione pacata e riposante, solitaria e libera poeticamente dall'altra è netta e indiscutibile, il rapporto fra le due istanze non lo è altrettanto e il fatto stesso che Bachelard lo ribadisca in tutti i suoi libri non deve passare inosservato. Non si tratta ovviamente di fare qui una psicanalisi di questa insistenza (perché la psicanalisi, dice Bachelard, è pur sempre un'analisi razionale, un'illuminazione diurna sulla notte), ma credo che le penombre aurorali e crepuscolari siano il luogo e il tempo in cui scienza e poesia si scambiano qualcosa d'importante: la prima (scienza) vi trova una fonte della sua potenza creativa e il coraggio di svincolarsi dalla realtà comune, la seconda (poesia) vi trova lo stimolo di una realtà che va oltre le apparenze, liberata dalle forme e dai modi libidici che essa stessa inconsciamente gli attribuisce.

Qui cercherò di evidenziare cosa accomuna scienza e poesia soprattutto dal punto di vista dell'epistemologia, vale a dire alla luce del giorno, dai suoi albori fino alle luminosità crepuscolari della sera.

Ricordo da subito che già diversi studiosi di Bachelard, fra cui Giuseppe Sertoli e Carlo Vinti<sup>1</sup>, hanno giustamente fatto notare quanto Bachelard stesso abbia voluto collocare la sua riflessione sulla *rêverie* in una zona intermedia, crepuscolare direi, non più diurna ma non del tutto notturna, opponendo la *rêverie* al sogno e distinguendo (soprattutto nei suoi ultimi libri sulla poetica) sogno e immaginazione, vale a dire l'oggetto della psicanalisi (e le sue procedure analitiche) dall'oggetto di una fenomenologia delle immagini poetiche, che non sono riducibili alla misteriosa lingua dell'inconscio (visto che il poeta sa bene quello che vuole dire). Si potrebbe quindi sostenere – con una certa ragione – che la *rêverie* è in una zona di crepuscolo: non si occupa degli oggetti razionalmente costruiti di cui l'analisi astratta rende conto scientificamente, ma non si occupa neppure di quegli oggetti inconsci che i sogni fanno emergere da un fondo oscuro e impenetrabile<sup>2</sup>. Ha però bisogno del giorno, delle sue immagini chiare e delle sue certezze per poter andare oltre e lasciarsi andare rinunciandovi poco a poco.

«L'essere del sognatore (*rêveur*) è un essere diffuso. Tuttavia, questo essere diffuso è l'essere di una diffusione. L'essere del sognatore invade ciò che lo tocca, diffuso nel mondo. Grazie alle ombre, la regione intermedia che separa uomo e mondo è una regione piena, di una pienezza a densità leggera. Tale regione intermedia attenua la dialettica fra essere e non-essere. L'immaginazione non conosce non-essere»<sup>3</sup>. Qui il crepuscolo, la zona intermedia, ossia proprio quella della *rêverie*, si porrebbe fra l'essere e il non-essere la cui dialettica verrebbe così “ammortizzata”. In questo senso, la *rêverie* non è da considerare come l'opposto della conoscenza intellettuale, dei concetti. O meglio, essa non va intesa nell'ambito delle opposizioni concettuali, ma in quello della diffusione, della provvisorietà, della “soffusione”, per così dire: «Sembra che in questo mondo intermedio dove realtà e *rêverie* si mescolano fra loro, si realizzi una plasticità dell'uomo e del suo mondo senza che ci sia mai bisogno di sapere dove sia il principio di questa duplice malleabilità»<sup>4</sup>. In questa “regione di ombre” l'indefinitezza è la regola. Verrebbe da dire l'approssimazione, se non fosse un bagaglio ormai consolidato dell'epistemologia, di cui proprio Bachelard aveva fatto la teoria più di trent'anni prima.

<sup>1</sup> Sertoli, G., *Le immagini e la realtà: saggio su Gaston Bachelard*, Firenze, La Nuova Italia, 1972 e Vinti, C., *Il soggetto qualunque*, Napoli, ESI, 1997.

<sup>2</sup> È quello che sostiene anche Marie Cariou (Cariou, M., *Continuité ou discontinuité: un faux problème?*, in Worms, F., Wunenburger, J.-J. (eds.), *Bachelard et Bergson: continuité et discontinuité*, Paris, PUF, 2008, p. 8) ; cfr. anche Ruby, C., *Une philosophie de l'interférence. Art et Science, Quatre notations à partir des œuvres de Gaston Bachelard*, “Raison présente”, n° 179, 2011, pp. 25-35.

<sup>3</sup> Bachelard, G., *La poétique de la rêverie* (1960), Paris, PUF, 1973, p. 144 [le traduzioni dal testo francese sono sempre mie].

<sup>4</sup> *Ivi*, pp. 144-145.

Il piano della realtà, quello dell'ontologia forte, vale a dire quello che l'intelletto domina con le sue astrazioni e che la psicanalisi interpreta per governarlo consapevolmente, s'intreccia con il "piano d'irrealtà", per cui fra la *rêverie* e la realtà si crea una zona duttile, un "mondo intermedio" che non solo ricorda quello di Musil nell'*Uomo senza qualità*, ma si pone anche come una sur-realtà, ossia una realtà aumentata plasticamente. Essa fa parte integrante del nostro essere nel mondo (fenomenologicamente parlando), ma la scienza razionale non può renderne esaustivamente conto, sebbene sia essa a crearlo (l'astrazione come surrealtà del surrazionalismo).

Occorre precisare che Bachelard ha sempre rifiutato esplicitamente ogni commistione fra il giorno e la notte, come ribadisce anche nel suo ultimo libro incompiuto e postumo *Fragments pour une poétique du feu*<sup>5</sup>, dove dice che i lavori sulla *rêverie* gli servivano come rilassamento, piacere e riposo solitario dopo le fatiche del concetto, e che lui viveva come due vite. Lo aveva già scritto nettamente e senza appello in *Poétique de la rêverie*: «Non sarò certo io a tentare di indebolire con transazioni confusionali la netta polarità fra intelletto e immaginazione»<sup>6</sup>. Quindi è difficile scegliere fra immagine e concetto, il femminile e il maschile secondo l'interpretazione junghiana, cui ha dedicato il lavoro di una vita, e per questo non può che dividere il suo lavoro in diurno e notturno. Fra i due nessuna sintesi è possibile. Per cui aggiunge, subito dopo aver espresso la nettezza della differenza: «Forse è proprio un bene quello di stimolare una rivalità fra l'attività concettuale e l'attività dell'immaginazione»<sup>7</sup>, per parlare poco dopo esplicitamente di "giorno" e "notte"<sup>8</sup>. Eppure, anche se le due istanze sono nettamente separate, il filosofo comunque è attratto da un loro confronto, fosse questo anche soltanto un conflitto, un differenziale, la tensione stessa della differenza. L'essenza del conflitto non sta nei termini o nelle istanze che si oppongono, ma nella tensione che così li mette in relazione.

Molto presto infatti, da quando Bachelard ha cominciato a sviluppare la sua epistemologia, l'attenzione a quanto stava accadendo in ambito artistico è stata costante e importante, prima di diventare il lato notturno del suo impegno intellettuale. Ne testimonia non solo il libro dedicato a *L'intuition et l'instant* (1932), dove fa i conti col lavoro poetico di Rounpel in relazione a un'interpretazione della temporalità che sposa le ragioni poetiche con quelle scientifiche, discontinue e opposte alla durata bergsoniana, ma anche e soprattutto l'articolo pubblicato nel 1936 sul surrazionalismo, dove non c'è nessuna separazione fra il giorno e la notte; al contrario, c'è una tensione che li intreccia e li rimescola.

L'articolo appare sul primo (e unico) numero della rivista *Inquisitions*, un periodico ideato da una compagine molto particolare di persone, le quali avevano costituito il *Gruppo di studio per la fenomenologia umana* (di cui la rivista doveva essere l'organo ufficiale): i direttori erano Louis Aragon, Roger Caillois, Jules M.

<sup>5</sup> Bachelard, G., *Fragments pour une poétique du feu*, Paris, PUF, 1988, pp. 32-35.

<sup>6</sup> Bachelard, G., *La poétique*, cit., p. 45.

<sup>7</sup> *Ivi*, p. 45.

<sup>8</sup> Cfr. *ivi*, p. 47.

Monnerot e Tristan Tzara. Il loro obiettivo era quello di mettere insieme filosofi, artisti, scrittori e scienziati allo scopo di incrociare e possibilmente conciliare fra loro le esperienze artistiche, quelle scientifiche e quelle politiche in un periodo effervescente, ma gravido di inquietudini, come quello della metà degli anni '30<sup>9</sup>. Anzi, proprio le scienze, secondo l'editoriale di Caillois, erano quelle che promettevano una maggiore ampiezza di suggestioni e di stimoli rispetto alle arti, per cui era necessario coordinarle con chi si occupava di arte in un'ottica come quella surrealista e comunista. L'articolo di apertura di questo primo numero della rivista era stato affidato per tale ragione a Bachelard, il quale – nonostante le simpatie socialiste – non era certo un militante comunista. Però era un filosofo attento e partecipe fautore di un cambiamento radicale delle idee, profondo conoscitore del pensiero scientifico ma anche acuto osservatore dei linguaggi più legati all'inconscio e all'espressione artistica.

Nel testo, intitolato provocatoriamente *Le surrationalisme*, Bachelard non separa nettamente (come farà in seguito) il razionalismo dalla *rêverie* e riconosce invece alla ragione una potenza che in qualche modo mette insieme le intenzioni artistiche con quelle scientifiche nel comune intento di oltrepassare ogni limite imposto da categorie pregresse, abitudini mentali o pigrizie intellettuali accomodanti. È un testo “militante” nel senso più autentico della parola.

Nel 1936 Bachelard è infatti già perfettamente attrezzato per la sua guerra contro una filosofia delle scienze conservatrice, logicista, ferma a modelli categoriali che giudica ormai scaduti e a pregiudizi di rigore e assolutezza che non hanno ai suoi occhi nulla di rigoroso. È attrezzato anche contro Bergson e il bergsonismo, che hanno una visione meramente quantitativista della conoscenza scientifica. Non reputa la scienza qualcosa di riducibile a un fattore d'ordine, anche se lo scopo della conoscenza scientifica resta naturalmente quello di stabilire, cercare e soprattutto creare ordini. È convinto che fra arte e scienza ci sia un intento comune, quello di non accontentarsi mai dell'ordine costituito. Il saggio militante sul surrationalismo lo dice esplicitamente.

Non è quindi un caso se i direttori della rivista gli chiedono un contributo: già nei suoi libri precedenti aveva affermato con decisione l'importanza di una “filosofia dell'inesatto” che non scadesse in nessuna forma di irrazionalismo, ma sapesse dinamizzare e provocare la ragione nei suoi aspetti creativamente turbolenti e innovativi.

Il razionalismo – vale a dire ciò in nome di cui ha sempre combattuto Bachelard sul piano epistemologico – non può accontentarsi delle abitudini e dei limiti che la filosofia gli ha tradizionalmente fissato (altrimenti – scrive – diventerebbe «gaio come la porta di una prigione»<sup>10</sup>). Non deve appagarsi neppure del suo aspetto più importante, vale a dire la sua capacità costruttiva di astrazioni: correrebbe infatti

<sup>9</sup> Esce un solo numero a causa degli screzi insorti subito fra i direttori, dove la componente comunista (Aragon, Tzara) litiga con quella più moderata rappresentata da Caillois, oltre a problemi di ordine economico. Béhar presenta così lo scopo della rivista: « Rassembler les transfuges du surréalisme, les marxistes avérés et les isolés, dans le cadre d'un groupe d'étude œuvrant lui-même pour une définition de la culture dans ses rapports au politique », in Béhar, H., *Du surréalisme au Front Populaire*, Paris, Éditions du C.N.R.S., 1990, p. 10.

<sup>10</sup> Bachelard, G., *Le surrationalisme*, in Id., *L'engagement rationaliste*, Paris, PUF, 1972, p. 7.

il rischio di farsi tracotante, di perdere il contatto con la realtà sperimentale, di diventare un idealismo (gli ultimi libri di epistemologia, *Il razionalismo applicato* e *Il materialismo razionale* lo spiegano bene) quando invece la sua forza consiste proprio nella sua capacità (tutta costruttiva) di oltrepassare i limiti, di infrangere le barriere, di essere in stato di rivoluzione permanente. Per farlo, oltre che ad apprendere, deve imparare a disapprendere («per meglio comprendere»<sup>11</sup>). Deve proiettarsi verso il futuro piuttosto che accontentarsi del presente. «Deve rendere alla ragione umana la sua funzione di turbolenza e di aggressività»<sup>12</sup>, salvaguardare la propria libertà di contraddire i suoi stessi principi, a cominciare da quello di non contraddizione (come insegnava proprio allora la fisica quantistica), sostituendo il principio di ragion sufficiente con quello polemico di ragione costituente<sup>13</sup>. Deve infine essere capace di liberare il reale dai suoi vincoli naturali, superando la naturalità stessa delle cose, cui la fenomenologia di quegli anni chiamava a raccolta (secondo lo slogan *Zurück zu den Sachen selbst*).

Verso la fine del suo breve scritto, riprendendo le istanze politico-estetiche dei surrealisti (per i quali scriveva in quella rivista), afferma qualcosa che resterà come una tonalità di fondo in tutta la sua riflessione successiva “diurna”, cioè epistemologica: «Il reale svincolato riecheggia la libertà del nostro spirito. Nulla può più opprimerci. La realtà, in particolare, non ha più il compito di darci torto. Il suo irrazionalismo resta grezzo solo se l’abbordiamo con una ragione fuori ritmo»<sup>14</sup>. È la grossolanità del reale immediato – quella dei dati immediati della coscienza bergsoniana – a dover essere abbandonata: ecco secondo Bachelard la «rivoluzione psichica [...] di questo secolo»<sup>15</sup>, che ha rinunciato alla coerenza statica del sistema metafisico chiuso su se stesso, e si è aperto a un’evoluzione dinamica, disancorata, incerta. Il razionalismo diventa plurale (e regionale, come sosterrà in seguito), libero da ogni ideale identificatorio, da ogni ossessione metafisica o ontologica per l’origine, la causa, la fonte, l’inizio (vale a dire libera da ogni passato<sup>16</sup>): da chiuso che era, «fa posto a un razionalismo aperto», quello della «ragione incompiuta che non s’adagia più nella tradizione, ma si mette costantemente alla prova»<sup>17</sup>. Rivoluzione permanente, appunto, anche nei confronti di se stessa. Sono ingredienti tipici non solo delle correnti artistiche d’avanguardia che dai primi del Novecento rivendicano una creatività espressiva di rottura rispetto al passato, ma anche della creatività spregiudicata della ragione scientifica, che non esita ad abbandonare le certezze della fisica e della matematica classiche. Zone d’ombra dalla luce incerta, aurorali di promesse che s’intravedono e crepuscolari rispetto a ciò che ci si sta lasciando dietro.

<sup>11</sup> *Ivi*, p. 10.

<sup>12</sup> *Ivi*, p. 7.

<sup>13</sup> *Ivi*, p. 9.

<sup>14</sup> *Ivi*, p. 11.

<sup>15</sup> *Ivi*, 12.

<sup>16</sup> È possibile riconoscere un’analogia interessante, anche se problematica, con quanto Bachelard scrive dell’immagine poetica come qualcosa che non ha tempo ed è libera dal passato, in Bachelard, G., *La poétique de l’espace*, Paris, PUF, 1957, p. 2, p. 12.

<sup>17</sup> Bachelard, G., *Le surrationalisme*, cit., p. 12.

Nel suo primo libro sull'immaginario e gli elementi, *La psychanalyse du feu* del 1938 (lo stesso anno in cui pubblica *La formation de l'esprit scientifique* che, teorizzando la necessità di una psicanalisi della conoscenza oggettiva contro gli ostacoli epistemologici, sancisce di fatto la divisione fra il giorno e la notte) dimostra per un verso la differenza radicale fra scienza e poesia, per un altro però la necessità di combinarle fra loro. Qui, apparentemente, non c'è più spazio per il crepuscolo o l'aurora: il passaggio fra il giorno e la notte, se c'è, è netto e brutale, discontinuo, senza interferenze. Occorre – e sarà l'opera di tutta la sua vita – esplorare e riconoscere gli ambiti specifici dell'epistemologia, liberandola nelle sue reali potenzialità e aggiornandola rispetto alle scoperte e alle costruzioni scientifiche più attuali per cogliere i segreti della conoscenza razionale nel suo effettivo funzionamento. E bisogna allo stesso tempo costruire una fenomenologia dell'immaginario che possa rendere chiaro quello spazio poetico-letterario che affonda le sue radici nell'oscurità notturna e intima della nostra psiche. Eppure Bachelard si rende conto che un rapporto è indispensabile, e rivendica il fatto che possa essere garantito dalla filosofia: «Tutto ciò che può sperare la filosofia è rendere complementari poesia e scienza, unirle come due contrari ben fatti. Allo spirito poetico espansivo, bisogna quindi opporre lo spirito scientifico taciturno per il quale l'antipatia preliminare [la diffidenza] è una sana precauzione»<sup>18</sup>.

L'antipatia è il contrario del *pathos* poetico, che cerca immedesimazione e comunità, risonanza e simpatia. Il razionalista è scettico, diffidente, distante e astratto. Epistemologicamente parlando, la conoscenza razionale (quella che sviluppa il razionalismo, da *Essai sur la connaissance approchée* fino a *Le matérialisme rationnel*) è una conoscenza algida, fredda (maschile, dello spirito), mentre quella calda, intima, accogliente è quella poetica (femminile, dell'anima). L'essere umano non può fare a meno né dell'una né dell'altra, solo che non deve confonderle.

Su questo, quindi, per Bachelard non ci sono dubbi, e il dettato epistemologico, che manterrà saldamente fino alla fine della sua vita, è che la separazione fra le due dev'essere netta. Vale a dire che assiologicamente è l'epistemologia a dettare le condizioni di un confronto possibile, non l'immaginario. Bachelard nasce epistemologo prima che sognatore. Ma non può rinunciare ai sogni, come rivela nei suoi ultimi scritti (in particolare in quello incompiuto sulla poetica del fuoco). Tuttavia, se la sua preoccupazione si concentra sul definire i rispettivi ambiti di appartenenza di scienza e poesia, del giorno e della notte, inevitabilmente mostra anche che l'uno si accavalla all'altro e che i due spazi non sono simmetrici né proporzionati<sup>19</sup>. Bachelard, infatti, muore sognatore più che epistemologo: i suoi ultimi libri – benché dichiarasse di avere anche nostalgia del rigore scientifico – sono tutti dedicati alla *rêverie*. Quasi ad ammonire il fanatico del rigore scientifico dal rischio di chiudersi nel suo sonno dogmatico, confondendo sogno e realtà, rinunciando a ciò che la vita umana ha di accogliente e di bello. Affinché il sogno dell'assoluto rigore si riveli nella sua essenza ingannevole, cioè come un vero e proprio complesso psicanalitico, un ostacolo epistemologico, occorre studiare e indugiare nell'immaginario, luogo di riposo dove l'anima si ritempra per poi svegliarsi di giorno più pronta a ragionare e costruire.

<sup>18</sup> Bachelard, G., *La psychanalyse du feu*, Paris, Gallimard, 1938, p. 10.

<sup>19</sup> Cfr. *Ivi*, pp. 101-102.



È infatti l'epistemologia che si preoccupa della propria purezza, mentre la poetica non si cura di niente e l'immaginario si nutre di ogni cosa, senza aver paura di mescolare (sporcare) ciò a partire da cui si anima. La psicanalisi della conoscenza oggettiva serve alla scienza, mentre al sognatore non occorre alcuna psicanalisi, visto che vive d'immagini lasciandole libere dentro di sé e non si preoccupa di quello che possono fare e generare: la libertà dello psichico si specchia nelle sconfinite potenzialità della notte, perché noi siamo fatti più di sogni che di ragioni chiare. Ma la notte può sommergerci e spegnere definitivamente ogni luce.

Compito difficile per eccellenza, quello della ragione, perché del tutto artificiale (benché l'artificialismo sia un valore umano eminente, il mondo della scienza essendo un mondo fenomenotecnicamente costruito, non naturale): il mondo della ragione è sempre controllato, sanzionato, vigilato. Deve arginare le forze notturne che prorompono da ogni dove. E infatti Bachelard, nella *Psicanalisi del fuoco*, riconosce che «lo scienziato stesso, quando lascia il suo mestiere, ritorna alle valorizzazioni primitive»<sup>20</sup>, e questo processo "involutivo" è inevitabile, sicché la *rêverie* riprende sempre possesso di noi appena abbandoniamo il rigore disciplinato della ragione scientifica. L'anima primitiva si riappropria di tutto lo spazio «malgrado i successi del pensiero elaborato, contro la stessa istruzione delle esperienze scientifiche»<sup>21</sup>.

È questo il compito assiologico della psicanalisi bachelardiana, che corrisponde a quello epistemologico della purificazione della conoscenza oggettiva: esso si fonda su un'idea nietzschiana della potenza (quella della scienza-tecnica) come innovazione, cambiamento e progresso (rivoluzione permanente, ancora). Si tratta della potenza del pensiero veramente pensante, capace di rifondare ogni volta l'ontologia, di abbandonare le origini, di ricreare il mondo, anzi di costruirlo sempre di nuovo (infatti la conoscenza oggettiva è sempre seconda, sempre polemica, sempre di seconda istanza, perché le impressioni prime sono inevitabilmente illusorie, viziate dalla *rêverie*<sup>22</sup>). «Siccome per noi il passato è ignoranza, come la *rêverie* è impotenza, ecco il nostro scopo: guarire lo spirito dalle sue felicità, strapparli al narcisismo datogli dall'evidenza prima, offrirgli altre assicurazioni al posto del possesso, altre forze di convinzione invece che il calore e l'entusiasmo; in breve, delle prove che non sarebbero affatto delle fiamme!»<sup>23</sup>. La potenza del pensiero si contrappone alla potenza inconscia dei sogni e delle valorizzazioni primitive, che continuamente tornano a galla appena allentiamo l'attenzione o ci prende la stanchezza della sera e ci lasciamo cullare dal fuoco nel camino. Sempre di potenza e di forza si tratta, energia creativa e costruttiva che apre gli orizzonti sia verso la chiarezza del giorno (nelle costruzioni razionali più audaci e più astratte delle scienze) sia verso la notte (le immagini oniriche, archetipiche, abissali che ci tengono al laccio degli istinti).

<sup>20</sup> *Ivi*, p. 13.

<sup>21</sup> *Ibidem*.

<sup>22</sup> «Ogni oggettività debitamente verificata smentisce il primo contatto con l'oggetto e deve innanzitutto criticare tutto: la sensazione, il senso comune [...]. Lungi dal meravigliarsi, il pensiero oggettivo deve ironizzare», *Ivi*, pp. 9-10.

<sup>23</sup> *Ivi*, p. 14.



Felice o infelice, solitario o condiviso, il concetto di “filosofia aperta” mi pare legarsi allo spazio intermedio, indefinito, impreciso e indeterminato (forse approssimato?) che, usando fuori contesto un’espressione di Siegfried Kracauer, “viene prima delle cose ultime”<sup>24</sup>. Mi pare da leggere in questo senso un brano della *Philosophie du non*, dove dice che l’esperienza oggettiva non solo non è mai compiuta, perché sempre dinamicamente in fase di elaborazione (perché ogni elaborazione è una ri-elaborazione), ma anche che «determina sempre la correzione di un errore soggettivo»<sup>25</sup>. La conoscenza non è mai prima, e se è sempre seconda, non è mai neppure ultima. È vero che lo spirito scientifico deve ribaltare completamente e travalicare lo spirito non scientifico, ma è anche vero che, proprio in virtù della sua essenza storica indeterminatamente aperta, il processo di razionalizzazione non è mai un processo che possa darsi come compiuto. È un processo, appunto, che non si ultima mai. Resta aperto, e viene sempre prima e insieme dopo. La ricerca, scriveva Popper, non ha fine (nel duplice senso del termine: non ha un fine individuato precisamente, perché appunto aperto, e non ha una fine, un termine). Le verità della filosofia, le verità eterne e definitive, male si adattano allo spirito scientifico.

Ma cos’è una verità in fieri, mai definitiva o definitiva? È una verità costruita che non completa mai la sua costruzione, quindi è sempre inevitabilmente una verità intermedia, comunque pronta a rimettersi in discussione: è una verità seconda, di seconda istanza, polemica e dissacrante. Il suo posto è nell’indeterminata apertura della conoscenza. Mi pare, quindi, una verità aurorale, che si apre al giorno imminente. Una verità che inaugura, cioè che rinnova: per questo dice di “no” a ciò che la precede (alla sua notte, ma anche a quella del giorno precedente).

Il movimento della conoscenza scientifica sembra veramente delinarsi come un continuo passaggio dalla notte al giorno e dal giorno alla notte. La psicanalisi della conoscenza oggettiva permette di superare la notte dell’immaginario intriso di sogni, immagini, realismi ingenui e sostanzialismi poco ragionati. Ma poi, quando il giorno splende nelle conoscenze razionalmente costruite, lo spirito scientifico non si accontenta e in virtù del suo potere polemico, della sua applicazione nella realtà sperimentale, nella dialettica storica del suo procedere, vuole superare se stesso mettendo in discussione ciò che ha acquisito. Una potenza irrefrenabile lo spinge ad andare avanti, come la tempesta del progresso che trascina l’angelo nel piccolo quadro di Paul Klee commentato da Walter Benjamin; una potenza che poco ha di ragionevole e di chiaramente delimitabile. Le verità definite diventano come un peso, un ostacolo per nuove suggestioni. Piano piano si avviano a una dimensione crepuscolare e possono trasformarsi in sogni (e incubi) notturni, diventando le ingenuità che un rinnovato spirito dovrà nuovamente superare in una nuova alba. E così via. Bachelard fa l’esempio del concetto di “massa” nel suo sviluppo dall’interpretazione animista dei primordi, passando per quella realista ingenua, poi quella razionalista, relativista, fino a

<sup>24</sup> Kracauer S., *Prima delle cose ultime*, Casale Monferrato, Marietti, 1985, p. 13.

<sup>25</sup> Bachelard, G., *La philosophie du «non»*. *Essai d’une philosophie du nouvel esprit scientifique*, Paris, PUF, 1940, pp. 8-9.

quella microfisica di Dirac<sup>26</sup>: ogni passaggio è un capovolgimento dei valori, un abbandono della vecchia concezione. Ecco il senso di una “filosofia aperta” per l’incompiutezza delle scienze, dove «l’esperienza nuova dice no all’esperienza vecchia» e dove occorre sempre cercare «nel reale ciò che contraddice delle conoscenze precedenti»<sup>27</sup>.

Poco più avanti, nel testo, continua rassicurando gli scienziati che non c’è nulla di male a cambiare filosofia, che la filosofia delle scienze deve essere una poli-filosofia, un pluralismo filosofico capace di adeguarsi al grado di sviluppo e di progresso non solo di ogni disciplina scientifica, ma anche di ogni settore interno a una medesima scienza. Perché nell’arco del diurno non tutto si trova nella stessa fase e la «trasformazione non è mai totale»<sup>28</sup>: ogni scienza conserva in sé stati e fasi dallo sviluppo epistemologico molto eterogeneo. Per questo occorre chiedere agli scienziati di rivelare quali sono «le loro condizioni psicologiche» in occasione di una nuova ricerca, quali sono «le loro idee vaghe, le contraddizioni, le idee fisse, le convinzioni senza prove»<sup>29</sup>. E ancora: «Diteci cosa pensate non quando uscite dal laboratorio, ma nelle ore in cui abbandonate la vita comune per entrare nella vita scientifica. Dateci non tanto il vostro empirismo della sera, ma il vostro vigoroso razionalismo del mattino, l’a priori della vostra *rêverie* matematica, la foga dei vostri progetti e delle vostre intuizioni inconfessate»<sup>30</sup>. Insomma, c’è tutto uno spazio di tempo in cui la chiarezza diurna e l’oscurità notturna non sono così determinate e formano lo stato reale – antropologicamente e psicologicamente reale – della conoscenza scientifica nell’agire stesso degli scienziati.

Sarà questo a guidare gli studi di Georges Canguilhem prima, e della *épistémologie historique* e della storia delle scienze dopo (alla Lorraine Daston, per intenderci). Bachelard stesso, d’altronde, non aiuta a separare bene gli ambiti della *rêverie* e della ragione sorvegliata e sanzionata. Gli piace confondere le acque, restare nel torbido passaggio che caratterizza ogni alba come ogni tramonto. Sempre in *La philosophie du non*, dopo aver indicato la rivoluzione concettuale precedentemente inconcepibile introdotta dalle nozioni di massa e di energia negativa, così dematerializzanti da essere sconcertanti, così “surrazionaliste” nel loro sconvolgere i canoni classici sia del nostro realismo ingenuo sia del nostro razionalismo tradizionale, scrive esplicitamente: «Vorremmo dare in effetti proprio l’impressione che è in questa regione del surrazionalismo dialettico [materia/antimateria] che sogna (*rêve*) lo spirito scientifico. È qui, non altrove, che nasce la *rêverie* anagogica,

<sup>26</sup> Cfr. *Ivi*, pp. 22-35.

<sup>27</sup> *Ivi*, p. 9. Inevitabilmente Bachelard, pur criticandone l’uso (*ivi*, p. 3), usa anche lui metafore e analogie, anche se solo per parlare di filosofia delle scienze. Infatti, per tradurre filosoficamente il doppio movimento del razionalismo sperimentale che anima il sapere scientifico, vale a dire la dialettica interminabile fra teoria e pratica, fra esperienza e matematica, fra a priori e a posteriori, afferma che “lo strano” legame fra i due termini della dialettica «è forte come quello che unisce il piacere e il dolore» (*ivi*, p.5). Ma in realtà tutto *La psychanalyse du feu* è una legittimazione dell’uso delle metafore (cfr. *Ivi*, pp. 73-94).

<sup>28</sup> *Ivi*, p. 14.

<sup>29</sup> *Ivi*, p. 13.

<sup>30</sup> *Ibidem*.

quella che s'avventura pensando, quella che pensa avventurandosi [...]»<sup>31</sup>. Quella, in altri termini, che trae la propria potenza creativa dalle nebbie aurorali e quella che abbandona le certezze diurne nelle ombre crepuscolari.

Ovviamente si rende conto di esagerare, e per questo precisa subito dopo, quasi a stemperare la provocazione: «La *rêverie* ordinaria lavora sull'altro polo, nella regione della psicologia del profondo, seguendo le seduzioni della libido [...], le certezze vitali del realismo [...]. Conosceremo bene la psicologia dello spirito scientifico solo quando si saranno distinti i due generi di *rêverie*»<sup>32</sup>. La *rêverie* anagogica è quella matematizzante, istruita, coraggiosa: perché però continuare a chiamarla *rêverie*, se non per questa sua torbida comunanza con quell'altro suo polo? Perché parlare di «arte poetica della Fisica [che] si fa coi numeri»<sup>33</sup>, se non perché la forza dell'immaginario, nella sua potenzialità innovativa, accomuna arte e scienza sotto la stessa ombra (o penombra) creativa, aurorale e crepuscolare?

La scienza progredisce per Bachelard grazie alla sua capacità poetica, o meglio poetica di rivoluzionare i suoi stessi punti di vista, grazie alla sua “imprudenza” e alla sua spregiudicatezza così vicine alla dissacrante follia liberatoria dei surrealisti<sup>34</sup>. Lo spirito scientifico insomma è libero come l'arte, quando non si consuma nell'accademica ripetizione del già noto e del già fatto. Potremmo allora applicare gli strumenti della poetica alla scienza stessa nel suo farsi creativo? È una questione aperta, spinosa e inquietante, ma non illegittima.

Per concludere, la questione può essere sintetizzata così: siccome la purezza epistemologica non può essere mai raggiunta, in virtù del fatto che il pensiero ricostruisce sempre il mondo oggettivo (con buona pace di ogni ontologia fondazionale), lo trasforma e riforma in continuazione grazie alla storia dinamizzata del razionalismo sperimentale, applicato (ecco la rivoluzione permanente), e poiché l'essere umano non è fatto solo di pensiero ma anche di sogni, allora la nostra esistenza è sempre “impura”, è sempre una via di mezzo, né del tutto diurna, ma neanche del tutto notturna... Il merito di Bachelard è fra l'altro anche quello di non proporre una simmetria perfetta, perché il lato diurno è fatica di razionalizzazione (mai compiuta e mai completabile), mentre il notturno è lo spazio del sogno, che non ha preoccupazioni o limiti, e tende a invadere tutto (da cui la necessità della psicanalisi): è come se noi vivessimo sempre in zone albeggianti o crepuscolari, dove siamo propriamente noi stessi, più che in zone puramente diurne o notturne, dove non siamo che esseri parziali, ma pensanti o istintivi. Quando Bachelard scrive della provvisorietà e dell'incompiutezza nella quale lavora la nostra intelligenza fenomenotecnica, che costruisce una scienza necessariamente in movimento<sup>35</sup>, e al tempo stesso riconosce sul versante opposto la potenza delle immagini archetipiche senza

<sup>31</sup> *Ivi*, p. 39.

<sup>32</sup> *Ibidem*.

<sup>33</sup> *Ibidem*. Anche il grande matematico Carl F. Gauss vedeva molta poesia, per esempio, nelle tavole dei logaritmi, come ci ricorda Marcus du Sautoy nel suo libro *L'enigma dei numeri primi*, Milano, Rizzoli, 2005.

<sup>34</sup> Cfr. Bachelard, G., *L'engagement rationaliste*, cit., p. 11.

<sup>35</sup> Cfr. *Ivi*, p. 189.

che fra i due ambiti «la distinzione possa mai compiersi del tutto»<sup>36</sup>, allora è come se ci trovassimo assai lontani dalla nitidezza dell'equatore, e vivessimo su latitudini dove la durata del giorno e della notte varia, che è poi il variare della nostra storia della conoscenza (non solo scientifica).

Forse quello che è mancato a Bachelard è stato di applicare anche al rapporto fra scienza e poesia un'analogia dialettica come quella posta fra teoria ed esperienza? È un problema che ha la sua legittimità alla luce di una vera psicanalisi della conoscenza oggettiva, se di psicanalisi si deve trattare. Perché quando trattiamo di “creatività” scientifica, vale a dire di quella spinta fondamentale che permette alla scienza di essere proprio ciò che Bachelard gli chiede di essere, cioè produttiva, innovativa, polemica e ricostruttiva, allora forse anche nella scienza più sorvegliata il lavoro dell'immaginario può svolgere una sua funzione (certo poi a condizione di essere corretto, sanzionato, razionalizzato, ecc.). E proprio per questo – Bachelard ce lo insegna – il passaggio per i chiaroscuri della storia (con le sue temporalità intrecciate, intermedie e complesse) è cruciale e inevitabile.

Enrico Castelli Gattinara

Editor of the journal «Aperture. Punti di vista a tema»  
enricocastelligattinara@gmail.com

## Bibliografia

- Bachelard, G., *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1927.  
 Bachelard, G., *L'intuition de l'instant. Étude sur la Siloë de Gaston Roupnel*, Paris, Stock, 1932.  
 Bachelard, G., *Le nouvel esprit scientifique*, Paris, Alcan, 1934.  
 Bachelard, G., *La dialectique de la durée*, Paris, Boivin, 1936.  
 Bachelard, G., *La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, Paris, Vrin, 1938.  
 Bachelard, G., *La psychanalyse du feu*, Paris, Gallimard, 1938.  
 Bachelard, G., *Lautréamont*, Paris, José Corti, 1939.  
 Bachelard, G., *La philosophie du «non»*. *Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*, Paris, PUF, 1940.  
 Bachelard, G., *Le rationalisme appliqué*, Paris, PUF, 1949.  
 Bachelard, G., *L'activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, PUF, 1951.  
 Bachelard, G., *Le matérialisme rationnel*, Paris, PUF, 1953.  
 Bachelard, G., *La poétique de l'espace*, Paris, PUF, 1957.  
 Bachelard, G., *La poétique de la rêverie*, Paris, PUF, 1960.  
 Bachelard, G., *La flamme d'une chandelle*, Paris, PUF, 1961.  
 Bachelard, G., *Le droit de rêver*, Paris, PUF, 1970.  
 Bachelard, G., *L'engagement rationaliste*, Paris, PUF, 1972.  
 Bachelard, G., *Études*, Paris, Vrin, 1970.  
 Bachelard, G., *Fragments pour une poétique du feu*, Paris, PUF, 1988.  
 Béhar, H., *Du surréalisme au Front Populaire*, Paris, Éditions du C.N.R.S., 1990.  
 Cariou, M., *Continuité ou discontinuité : un faux problème ?*, in Worms F., Wunenburger, J.-J. (eds.), *Bachelard et Bergson: continuité et discontinuité*, Paris, PUF, 2008.  
 Kracauer S., *Prima delle cose ultime*, Casale Monferrato, Marietti, 1985.

<sup>36</sup> Bachelard, G., *La psychanalyse*, cit., p. 14.

- Sauty, M. du, *L'enigma dei numeri primi*, Milano, Rizzoli, 2005.
- Sertoli, G., *Le immagini e la realtà: saggio su Gaston Bachelard*, Firenze, La Nuova Italia, 1972.
- Vinti, C., *Il soggetto qualunque*, Napoli, ESI, 1997.
- Worms, F., Wunenburger, J.-J. (eds.), *Bachelard et Bergson : continuité et discontinuité*, Paris, PUF, 2008.
- Ruby, C., *Une philosophie de l'interférence. Art et Science, Quatre notations à partir des œuvres de Gaston Bachelard*, "Raison présente", n° 179, 2011, pp. 25-35.







# Gaston Bachelard

*Quelques conclusions philosophiques sur les nombreuses conférences que nous avons entendues à propos des aspects théoriques et expérimentaux du Méson*

Présentation de Charles Alunni

## Présentation

À la mémoire de Paulette Destouches-Février.  
À l'amie regrettée.

Ce texte manuscrit, plus exactement dactylographié et absolument inédit, provient du fonds personnel de Madame Destouches-Février<sup>1</sup>. C'est au cours des années 1990 que je suis entré en contact avec elle, grâce à l'intermédiation de Catherine Chevalley. J'ai alors eu la chance de bénéficier de nombreux entretiens

<sup>1</sup> Paulette Destouches-Février (née le 19 novembre 1914 à Paris et décédée le 1<sup>er</sup> novembre 2013 à Quimper) est une physicienne, philosophe des sciences et logicienne. Elle obtient le baccalauréat de philosophie et mathématiques élémentaires à Paris en 1933. Elle entreprend ensuite des études de philosophie à l'Institut catholique de Paris en même temps qu'à la Sorbonne, et obtient une licence d'enseignement de la philosophie en 1936 et un certificat de littérature française en 1937. En 1936, elle rencontre le physicien Jean-Louis Destouches qui la pousse à faire des études de physique pour compléter sa formation. Elle continue ses études à Dijon d'abord avec l'obtention du DES de logique puis reprend des études de physique à Paris et obtient en 1939 un DES de physique. Elle est reçue à l'agrégation de philosophie en 1940. C'est cette même année que Gaston Bachelard cite ses travaux au sujet du principe de Heisenberg et de l'équation de Schrödinger dans son ouvrage *La Philosophie du non. Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*, publié en 1940 aux presses universitaires de France, expliquant que « les travaux de Melle Février prouvent que cette logique est une logique à trois valeurs », p. 116-117.

Elle enseigne ensuite dans plusieurs lycées en province et à Paris, tout en continuant des travaux de recherche avec Jean-Louis Destouches qu'elle épouse en 1941.

Elle quitte l'enseignement en 1961 pour un poste d'ingénieur CNRS à l'Institut Blaise Pascal, présente une deuxième thèse de doctorat de 3<sup>e</sup> cycle de mathématiques statistiques en 1967, consacrée à la structure des raisonnements expérimentaux et prévisionnels en physique, puis termine sa carrière comme conseillère culturelle près l'Ambassade de France en Suède et directrice de l'Institut français de Stockholm.

Parmi ses publications, notons *La Structure des théories physiques*, PUF, coll. « Philosophie de la matière », 1951, 423 pages, et *Déterminisme et indéterminisme*, PUF, coll. « Philosophie de la matière », 1955, 250 pages (Prix Saintour de l'*Académie des Sciences morales et politiques*).

Bachelard Studies / Études Bachelardiennes / Studi Bachelardiani, nn. 1-2, 2022 • Mimesis Edizioni, Milano-Udine Web: [mimesisjournals.com/ojs/index.php/bachelardstudies](http://mimesisjournals.com/ojs/index.php/bachelardstudies) • ISSN (online): 2724-5470 • ISBN: 9788857594941 • DOI: 10.7413/2724-5470060 © 2022 – MIM EDIZIONI SRL. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-4.0).

avec Madame Paulette Février autour de questions concernant la physique, la logique et la philosophie de la première moitié du 20<sup>ème</sup> siècle. Je dois à son immense générosité (et à son élégance raffinée)<sup>2</sup> la possession de ce tapuscrit qu'elle avait elle-même établi et qu'elle me confia dans l'espoir de pouvoir prolonger toute une tradition. Ancienne élève de Gaston Bachelard, elle était très proche de sa fille Suzanne comme en témoignent de nombreuses photos d'époque. Et Gaston Bachelard ne manqua jamais de lui dédicacer des ouvrages aussi importants que *La Valeur inductive de la relativité* (1929), *Le Pluralisme cohérent de la chimie moderne* (1929) ou *L'Expérience de l'espace dans la physique contemporaine* (1937).

Le manuscrit est dactylographié sur des feuilles jaunies de papier A4, avec une pagination qui commence à la page 31, ce qui laisse supposer son intégration dans un plus vaste ensemble. Le texte se termine à la page 58. Il est contenu dans un dossier cartonné vert, portant les inscriptions manuscrites suivantes, de la main de Madame Février : BACHELARD (à l'encre rouge), suivi des titres :

« Réunion d'Études et des Mises au point sur le méson.

Lundi 22 mai 1944.

I. – Théorie des forces d'interaction entre corpuscules. Exposé de M. J.-L. Destouches.

II – Conférence de M. Bachelard ».

Cette classification laisse ainsi supposer que les pages 1 à 30 devaient être consacrées à la conférence de Jean-Louis Destouches.

Nous avons retranscrit ce manuscrit en corrigeant quelques petits détails orthographiques (lapsus calami, mots manquants ou absence d'un mot dans un espace laissé blanc).

La réunion d'études en question a été publiée aux Éditions de *La Revue D'optique Théorique et Instrumentale*, sous le titre *Le Méson. Aspects Théoriques et Expérimentaux*, ed. Louis de Broglie, Paris, 1945, In-8, 192 pages (avec les conférences de Louis Leprince-Ringuet, Marie-Antoinette Tonnelat, Robert Richard-Foy, André Fréon, Serge Gorodetzky, Jean-Louis Destouches, Jean Daudin).

*Charles Alunni*

22 mai 1944<sup>3</sup>

Conférence de M. Bachelard

Quelques conclusions philosophiques sur les nombreuses conférences  
que nous avons entendues à propos des aspects théoriques  
et expérimentaux du Méson.<sup>4</sup>

<sup>2</sup> Madame Février m'avait confié l'essentiel de sa bibliothèque scientifique, dont nous avons fait don, conjointement, et pour partie, à la bibliothèque de mathématiques de l'École normale. De nombreux ouvrages d'épistémologie ou des livres consacrés à des congrès très importants qui se sont tenus entre les années 1930-1960 m'ont également été confiés par Madame Paulette Destouches Février.

<sup>3</sup> Date notée au crayon noir.

<sup>4</sup> Le titre ne figure pas sur le tapuscrit.

Je voudrais dire quelques mots pour terminer, non seulement ces quatre conférences que nous avons faites dans l'ombre des grandes conférences du mardi faites par les physiciens et les théoriciens du méson, mais aussi ces conférences que nous avons faites ici cette année pour essayer d'attirer l'attention des philosophes sur les principes tout-à-fait nouveaux de la philosophie des mathématiques contemporaines.

Avant d'engager cette très courte causerie, je voudrais d'abord m'excuser du titre que, par inadvertance, j'ai donné à cette conférence : j'ai dit que je développerais « quelques conclusions philosophiques ». Il est très imprudent de conclure philosophiquement sur un terrain où les savants ne sont peut-être pas près de conclure. Il est imprudent [pour] moi d'accepter ce titre et, si vous le voulez bien, on transformera ce titre en : « Quelques réflexions décousues et philosophiques sur les nombreuses conférences que nous avons entendues ».

Et puisque cette conférence sera décousue, je vous ferai un petit discours en cinq points. Je montrerai quelles sont, du point de vue du philosophe, les réflexions au point de vue historique, au point de vue intuitif, au point de vue épistémologique, au point de vue philosophique et au point de vue psychologique.

Je crois qu'au point de vue historique, nous vivons intellectuellement une époque prodigieuse, une époque qui réalise une œuvre de synthèse que nous ne voyons pas bien parce que nous sommes devant la tâche de la faire.

Je ne me reporterai pas très loin dans l'antiquité, je ne ferai pas appel à un héritage philosophique à la fois lointain et vague. Je suis tout à fait étonné de voir que la plupart des philosophes, quand ils ont à juger la science contemporaine, font appel à Démocrite et à Épicure, et par conséquent à tout l'atomisme qui, comme je vous l'indiquerai assez rapidement, n'a plus aucune action dans la physique contemporaine<sup>5</sup>. Il y a des physiciens qui suivent les mêmes procédés. Il semble que toutes les fois qu'on parle d'un atome, il faut faire hommage à l'antiquité de cette vieille notion.

Ce que je voudrais vous montrer, c'est que précisément l'atomisme moderne n'a absolument aucun des caractères de l'atomisme philosophique. Il faut absolument que nous laissions de côté cet hommage, très poli mais vraiment inutile, à des doctrines périmées, et pour vous montrer la valeur vraiment prodigieuse de la science contemporaine, j'en ferai, si vous le voulez, une espèce de motif de synthèse où je vous montrerai que nous sommes devant une dialectique « historique », comme les philosophes ont l'habitude de le dire, mais qu'ils n'ont pas souvent l'habitude de prouver. Or, je crois que les savants pourraient prouver qu'ils sont devant un moment où l'on pourrait faire mieux.

Je ne me reporterai qu'à 50 ans en arrière. 50 ans ! C'est non seulement la génération de l'étudiant, mais c'est la génération du professeur. Nous sommes tous ici des héritiers de cerveaux qui n'ont que 50 ans. S'ils ont plus de 50 ans, c'est assez grave !

<sup>5</sup> Voir en particulier sur ce point plusieurs fois repris par Bachelard, *Les Intuitions atomistiques. Essai de classification*, Paris, Boivin, 1933 (réédition Vrin, 2016).

Voyons où en était la science physique il y a 50 ans. Nous étions dans une atmosphère de positivisme et, pour dire la chose d'une manière très précise, d'énergétisme. Nous croyions que l'énergie était vraiment le fait scientifique. À la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, le chimiste OSTWALD disait, en rappelant les coups de bâton que recevait Scapin : « Bâton ? Cela n'existe pas. Ce qui existe, c'est son énergie cinétique ». Voilà un fait qui me semble être en contradiction complète avec les images que l'atomisme va bientôt essayer de remettre en valeur.

Quand, il y a une trentaine d'années, je suivais les cours des professeurs qui eux étaient pour la formation intellectuelle positiviste de OSTWALD, on nous apprenait à nous désintéresser de tous les problèmes de l'atome. J'ai enseigné la physique et la chimie au lendemain de l'autre guerre et je me souviens d'un petit livre d'un homme qui vit encore et qui est, je crois, Inspecteur général, M. PARISEL, qui avait chassé en appendice tout ce qui a égard à l'hypothèse atomistique. Il ne fallait pas en parler. C'étaient des « idées philosophiques » ! car la philosophie, dans le monde des savants, c'est quelquefois une espèce d'injure et tout devait se ramener à l'énergétisme.

Cette science énergétique a rendu des services considérables. Mais au début de ce siècle, principalement vers l'année 1910, une réaction s'est manifestée. Jean PERRIN enseignait, en même temps que les prophètes de l'énergétisme, les rudiments de l'atomisme. J'ai vu apparaître les livres de Jean PERRIN. J'ai suivi l'enseignement de Jean PERRIN. Je dois dire que cela ne servait pas beaucoup à faire les problèmes. On vous disait bien que, de quatorze manières différentes, on prouvait l'existence de l'atome. Mais il y avait des gens qui s'imaginaient que c'étaient 14 façons de s'abuser et que l'atome, cela n'existait pas, que c'était une « idée philosophique ».

Peu à peu, vous le savez, l'histoire des sciences de ce siècle a prouvé qu'il y avait une espèce de vérité fondamentale dans les conceptions corpusculaires ? Par la suite, j'aurais à vous dire qu'il ne s'agit plus de l'atome, il ne s'agit pas de l'atome tel que les philosophes avaient cru en faire un principe d'explication, un principe de réalité.

En tout cas, voilà maintenant les deux termes de la dialectique que je vous avais promis. Il y a 50 ans, énergétisme, pas de figure, rien par conséquent que des échanges d'énergie. Il n'y a qu'un grand principe, le principe de la conservation de l'énergie, et puis après, venant de tous les points de l'horizon, des preuves d'un atomisme. C'est une véritable dialectique. Je crois que l'on peut dire qu'il y a quelque chose qui s'appuie sur des notions d'énergie assez difficiles à définir, assez difficiles à mettre en principes, d'une part, et l'explication des choses par le réalisme du philosophe Émile MEYERSON qui est, comme je le dis quelquefois d'une manière un peu cruelle, le plus grand des épistémologies du 19<sup>ème</sup> siècle. J'ai l'impression que nous tenons là une dialectique fondamentale, une dialectique entre l'espace et les objets, entre les principes d'explication qui reposent sur des théories, l'énergie, et des principes d'explication qui s'appuient sur des choses.

Or, je dis que la science contemporaine se trouve devant un principe de synthèse. Il est absolument nécessaire que nous fassions une synthèse historique de ces deux points de vue. C'est cette synthèse, grandiose comme on n'en a jamais rencontré dans les destinées de l'esprit humain, qui est en action devant nous.

Est-ce que je prouverai cela ? Je le prouverai par l'évolution de toute ma conférence, mais alors il faudra que nous mettions une barre sur le passé et que nous comprenions que la microphysique, qui mène la physique – il faut bien le dire – est une science sans [aïeux]<sup>6</sup> et que, en somme, nos arrière-neveux se désintéresseront de ce que pensaient nos arrière-grands-pères, et ceux que j'appelle les arrière-grands-pères de la pensée scientifique, ce sont tous ceux qui ont précédé NEWTON. DESTOUCHES vient de remplir le tableau de formules ; il n'est certainement pas descendu en-dessous de NEWTON, mais il a pris des formules newtoniennes. On peut toujours commencer par NEWTON. Il n'y a donc par conséquent pas d'aïeux derrière NEWTON, j'ai quelque scrupule à le dire puisque, par fonction, je suis professeur d'histoire des sciences. Mais enfin il faut bien dire la vérité comme elle est ; il faut dire qu'il y a des problèmes historiques vraiment dans le sarcophage du passé et puis qu'il y a des problèmes historiques vivants, et ces problèmes historiques vivants, ils naissent de NEWTON et de tout ce qui a traversé la science depuis NEWTON.

J'en arrive au point où je dois évoquer ce qui s'est produit avec le siècle. Vous avez trop de scrupules devant les philosophes, vous croyez qu'ils ont fait des méditations tellement profondes que vous devez respecter l'antiquité de la culture. Mais pour bien insister sur le point de synthèse que je veux manifester, je n'aurai pas beaucoup de peine.

Il y a un petit quelque chose qui s'est produit avec le siècle, en 1900 ou 1901, quand PLANCK a reconnu le caractère atomistique de l'énergie. Savoir ce que c'est qu'un atome d'énergie, je ne veux pas avoir la prétention de vous en montrer les images. Je viens de vous montrer la contradiction entre l'énergie et l'atomisme. Voilà un physicien, dans le sens de « prestidigitateur » qui, lançant deux objets en l'air, n'en rencontre qu'un et qui dit : « Voilà ! Vous avez un atome d'énergie » ! Je crois qu'un tout de passe-passe de ce genre, une germination verbale extraordinaire, fait qu'on doit être éberlué. Qu'est-ce que cela veut dire ? Voilà l'énergie qui est atomique ! Et cela n'a aucun sens dans aucune langue. Il faut absolument faire un concept nouveau, et naturellement, on vous apprend que cet atome d'énergie renferme en lui quelque chose, il y a une espèce de tremblement, une espèce de fréquence, enfin c'est quelque chose d'inimaginable. Nous n'avons pas de figure pour représenter un atome d'énergie.

Mais alors, là, il n'y a pour ainsi dire qu'une fusion de deux images, une germination de deux principes de langage, et là on n'a pas pu réaliser cette synthèse historique.

Mais allons plus loin ; cheminons derrière PLANCK. Voyons la mécanique ondulatoire et voyons singulièrement les principes qui sont à la base de la science du méson. On s'aperçoit alors que le corpuscule est défini, et défini énergiquement. Le corpuscule vous apparaît par ses principes énergétiques. Je sais bien qu'il y a la masse (à condition que cela remue). On parle bien de la masse au repos du méson, mais on ne mettra jamais le méson sur une balance. Si le méson a une masse, c'est parce qu'il a une énergie, et quand on vous dira que des rayons cosmiques viennent fracasser je ne sais quel atome, au vieux sens du terme, on vous montrera bien que le méson se désignera comme une énergie initiale.

<sup>6</sup> Le tapuscrit, ici fautif, indique « adieu ».

On peut même aller plus loin – et j’irai plus loin dans la discussion que j’engagerai bientôt entre réalistes et rationalistes, entre expérimentateurs et théoriciens –, et si vous avez écouté et regardé tout ce que SLANSKI, Melle VIARD, DESTOUCHES vous ont décrit, on peut dire que le corpuscule, cela se voit quelque part, dans un Hamiltonien ! Je suis sûr qu’un corpuscule, il faut aller le chercher sur un tableau noir, au milieu d’une formule. C’est un « petit morceau d’Hamiltonien » ! Mais l’Hamiltonien, bien entendu, c’est toute la science énergétique ; cela n’a aucun caractère de l’atomisme.

Par conséquent, il n’y a pas d’erreur : la physique corpusculaire, c’est une physique énergétique. Et voilà la conclusion de mes premières réflexions au point de vue historique. Je les fais de manière d’abord verbale, en vous disant qu’avec PLANCK il y avait un atome d’énergie, synthèse de mots, et je vous ai montré que, pour un physicien moderne, les valeurs corpusculaires sont essentiellement des valeurs énergétiques, et vous prenez le corpuscule comme une sorte d’état, comme une sorte de situation dans un ensemble énergétique, singulièrement dans une formule algébrique très claire, appuyée sur des théories qui sont classiques et qui ont été modifiées avec les idées nouvelles et dans l’Hamiltonien.

Voilà deux premières réflexions tout historiques que je voulais développer. Il y a donc bien une synthèse historique entre deux générations : la génération des énergétistes et la génération des atomistes. Il ne faut plus dire que la physique est purement et simplement atomistique. Elle est maintenant devant un problème de fusion des deux générations qui l’ont précédée.

Le deuxième genre de réflexions que je voulais développer devant vous, c’est qu’il y a une révolution au point de vue intuitif.

Le problème intuitif, du fait même du développement que je viens de retracer très brièvement, est complètement changé. Nous ne pouvons plus dire que l’atome est une réduction du corps, du corpuscule. J’ai dit l’autre jour, en répondant à Melle VIARD, que certainement le corpuscule n’est pas un petit corps. Vous n’obtiendrez aucune image utile, vous n’obtiendrez que des images nuisibles si vous prenez la microphysique comme une miniature de la physique, et c’est ce qu’on a toujours fait dans la science, avant NEWTON. Jadis, dans le règne de l’atomisme philosophique, on donnait des propriétés à l’atome parce qu’on lui donnait une forme. Or, actuellement, les physiciens, les théoriciens ne donnent plus de forme à l’atome et en second lieu, ils ont un principe pour leur interdire les conceptions sur la forme. Précisément, le principe de HEISENBERG a montré qu’il ne fallait pas toucher le réel de trop près ; il ne fallait pas mettre, pour parler vulgairement, « son nez dans l’infiniment petit », parce que le nez, cela déplace les phénomènes et cela bouscule tout. Par conséquent, il faut regarder les choses avec un certain éloignement.

Vous me direz : « Mais pourtant, on nous a bien parlé, par exemple, de certaines associations de corpuscules qui avaient peut-être une forme en cigare ou une forme en galette ? ». Oui, mais dès que vous avez une forme, c’est que vous avez une complexité moléculaire. On ne parlera jamais de la forme d’un électron. On a bien l’habitude de dire que c’est « une petite boule », que c’est « tout rond », mais c’est tout. Vous allez voir que la seule variable qui pourrait donner l’idée



d'une forme, si on disait par exemple que l'électron est une petite boule avec un certain rayon, ce n'est pas tout à fait l'électron, c'est le rayon de la sphère d'action, et DESTOUCHES, d'une manière assez curieuse, l'a expliqué en le détachant d'abord d'une courbe continue. Ce qu'on appelle le rayon du corpuscule, c'est l'endroit où le corpuscule manifeste une valeur sensible au point de vue énergétique. Par conséquent, son rayon, c'est tout simplement une espèce de préjugement sur les qualités énergétiques.

Par conséquent, la notion de forme est une notion qui n'a aucun sens, qui n'a aucune validité dans le problème de l'atome, ou plutôt dans le problème du « corpuscule moderne ». Le mot « atome » a d'ailleurs failli naturellement à toutes ses fonctions.

Mais alors, si l'atome n'a pas de forme – et c'est très important – ne parlons plus de GASSENDI, mais pour un homme comme GASSENDI, on dit que c'est un cartésien qui est atomiste. Un historien de la philosophie avec une thèse [peut]<sup>7</sup> étudier, par exemple, l'atomisme de DESCARTES, [peut]<sup>8</sup> montrer que DESCARTES est tout de même un atomiste, parce qu'il ne veut évidemment pas l'avouer ; par conséquent, la synthèse historique de ces deux ennemis que sont DESCARTES et GASSENDI, tout cela, ce sont des puérités. Pour GASSENDI, il y a un atome du froid et l'atome du froid a la forme d'une pyramide, parce qu'une pyramide a des pointes, que les pointes piquent et que le froid pique lui aussi !!

C'est tout de même par conséquent une espèce de valeur d'expérience commune que nous mettons évidemment dans l'intuition d'infiniment petits. Tout cela n'a aucun sens pour un physicien moderne. Je ne dis pas qu'il n'y a pas de problème de forme. Les problèmes de forme, cela va être des problèmes d'énergie de forme ; il va y avoir, par conséquent, dès qu'il va y avoir un système, l'énergie d'échange, qui est pour nous un concept que nous n'avons pas encore bien vu fonctionner. Tout ce mois-ci, les théoriciens et les physiciens s'accordent à parler d'une « énergie d'échange ». Il faudra nous en donner des figures, mais nous ne les avons pas. Il n'y a aucune figure classique pour la théorie de l'énergie des champs. Pourquoi ? Mais parce que jadis nous étions des gens imaginatifs. L'énergie avait toujours un support. C'était quelque chose qui avait de l'énergie. Ça a d'abord été la [matière]<sup>9</sup> ; ensuite c'étaient les molécules d'un gaz.

Par conséquent, vous le voyez, on ne sait pas évidemment quel support peut avoir l'énergie d'échange, et quand elle est toute seule, il n'y en a pas et quand ils sont deux, il y a une énergie d'échange, mais on ne sait pas lequel donne cette énergie. On suppose que c'est comme une balle de tennis qui rebondit d'une raquette à une autre, mais on ne sait pas quelle est la raquette qui en est l'origine.

Par conséquent – ne disons pas les choses avec trop d'espoir – nous avons encore bien des images à fournir pour habiller les concepts que nous prépare la science contemporaine, mais enfin il y a une chose sûre : c'est que nous ne pouvons plus attribuer la forme. Quand il y a une forme, il y a une complexité. La

<sup>7</sup> Terme manquant.

<sup>8</sup> Terme manquant.

<sup>9</sup> Blanc dans le tapuscrit.



molécule seule peut avoir une forme. On a étudié les formes des molécules : forme en fibre, forme en plat ; mais la molécule a des formes parce qu'elle est un assemblage de corpuscules ; le corpuscule, nous ne pouvons plus lui donner une forme.

Or, parler ainsi, c'est une révolution au point de vue intuitif. Alors, les intuitions, si chères au philosophe, ce sont des intuitions à détruire, à fracasser et il faut absolument vous libérer de toute intuition. Il faudra en faire [d']autres<sup>10</sup> car l'esprit humain ne peut pas se propager ; nous ne pouvons pas nous dire : « Nos abstractions ». Il nous faut des signes, il nous faut des figures, des figurations ; il nous faut des images. À vous de les faire, Messieurs les physiciens, Messieurs les mathématiciens, essayez, les uns et les autres, de faire les mêmes, de voir que c'est précisément tout le problème de la synthèse intuitive.

J'ai précisément assisté à cet échange d'images. Il s'agit de savoir, je le répète, si on pourra leur donner le même nom. On nous dit, du côté des expérimentateurs, que le méson est un corpuscule. Il faut nous demander si c'est le même corpuscule du point de vue du théoricien.

Par conséquent, il y a une fabrique d'images qui est essentielle. Vous êtes, pour la plupart, de jeunes savants ; mais, l'organisation française le veut ainsi, vous êtes aussi des professeurs, et des savants qui ne sont pas des professeurs, qui ne font pas du tout leur métier. Vous n'avez pas simplement à créer la science, mais vous avez à la propager, et pour ce faire, il faut que vous fabriquiez de nouvelles images.

Ma conclusion sur ce point de vue des réflexions sur la valeur intuitive de la science, c'est qu'il faut détruire les anciennes images et en faire de nouvelles. C'est une réflexion qui me paraît très nette.

Le troisième point de vue, c'est la point de vue épistémologique. Là encore, il y a une révolution extraordinaire et qui découle, je crois, de la synthèse historique que je vous ai montrée. Nos principes d'explication, nos principes d'expérience, ne sont pas les mêmes que les principes de la génération antécédente. En effet, l'objet que nous voulons toucher, l'objet que nous cherchons, l'objet que nous voulons étudier n'a pas vraiment les caractères de l'ancien corpuscule, ne suit pas les lois de l'ancienne mécanique, n'obéit pas aux images auxquelles nous étions habitués, mais il n'a pas les mêmes caractères fondamentaux que les objets de la science antécédente. Ces précautions oratoires que je prends sont simplement pour bien présenter le problème, mais tout ce que je veux vous dire, c'est que l'objet n'est plus un objet physique, c'est un objet électrique. Tous les corpuscules que nous manions : l'électron, le proton, le méson, et même le neutron, qui paraît échapper puisqu'il est neutre à des caractères électriques, sont électriques et on peut dire que le neutron est pseudo-électrique, parce qu'on ne le produit que par des moyens électriques et s'il conserve tellement de rapports avec l'électricité, c'est que, d'une manière mystérieuse, ce neutron a un moment magnétique, quelque chose qui le lie à l'électromagnétisme. C'est précisément un mystère, c'est un des problèmes de la science en action, de savoir pourquoi ce corps qui, suivant son étymologie, n'est ni l'un ni l'autre, a tout de même une espèce de valeur magnétique ; il tourne

<sup>10</sup> Terme manquant.

tout de même un peu comme si c'était un petit aimant. Toutes les formes que l'on prend qui sont attachées à un langage ancien sont mauvaises. Nous sommes devant la nécessité d'un nouveau sens.

Pierre AUGER, dans son très joli petit livre sur les « Rayons cosmiques », commence par dire : « Les appareils » d'ionisation sont des appareils qui donnent à l'humanité « un nouveau sens, un sens électrique qui a besoin d'appareils, mais qui est vraiment primaire »<sup>11</sup>. C'est extrêmement important. Pourquoi est-ce que je parle maintenant d'une révolution épistémologique ? On ne sait d'ailleurs pas très bien ce que c'est, mais on finira par le savoir... « Servez-vous des mots et vous en trouverez le sens » !! L'épistémologie, c'est une théorie de la connaissance, c'est une théorie du savoir, c'est une hiérarchie du savoir ; il faut savoir par quoi commencer. Si vous commencez, encore une fois, par ces petits atomes, par ces petits morceaux de corpuscules, vous ne pourrez pas entrer dans la science contemporaine, vous resterez dehors, vous ferez de la physique historique, vous parlerez de DÉMOCRITE, vous parlerez de GASSENDI, mais vous n'entrerez pas dans la physique contemporaine. Pourquoi ? Parce que vous ne voulez pas entrer dans l'épistémologie moderne. L'épistémologie de la physique moderne est une épistémologie au premier chef.

Je crois, par conséquent, qu'il faudrait une révolution de pensée extraordinaire pour que nous forcions toute cette suite d'instruments intellectuels, tout cet arsenal de pensée primitive qui partirait de principes électriques. Faites bien attention ! Nous sommes devant un problème de pédagogie élémentaire ; on ne peut pas dire que l'enseignement fasse des progrès. L'enseignement élémentaire, l'enseignement du baccalauréat, depuis une trentaine d'années que je le suis, a l'air de rétrécir le point de vue électrique. Il y a une vingtaine d'années, on a enlevé du programme du baccalauréat l'électrostatique. Par conséquent, on a enlevé toute une suite de problèmes que l'on pouvait faire sur un condensateur. Qu'est-ce qu'un physicien, un esprit scientifique, qui ne sait pas ce que c'est qu'un condensateur ? Je sais bien que, par le détou[r]<sup>12</sup> de la sans-fil, on peut

<sup>11</sup> Pierre Auger, *Les Rayons cosmiques*, Paris, PUF, 1941, réédité sous le titre, *Les rayons cosmiques. Les mésons*, Paris, Albin Michel, 1948. Pierre Auger (né le 14 mai 1899 à Paris 5<sup>e</sup> et mort le 24 décembre 1993 à Paris 14<sup>e</sup>), normalien, a travaillé en physique atomique, en physique nucléaire et sur les rayons cosmiques.

En 1941, Pierre Auger est associé de recherche à l'université de Chicago, où il travaille sur les rayons cosmiques, puis, de 1942 à 1944 il est chef du service de physique des laboratoires anglo-canadiens de recherches de guerre sur l'énergie atomique à Montréal. Alfred Kastler est alors chargé de sa suppléance pour le service de la maîtrise de conférences de physique de l'École normale supérieure. À la Libération, il est nommé directeur de l'Enseignement supérieur de 1945 à 1948, ce qui lui permet d'introduire la première chaire de génétique à la Sorbonne, confiée à Boris Ephrussi. Il est ensuite nommé professeur titulaire de la nouvelle chaire de physique quantique et relativité à la faculté des sciences de l'université de Paris.

Entre 1969 et 1986, il anime une émission de vulgarisation scientifique exigeante le vendredi soir sur France Culture, intitulée *Les Grandes Avenues de la science moderne*.

Le plus grand détecteur de rayons cosmiques, l'observatoire Pierre-Auger inauguré en 2008 en Argentine, porte son nom.

<sup>12</sup> « détout » dans le tapuscrit.

espérer que les jeunes gens, les petits ouvriers, apprendront ce que c'est qu'un condensateur et une résistance. Mais depuis qu'on vend des appareils avec des boîtes, qu'on ne fait plus soi-même son appareil de T.S.F., je crois que tout cela va s'en aller et rester un mystère incompréhensible.

Par conséquent, nous avons une révolution pédagogique à faire. Nous avons la nécessité de mettre à la base de nos images les images actives, et les images actives, ce sont les images électriques. Nous n'en avons pas de nombreuses et elles sont, dans le sens commun, complètement fausses. Je sais qu'un philosophe s'émerveillerait qu'un ouvrier sache réparer une sonnerie sans y connaître quoi que ce soit. Il appelle le courant du « jus », et quand le circuit est fermé, le jus ne peut pas passer, et cela suffit pour comprendre. On n'a pas besoin de savoir ce que c'est que la loi d'Ohm. Or, les gens qui ne savent pas ce que c'est que la loi d'Ohm ne peuvent pas comprendre les rudiments de la physique contemporaine.

Je crois avoir sur ce point gagné la partie en vous montrant qu'une épistémologie actuelle doit être électrique, que les notions d'électricité, non seulement élémentaires, mais très développées, donc les notions en usage dans les appareils d'ionisation, dans les compteurs d'ions, doivent être mises dans tous les cerveaux qui veulent parler de la science et s'en servir.

Le quatrième point de vue que je voulais envisager devrait donner lieu ici à des batailles.

D'après ce que j'ai entendu dans tout ce printemps du méson que nous venons de vivre, j'ai été convaincu que, pour bien se battre sur le plan philosophique, il fallait en venir au point de vue scientifique, et je crois que ce que nous avons entendu est un magnifique débat entre les deux points de vue philosophiques les plus hostiles, ceux qui se révèlent incompréhensifs l'un de l'autre : je veux dire, d'une part, le réalisme, et le rationalisme, d'autre part. Par conséquent, je crois, d'une manière un peu paradoxale, qu'il faudrait attirer les philosophes qui sont, les uns réalistes et les autres rationalistes, dans le petit champ clos qui est un électron moderne, un champ électrique moderne. Vous avez tout ce qu'il faut pour échanger vos arguments.

J'ai été extrêmement frappé, en écoutant les belles conférences et les belles discussions échangées entre M de BROGLIE et M. LEPRINCE-RINGUET<sup>13</sup>, de constater que l'atmosphère n'était pas celle qui règne en général dans les congrès philo-

<sup>13</sup> Louis Leprince-Ringuet (né le 27 mars 1901 à Alès et mort le 23 décembre 2000 à Paris), polytechnicien (1922), est un physicien, ingénieur en télécommunications, historien des sciences et essayiste.

À partir de 1929, Louis Leprince-Ringuet travaille avec Maurice de Broglie au laboratoire de physique des rayons X. C'est grâce à ce dernier – qu'il qualifiera plus tard de « père spirituel » – qu'il commence à travailler sur ce qui deviendra sa spécialité, la physique nucléaire. Il crée son propre laboratoire de physique nucléaire.

Dans la quête du méson nucléaire, Leprince-Ringuet découvre une particule beaucoup plus massive en 1941. L'existence de cette particule est mise en doute, jusqu'à la confirmation de l'existence du méson  $K^+$  par George Rochester et Clifford Butler en 1947.

En 1953, il a inventé le terme « hyperon » pour désigner les particules plus lourdes qu'un nucléon.

Il anime sur la première chaîne de télévision un *Quart d'heure* de 1967 à 1969. Comme Pierre Auger, il eut un rôle important de vulgarisateur.

sophiques. J'ai été dans beaucoup de congrès philosophiques et je n'en ai jamais rien retiré. Il me semble au contraire que j'ai retiré quelque chose de ces séances d'études sur le méson.

Pourquoi est-ce que les philosophes gagneraient-ils à venir à nos discussions ? J'ai l'impression que lorsque deux philosophes parlent, l'un a toujours une espèce de valeur-or et l'autre une sorte de valeur fiduciaire. La valeur-or, c'est la réalité. Aucune crainte à avoir : « Je tiens à des réalités, je pars des expériences communes, je ne fais pas de théorie. J'ai touché cette table qui me dit que c'est une réalité, ou bien j'ai vu cela dans mon appareil... ». Voilà la valeur-or. Et puis la valeur fiduciaire, c'est le rationalisme, avec ses convergences, ses espèces de lois qui s'imbriquent les unes dans les autres.

Mais il y a trop de situations philosophiques où l'or ne vient jamais soutenir la valeur fiduciaire et où la valeur fiduciaire ne vient jamais se changer en or. Alors, on a des philosophes qui font évidemment de la métaphysique. Ils arrivent – ce qui est déjà un peu difficile – à être d'accord avec leurs disciples, et quant aux réalistes, il ne s'agit pas pour eux d'être d'accord ; ils ont une certaine force de conviction qu'il suffit de toucher la réalité pour que leurs idées aient du poids.

Or, dans les discussions que j'ai entendues, j'ai été frappé du fait qu'on n'échangeait pas des arguments, mais qu'on échangeait des renseignements. C'est un climat tout à fait nouveau. M. Louis de BROGLIE disait à M. Louis LEPRINCE-RINGUET : « Pensez-vous que dans de telles conditions vous pouvez être sûr que le méson se manifeste ? ». Et M. LEPRINCE-RINGUET répondait : « Oui, pour cela, on en est sûr ». Et cette sureté n'était pas une sureté pleine de jactance. M. LEPRINCE-RINGUET en était vraiment sûr parce que, a-t-il dit : « On a une photographie, elle est bonne. Sur le cliché, on a vu ce qui s'est passé ». Évidemment, nous, nous n'avons pas vu grand-chose, mais la chose importante, c'est que M. Louis de BROGLIE n'a pas dit : « Oh ! mais vous n'allez pas vous appuyer là-dessus ? ». Mais si, les théoriciens vont s'appuyer sur cette expérience unique, extraordinaire.

Vous voyez par conséquent qu'il n'y a pas échange de polémiques, qu'il n'y a pas d'injures comme dans les congrès, entre les réalistes et les théoriciens. Puisqu'ils ont un cliché, il faut bien faire des livres sur ce cliché ! Quand vous voyez un débat aussi simple et aussi harmonieux, vous devez bien comprendre qu'il faut que nous mettions une barre sur ces livres scolaires et que nous disions que notre théorie de l'expérience physique est complètement à refaire. Pensez à ce qu'on dit dans les livres depuis 50 ans sur la théorie de l'hypothèse ! Le savant fait une petite hypothèse ; puis il la vérifie. Interrogez les gens au baccalauréat, à la licence, à l'agrégation de philosophie. Ils vous diront : « Qu'est-ce qu'on ferait si on n'avait pas d'hypothèses ! ». Sans hypothèses, le savant, le théoricien est aveugle. Ensuite, cette hypothèse, c'est une hypothèse de travail. Si elle ne réussit pas, il paraît qu'on la laisse de côté ! Est-ce que ce n'est pas dire le plus grand mal contre l'héroïsme de la science ? Laisser une hypothèse de côté parce que l'expérience ne réussit pas, quelle sottise !

Il publie en 1945, *Les rayons cosmiques : les mésons* (Préf. de Maurice de Broglie, nouvelle édition en 1949, dans la même collection avec le titre, *Les rayons cosmiques : les mésons*), Paris, Albin Michel, coll. « Sciences d'aujourd'hui », 1945, 373 pages.

Précisément, M. LEPRINCE-RINGUET disait : « Avant de faire une expérience, ce n'est pas une hypothèse qu'on fait, c'est un appareil ». On ne fait pas cela en donnant par téléphone un ordre à son mécanicien ; on vient au laboratoire, on fait soi-même l'appareil, on le rectifie, et quand il est fini (je crois bien interpréter l'histoire du problème) il ne marche pas. Pourquoi ? Parce qu'il a des fuites. Il faudra trouver, comme ils disent, des « micro-fuites ». Alors les physiciens disent : « C'est qu'il doit y avoir un trou dans votre cylindre ». Mais ce n'est pas cela. On va alors se demander si l'huile de graissage est bonne, si elle ne s'évapore pas. Enfin, on cherche la « micro-fuite ». On la cherche pendant deux, trois quatre, six mois. On refait l'appareil, on le remet en action et un jour l'appareil rend.

Ne vous étonnez pas de cette belle confiance de M. LEPRINCE-RINGUET qui disait : « Mais bien entendu, quand on s'est donné tant de mal pour faire un appareil, on n'en change plus ; on le conserve sinon toute une vie, du moins fort longtemps » ! On cherche ce que cet appareil va donner. C'est un appareil de travail. Ce n'est pas une hypothèse de travail.

Par conséquent, toute notre théorie expérimentale est à faire, et elle nous donne la synthèse de l'esprit réaliste et de l'esprit rationaliste, car si vraiment la réalisation synthétique des expériences est une réalité, si vous faites des appareils sur des idées un peu lointaines comme les Hamiltoniens, cela ne marchera pas. C'est trop loin. Il faut un peu « entrer dans la boutique ».

D'un autre côté, vous comprenez bien que la réalité qui va se manifester, ce sera une réalité imprégnée de rationalisme. Cela va être une réalité qui vient à une théorie. Je sais bien qu'il y a des rayons cosmiques. Ils ont l'air d'avoir traversé le monde, et la place, et la rue. Mais vous vous doutez bien que si l'appareillage n'avait pas été tout à fait étudié, et d'accord avec des théories et des connaissances historiques et des connaissances réalistes, on ne pourrait pas arriver à cette fécondité d'un appareillage.

Par conséquent, je crois que nous sommes à une époque où réalistes et rationalistes devraient échanger leurs idées et essayer de trouver un terrain d'entente.

Je crois qu'on pourrait aller plus loin et peut-être qu'on pourrait évoquer les problèmes où la réalité ne se soumettrait pas à nos notions puérides, enfantines, de l'objectivité. Je crois que le principe d'objectivité et de subjectivité, que MARIANI s'efforce de défendre et défend avec beaucoup de talent... Là, nous ne pouvons pas toucher la réalité d'une manière extérieure, et d'un autre côté si nous n'entrons pas dans des expériences où sujet et objet réagissent l'un sur l'autre, nous ne toucherons pas ce point philosophique métaphysique extraordinaire qui est la synthèse du sujet et de l'objet.

Par conséquent, je me lance ici dans une métaphysique éperdue et je vous montrerai que c'est maintenant l'occasion de faire la réunion des idées philosophiques les plus diverses, mais sur un terrain précis ; j'essayerai de vous montrer que la vie commune ne vous donne pas la possibilité de la synthèse et il est sûr que les objets de la physique antécédente de NEWTON étaient des objets qui étaient bien indifférents à notre système objectif et nous pouvions développer une philosophie rationaliste qui fût indépendante de la connaissance de l'objet.

Mais nous arrivons à une période de synthèse où il y a une espèce de nécessité d'échanger, dans le style d'une énergie d'échange, les valeurs du réalisme et celles du rationalisme.

Il y a encore des choses bien curieuses à dire. On pourrait préciser ce problème. On pourrait montrer par exemple que le réaliste, c'est quelqu'un qui se fatigue vite, quelqu'un qui dépose dans l'intérieur de l'objet ce qu'il ne connaît pas. Quand on a essayé d'étudier l'ionisation, il se manifestait des ionisations résiduelles. On a cherché évidemment toutes les raisons pour lesquelles un gaz, qui semblait bien éloigné de toute cause d'ionisation se ionisait quand même. Et le réaliste disait : « Il y a une ionisation résiduelle. Elle reste dans la molécule. La molécule a une ionisation spontanée. Par conséquent, cela vient d'elle ». Il y avait par conséquent une volonté de cacher le mystère dans le réel. Il semblait par conséquent que tout réaliste soit un intimiste. Or, chose extrêmement curieuse, on voit que toutes les propriétés qui ont été données à l'intérieur du réel, dans des conceptions plus évoluées, sortent du réel. Si vous me permettez un barbarisme, je dirai que la physique théoricienne, la physique rationaliste est « extérioriste », et que le réaliste est « intimiste ». C'est pourquoi il était hostile. Les uns cherchaient des principes d'explication à l'intérieur des choses et les autres dans le géométrisme de l'expérience. Or, le débat actuel montre précisément qu'il y a compénétration et qu'on va à une sorte de primauté des positions extérioristes. On peut absolument ne pas donner les propriétés fondamentales à la nature elle-même de l'objet. On [les]<sup>14</sup> donne en conformité avec l'expérience.

Un mot enfin du cinquième point de vue qui peut vous étonner, car je l'ajoute à des points de vue bien différents : le point de vue psychologique.

Je vois que la psychologie est quelque chose que nous n'avons pas assez estimé à sa juste valeur. Je disais tout à l'heure que tout physicien, tout professeur devait davantage s'occuper de frayer une voie pour que les jeunes travailleurs aillent rapidement aux problèmes qui les intéressent. Mais je crois qu'il nous faut plus que cela. Il nous faut complètement modifier notre esprit. Nous avons un esprit qui est appuyé sur des résultats utilitaires qui ont fait leurs preuves. Mais cet esprit ne peut nous servir que dans la vie quotidienne. Or, la physique, ce n'est pas une chose de vie quotidienne, c'est un élément de vie nouvelle, de pensée nouvelle. Je crois qu'il faut l'aborder avec une véritable révolution psychologique.

C'est pourquoi, ayant à faire un livre que j'ai appelé « La formation de l'esprit scientifique » – très mauvais titre, je le reconnais –, j'ai essayé de montrer qu'il était nécessaire de faire une véritable psychanalyse de la connaissance objective. Nous avons des obstacles dans tous les domaines de notre vie spirituelle, qui nous empêchent de comprendre et la vérité mathématique et la vérité objective, et la vérité physique.

Ensuite, ce qui nous manque, c'est une idée psychologique de la vie contemporaine. Entre nous, lorsque nous savons ce que sont les peines des savants, des mathématiciens, nous avons une admiration toute prête. Mais laissez-moi m'égaliser

<sup>14</sup> « la » dans le tapuscrit.

à tous ces grands maîtres. Je crois que nous sommes méconnus de la vie sociale qui nous entoure. Il n'y a pas de cité savante et nous vivons précisément comme des isolés, j'oserai presque dire comme des pestiférés, au laboratoire et devant notre tableau noir. On fait de nous des gens qui n'ont aucune vie sentimentale. On dit : « Les mathématiques dessèchent ; la physique rend terre à terre ». Je sais que vous êtes au-dessus de tels jugements, mais ces jugements empêchent d'avoir cette atmosphère psychologique dont nous avons besoin, ces jugements empêchent d'avoir les élèves dont vous avez besoin, et cela va très loin. Il est sûr que l'enseignement scientifique n'est pas à sa place, qu'on lui a dénié sa place, qu'on lui a enlevé une place qu'il avait conquise. Or, nous ne gagnerons ces sommets qu'en modifiant notre psychologie, notre psychologie intime, car, avec évidemment un nouvel idéal, un idéal de passion pour la pensée, nous aurons des élèves, nous aurons une cité scientifique qui vaudra la peine qu'on vive parmi elle.

(Applaudissements).



# Gérard Chazal

## Bachelard et la relativit 

*Les Cahiers Gaston Bachelard*, n 12, Universit  de Bourgogne, 2012, « Science, imaginaire, représentation : le bachelardisme aujourd'hui », pp. 37-48.

Aborder la question de la position de Bachelard, philosophe de la physique, face à la relativit  einsteinienne, pose au commentateur d'aujourd'hui deux problèmes. Tout d'abord il existe déjà un corpus important de commentaires philosophiques sur cette question de l'analyse bachelardienne de la relativit  et l'on peut se demander dans quelle mesure il est de quelque intérêt d'ajouter un commentaire à ceux qui existent déjà. On pourrait alors se limiter à en faire la recension et à relever les divergences qui peuvent apparaître. Cependant je crains que l'on entre alors dans une sorte de scolastique sans fin, dans les deux sens du terme, c'est-à dire sans terme et sans finalit . Le second problème est celui d'un certain silence de Bachelard sur la relativit  qui a consacré beaucoup plus sa réflexion à la mécanique quantique. En effet, si dès les débuts de sa carrière Bachelard consacre un ouvrage à la relativit , *La Valeur inductive de la relativit * (1929)<sup>1</sup>, s'il y revient encore dans *Le Nouvel esprit scientifique* (1934), on ne trouve plus dans les ouvrages épistémologiques de la maturit , du *Rationalisme appliqué* (1949), au *Matérialisme rationnel* (1953) que quelques allusions à la relativit .

La naissance de la relativit  restreinte en 1905 puis générale en 1915 n'est pas passée inaperçue auprès des philosophes. Pour s'en tenir à l'aire francophone et aux principaux acteurs, Bergson, Brunschvicg et Meyerson sont intervenus sur la manière dont on pouvait interpréter ce bouleversement dans les conceptions physiques du monde. Dès 1922 Bergson publie *Durée et simultanéité* et Brunschvicg *L'Expérience humaine et la causalité physique*. *La Déduction relativiste* de Meyerson paraîtra en 1925. L'ouvrage de Bachelard *La Valeur inductive de la relativit *, vient donc en 1929 alors que le débat philosophique est bien engagé. Les physiciens enthousiastes ou réservés interviendront de leur côté bien au-delà de la simple physique et des mathématiques en jeu : Paul Langevin, Emile Borel, Jean Becquerel en 1922. On sait qu'Einstein lui-même y participera se rangeant plutôt sur les positions de Meyerson que sur celle de Brunschvicg qu'il condamnera.

J'ai dit que je ne voulais pas reprendre à nouveaux frais les commentaires qu'a suscités la prise en compte par Bachelard de la Relativit . Cependant on me

<sup>1</sup> Réédité chez Vrin en 2014 avec une préface inédite de Daniel Parochia.

permettra, sans entrer dans les détails et sans revenir nécessairement sur tous les éléments du débat de rappeler rapidement quelques points qui ont été soulignés par les uns et les autres. J'essaierai ensuite de dégager de cet examen ce qui me paraît une ligne de force et en même temps une ligne forte de l'épistémologie bachelardienne. Je n'aborderai donc que la question du réalisme et celle de la rupture épistémologique que Bachelard voit dans la Relativité contre des conceptions plus continuistes

## La question du réalisme

Pour Einstein, comme pour beaucoup de physiciens il existe un monde indépendant de la conscience que nous pouvons en avoir et qui est le référent de toute théorie scientifique. Les lois de la physique ne font que rendre compte de manière plus ou moins adéquate de la structure de l'univers matériel qui nous entoure. Cet univers n'est ni chaotique ni informe mais organisé par des lois sous-jacentes que le scientifique s'efforce de mettre au jour et de formuler, en particulier à l'aide des mathématiques. C'est là, très schématiquement présentée, la position que défend Meyerson en lutte contre les positions positivistes qui refusent de trancher sur la réalité ontologique du monde et veulent limiter l'entreprise scientifique à la formulation de lois qui sont une mise en forme logique et rigoureuse de nos perceptions, selon Mach par exemple. L'ordre est dans la substance et si l'image abstraite qu'en donne les structures mathématiques est adéquate alors le mouvement de la pensée scientifique est une déduction formelle qui se déroule dans le cadre de la physique axiomatisée. D'où le titre de l'ouvrage de Meyerson : *La Déduction relativiste*, écrit pour défendre contre le positivisme la position réaliste. Ce qui explique le compte rendu élogieux que fit Einstein de cet ouvrage. Cependant, cette conception réaliste défendue par Meyerson qui fait coïncider la déduction mathématique avec la déduction à l'intérieur de la théorie physique relève d'un réalisme quasi platonicien et il implique – nous allons y revenir – une conception continuiste du développement de la science.

Manifestement si *La Valeur inductive de la relativité* a été écrit contre Meyerson – ce sur quoi s'accordent la plupart des commentateurs – l'induction dont il est question dans l'ouvrage de Bachelard et qui peut apparaître comme le symétrique logique de la déduction meyersonienne, n'est pas celle des empiristes, elle n'est pas celle des positivistes logiques qui en ont fait une généralisation qui tombera, en se plaçant d'ailleurs d'un point de vue strictement logique, sous les coups de Popper. L'induction dont il s'agit alors chez Bachelard est bien plutôt celle qui est liée à la puissance du calcul tensoriel au cœur de la relativité générale. Il s'agit bien chez Bachelard d'une généralisation non pas à partir de données empiriques mais de ce que Daniel Parrochia a appelé une « généralisation algébrique »<sup>2</sup>. Il s'agit de la puissance créatrice des mathématiques. Est-ce à dire que Bachelard adhère à l'idéa-

<sup>2</sup> Cf. D. Parrochia, « La lecture bachelardienne de la relativité (Bachelard et Meyerson) » in J.-J. Wunenburger (ed.) *Bachelard et l'épistémologie française*, P.U.F., Paris, 2003, p. 153-182.

lisme critique de Brunschvicg ? On peut déjà remarquer que Brunschvicg avait manifesté quelques réserves sur les positions de son élève dans le compte rendu qu'il avait fait de *La connaissance approchée*, essayant de tirer la pensée bachelardienne du réalisme vers l'idéalisme. Il est d'ailleurs remarquable que ce compte-rendu de Brunschvicg se trouve dans un numéro de la *Revue philosophique de la France et de l'Etranger* dans lequel deux articles abordent la question de la relativité et de son rapport au réalisme et à l'idéalisme, l'un de P. Dupont, l'autre d'A. Metz.

Alors, *La Valeur inductive de la relativité* n'est-elle qu'une forme d'allégeance à l'idéalisme critique de Brunschvicg ? C'est un peu la thèse que défend par exemple Frédéric Fruteau de Laclos dans un article paru en 2005 dans le bulletin de l'*Association des amis de Gaston Bachelard* ; ce qui, compte tenu de certaines remarques de Bachelard prises dans *La Valeur inductive de la relativité*, dans le *Nouvel esprit scientifique* ou ici ou là dans l'ensemble de l'œuvre épistémologique, l'oblige à parler des « ambiguïtés du jeune Bachelard » lorsqu'il confronte le supposé « réalisme de *La Connaissance approchée* au supposé idéalisme de *La Valeur inductive* ». Certes, le réalisme de Meyerson et peut-être celui d'Einstein apparaissent à Bachelard comme des formes de ce qu'il appellera le réalisme naïf, réalisme des substances qui se heurte presque nécessairement à l'obstacle substantialiste qu'il attribue à l'esprit préscientifique dans *La Formation de l'esprit scientifique*. Mais, par ailleurs, Bachelard ne manquera pas à plusieurs reprises de noter l'impuissance de l'idéalisme. D'une certaine manière à vouloir faire entrer l'épistémologie bachelardienne dans les grandes catégories de la métaphysique on risque de se condamner à laisser échapper la dimension essentielle de cette épistémologie. Car, le réalisme de *La Connaissance approchée*, l'inductivisme de *La Valeur inductive de la Relativité*, comme plus tard le rationalisme du *Rationalisme appliqué* ou le matérialisme du *Matérialisme rationnel* sont essentiellement des concepts épistémologiques opératoires qui interviendront dans la définition des profils épistémologiques plutôt que dans la construction d'une métaphysique dogmatique. Bachelard précisait cela en écrivant dans *La Valeur inductive de la relativité* qu'« il s'agit, bien entendu, non pas d'une métaphysique ontologique, mais bien plutôt d'une métaphysique de la méthode, d'un criticisme mathématique »<sup>3</sup>. A ne pas saisir cela on risque de présenter une évolution de la pensée de Bachelard qui fait apparaître soit des ambiguïtés de jeunesse, soit une sorte de balancement perpétuel entre idéalisme et matérialisme comme dans la lecture faite par Dominique Lecourt dans *Gaston Bachelard, le jour et la nuit*. Autrement dit, si l'influence de Brunschvicg est indéniable dans l'ouvrage de Bachelard de 1929, il n'y demeure pas moins une forme de réalisme qui n'est pas celui de Meyerson, qui n'est pas celui des substances, mais, comme l'a montré Daniel Parrochia, un réalisme de la relation porté par la puissance synthétique des mathématiques et, en particulier, du calcul tensoriel. Dit autrement encore, Bachelard substitue au réalisme de l'absolu le réalisme de l'invariant que met en lumière l'appareil mathématique (Klein avait d'ailleurs proposé le terme de théorie des invariants plutôt que de la relativité, terme qu'emploiera souvent Einstein dans sa correspondance). Cependant le réalisme corrigé que peut

<sup>3</sup> Bachelard, G., *La Valeur inductive de la relativité*, Vrin, Paris, 1929, p. 189

induire la relativité ne consiste pas à trop mettre l'accent sur la relation au dépend de l'invariant, comme le fait remarquer Marie-Antoinette Tonnelat. L'abandon de l'absolu de l'espace et du temps ne revient pas à rejeter la réalité de l'objet mais bien au contraire à constituer l'objet dans une objectivité supérieure. C'est en s'appuyant sur Bachelard que Marie-Antoinette Tonnelat, à l'orée de son ouvrage qu'est *L'Histoire du principe de relativité*, peut écrire : « Le rejet des absolus n'est pas un but mais un moyen. Elle [la relativité] permet l'édification d'une physique relativiste invariante. Ainsi la réforme de Copernic a autorisé indirectement la relativité galiléenne et l'essor de la Mécanique classique. Comme la physique de Galilée, mais à un niveau plus élaboré, la théorie d'Einstein constitue une entreprise profondément réaliste qui permet, au-delà des apparences mais au moyen de l'expérience, de redéfinir de nouvelles structures qui constituent l'objet »<sup>4</sup>. Cette citation de M.A. Tonnelat fait écho à ce que dit Bachelard du réel dans *La Valeur inductive de la relativité* : « Non seulement nous ne pouvons le poser qu'en termes d'épistémologie, mais encore nous ne pouvons le poser qu'en termes de mouvement épistémologique ; autrement dit, nous ne répondons pas à la question "où est le réel" mais seulement à la question : "dans quelle direction et par quelle organisation de pensée peut-on avoir la sécurité que l'on approche du réel ?" »<sup>5</sup>.

En fait, Bachelard prend acte d'un caractère très particulier de la théorie de la relativité qui, si son élaboration chez Einstein correspond bien à une intuition essentiellement physique, apparaît surtout comme une construction mathématique. C'est ce que remarque, d'un autre point de vue, un physicien comme Max Born lorsqu'il écrit lors du Congrès de Berne en 1955 : « Les fondations de la relativité générale m'apparaissaient alors, et encore aujourd'hui, comme le plus grand exploit de la pensée humaine quant à la Nature, la plus stupéfiante association de pénétration philosophique, d'intuition physique et d'habileté mathématique. Mais ses liens à l'expérience étaient ténus. Cela me séduisait comme une grande œuvre d'art que l'on doit apprécier et admirer à distance ». Et il est vrai qu'en 1929 les liens de la relativité générale à l'expérience, à l'observation, à l'empirie en général sont assez faibles. Certes elle permettait d'expliquer l'anomalie du périhélie de Mercure et les observations d'Eddington qui avait permis de confirmer la déviation d'un rayon lumineux par une masse, mais on en n'était encore qu'au balbutiement de la cosmologie moderne et fort loin des applications techniques actuelles de la relativité restreinte par le GPS. C'est ainsi que Jean Eisenstaedt remarque qu'entre les années vingt et les années soixante : « Une interprétation très conventionnelle, encore quasiment newtonienne fleurissait ainsi que des tentatives de théories concurrentes à la relativité générale, quasiment euclidiennes de la gravitation »<sup>6</sup>. Dans un sens, en s'opposant à cette interprétation très conventionnelle, quasiment newtonienne, Bachelard avait vu dès 1929 la dimension extrêmement novatrice de la relativité, avant même que le monde des physiciens eux-mêmes en

<sup>4</sup> Tonnelat, M.-A., *Histoire du principe de relativité*, Flammarion, Paris, 1971, p. 9.

<sup>5</sup> Bachelard, G., *La Valeur inductive de la relativité*, Vrin, Paris, 1929, p. 203.

<sup>6</sup> Conférence de Jean Eisenstaedt, lauréat du prix Jean Rostand 2002 ; disponible sur <[http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/8336/MURS\\_2003\\_41\\_69.pdf](http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/8336/MURS_2003_41_69.pdf)>

prennent complètement conscience. Bien sûr certains physiciens avaient parfaitement compris la puissance de la théorie einsteinienne, comme Paul Langevin qui en fut le défenseur en France. Mais il fallut tous les développements de la cosmologie pour qu'apparaisse clairement sa « valeur inductive ».

## Rupture ou continuité

Notre dernière citation de Bachelard, où il substitue à l'épistémologie le mouvement épistémologique, sous-entend la dimension historique du développement scientifique. On sait quelle vision de l'histoire des sciences a développée Bachelard, celle de la rupture épistémologique, notion que reprendront aussi bien Foucault qu'Althusser. Il reproche à Meyerson de voir la relativité einsteinienne comme un prolongement de la relativité galiléenne et il est vrai que pour Meyerson la relativité d'Einstein se déduit de celle de Galilée par amplification et généralisation. A l'inverse, Bachelard voit dans la relativité une rupture radicale par rapport à la mécanique newtonienne. Dans *Le Nouvel esprit scientifique* elle est d'ailleurs présentée comme une mécanique non-newtonienne. Ce n'est qu'après coup, par un regard rétrospectif que « L'astronomie de Newton est donc finalement un cas particulier de la Panastronomie d'Einstein, comme la géométrie d'Euclide est un cas particulier de Pangéométrie de Lobatchewsky ». Mais la relativité n'est pas contenue même implicitement, même sous forme latente, dans la mécanique newtonienne, elle ne s'en déduit pas ni en termes logiques, ni en termes physiques. Le commentaire philosophique a beaucoup insisté là-dessus sans peut-être toujours se demander en quoi consistait cette rupture épistémologique. Or *Le Nouvel esprit scientifique* en précise les modalités. Je voudrais rappeler brièvement ce qu'en dit Bachelard pour confronter sa vision discontinuiste à d'autres histoires du principe de relativité. Non pas tellement à celle que soutient Meyerson qui écrit encore trop près des publications d'Einstein, en particulier celles de 1915, mais à celle, par exemple de Marie-Antoinette Tonnelat qui a publié en 1970 une imposante histoire du principe de relativité.

En une phrase Bachelard résume ces modalités de la rupture dans *Le Nouvel esprit scientifique* (p. 47) : « Elle [la relativité] est née d'une réflexion sur les concepts initiaux, d'une mise en doute des idées évidentes, d'un dédoublement fonctionnel des idées simples ». Nous sommes finalement assez loin dans ce texte de Bachelard du changement de paradigme chez Kuhn. Même si dans les deux cas il y a bien un changement radical, alors que chez Kuhn ce qui provoque le changement de paradigme c'est l'incapacité de l'ancienne théorie à répondre aux questions posées aussi bien par l'observation, l'expérience que par certaines de ses conséquences logiques, chez Bachelard on ne retrouve pas à l'origine de la rupture la même stérilité ou incapacité de l'ancien. Certes, il y a bien à l'origine de la relativité l'échec de l'expérience de Michelson et Morley, il y a bien la difficulté théorique de la compatibilité de la mécanique et de l'électromagnétisme qui ont conduit aux équations de Lorenz et Poincaré. Cependant si, d'un certain point de vue, la théorie einsteinienne est bien dans la continuité des travaux de Lorenz et Poincaré, c'est que

la rupture épistémologique dont il est question chez Bachelard n'est pas là. Dans le fond, si on en était resté à la position de Duhem de « sauver les phénomènes », le cadre newtonien pouvait encore durer et – ce que montre l'histoire de la relativité des années vingt aux années soixante –, c'est comme le dit Jean Einsteinstaedt que ce cadre a perduré au-delà des textes fondateurs et des commentaires et travaux de Langevin et de bien d'autres.

Pour Bachelard la rupture tient bien plus qu'à des difficultés que l'on aurait pu encore colmater dans le cadre de la mécanique classique à une remise en question et en doute de ce qui paraissait évident jusque-là, de concepts qui demeuraient non interrogés, et principalement celui de simultanéité. Car cette notion telle qu'elle fonctionne en mécanique newtonienne ou encore de manière plus opératoire en mécanique technique, comme chez Franz Reuleaux par exemple<sup>7</sup>, en lien avec d'autres notions comme celle de point mort dans un mouvement ou de clôture cinématique, est celle de la connaissance immédiate, tout juste formalisée. La simultanéité de deux événements relevait d'une sorte d'intuition immédiate, une connaissance première. Or ce que la relativité entreprend c'est bien d'interroger cette notion : comment la prouvez-vous ? comment la connaissez-vous ? Ce questionnement brise l'évidence, introduit une sorte d'étrangeté qui nous oblige à repenser à nouveau frais non seulement la théorie dans laquelle le concept s'insérerait mais l'expérience elle-même. L'analyse que ce questionnement suppose fait apparaître le lien de la simultanéité avec l'espace et le temps et brise leur absoluité. « Nous apercevons alors que la notion de temps absolu, ou plus exactement la notion de la mesure unique du temps, c'est-à-dire d'une simultanéité indépendante du système de référence, ne doit son apparence de simplicité et d'immédiate réalité qu'à un défaut d'analyse ». (NES p. 48) Ainsi la rupture épistémologique prend sa source dans la mise en doute des concepts initiaux et des idées évidentes pour reprendre les termes mêmes de Bachelard. Mais, cette remise en question n'est pas le fait d'un scepticisme systématique, elle s'appuie sur la mathématisation de la physique et justement sur la valeur inductive de cette mathématisation. Ce point là sera repris à de nombreuses reprises par Bachelard depuis l'analyse de la loi d'Ohm dans *La Formation de l'esprit scientifique* jusqu'à ses études sur la mécanique quantique. « On retrouve le même principe critique à la base des méthodes plus récentes de Heisenberg. À propos des concepts les plus simples comme ceux qui président à la localisation d'un objet dans l'espace. » (NES p. 48)

La seconde caractéristique de la rupture épistémologique mise en avant par Bachelard dans la partie du *Nouvel esprit scientifique* consacrée à la mécanique non-newtonienne est ce qu'il appelle le dédoublement fonctionnel des idées simples. Ce dédoublement est pour Bachelard un « doublement expérimental des notions rationnelles », cela suppose que les concepts ont une dimension fonctionnelle qui prend sa valeur opératoire dans l'expérience. « Le Relativiste nous contraint à incorporer notre expérience dans notre conceptualisation. Il nous rappelle que notre conceptualisation est une expérience. Le monde est moins alors

<sup>7</sup> Cf. Reuleaux, F., *Cinématique, principes fondamentaux d'une théorie générale des machines*, F. Savy, Paris, 1877, pour la traduction française.



notre représentation que notre vérification ». (NES p. 48). De fait, dans ce mouvement de la démarche scientifique les notions simples deviennent des notions composées si ce n'est des notions complexes. Ainsi les notions d'espace, de position, de simultanéité deviennent bidimensionnelles, à la fois géométriques et physiques. « La physique devient une science géométrique et la géométrie une science physique » (NES p. 49), ne serait-ce que parce que la gravitation se décrit dorénavant en termes de courbure de l'espace-temps. Il en ira de même d'une notion aussi simple et intuitive que celle de masse. Avec la relativité la masse d'un objet est liée à sa vitesse, d'où d'une part la division entre ce que Bachelard appelle la masse maupertuisienne et la masse newtonienne et d'autre part la loi d'équivalence de la masse et de l'énergie dans laquelle intervient la vitesse de la lumière,  $m = e/c^2$ . Encore une fois Bachelard ne manquera pas de faire remarquer que l'on peut déduire par simplification la masse newtonienne des masses relativistes mais que l'inverse n'est pas possible, c'est-à-dire que l'on peut remonter de la mécanique relativiste à la mécanique newtonienne qui en devient une approximation sans que l'on puisse pour autant faire l'opération inverse, faire découler la mécanique relativiste de la mécanique newtonienne. Et c'est bien ce mouvement asymétrique à la fois théorique, déductif et chronologique qui constitue la rupture.

Dès lors, les scientifiques et philosophes qui ont à travers l'histoire du principe de relativité décrit une continuité de Galilée à Einstein en passant par Leibniz et Kant sont-ils des antibachelardiens ? Des continuistes qui s'opposeraient à la vision discontinuiste de l'histoire des sciences qu'a développée Bachelard ? Est-ce le cas de Meyerson, de Langevin ou plus près de nous de Marie-Antoinette Tonnelat que j'ai déjà citée et qui se réfère assez constamment à Bachelard ? Son étude commence avec l'Antiquité et s'étend jusqu'aux prémices de la relativité au 19<sup>ème</sup> siècle en lien avec l'électromagnétisme. Cependant elle rappelle la citation célèbre de Bachelard selon laquelle la relativité restreinte se pose en s'opposant, sous-entendue à la mécanique newtonienne. Et pareillement on pourrait dire que la relativité générale se pose en s'opposant à la gravitation newtonienne. Le nouveau ne se détermine comme tel que sur le fond de l'ancien et l'erreur rectifiée suppose d'abord l'erreur. L'entreprise de Marie-Antoinette Tonnelat ne peut se concevoir comme anti-bachelardienne que si l'on oublie le caractère dialectique de la démarche scientifique, dialectique qui n'est certes pas hégélienne, dialectique où la synthèse est toujours repoussée à plus tard mais dialectique qui permet, tout autant que la puissance inductive des mathématiques, de construire toujours à nouveau frais l'objectivité scientifique.

La relativité est une rupture non pas parce que la théorie newtonienne se serait heurtée à d'insurmontables difficultés pour rendre compte des phénomènes, pas plus que la révolution copernicienne n'est liée qu'aux difficultés du système de Ptolémée ; les hypothèses *ad hoc* pouvaient tout aussi bien fonctionner encore longtemps pour sauver les phénomènes. Mais c'est parce que la philosophie propre de la démarche scientifique est une philosophie du non et que le progrès de la science n'est pas simplement cumulatif mais résulte d'un usage de la négation. En effet, et Bachelard le dit à plusieurs reprises, toute théorie physique tend à se clore sur elle-même en un système qui, par sa clôture, ne peut plus laisser de place



non seulement à de nouvelles données empiriques mais aussi à de nouvelles hypothèses. Il ne peut plus être aménagé et doit être d'une certaine manière disloqué pour laisser la place à une nouvelle construction qui change bien souvent le sens des concepts et leurs articulations.

Or, c'est bien cela que montre l'histoire du principe de relativité de M.-A. Tonnelat à travers Copernic, Kepler, Galilée et Newton : la manière dont à chaque fois les systèmes ont dû se reconstruire permet de comprendre ce qui se passe dans le passage de Newton à Einstein, comment les tentatives d'aménagement qu'il s'agisse de ceux de Tycho Brahé ou de ceux de Lorenz débouchent sur des impasses et qu'elles ne peuvent être dépassées que par un renversement de la manière de pensée. Certes la relativité de Galilée n'est pas celle d'Einstein et l'une comme l'autre ont été des ruptures au sens de Bachelard mais, ce qui apparaît dans cette histoire au long cours, c'est que le « principe de relativité », et non la relativité en tant que telle, a été l'instrument de ces renversements. D'une certaine façon, la philosophie du non de Bachelard prend la forme, dans cette histoire, du principe de relativité. C'est bien pourquoi l'ouvrage de M.-A. Tonnelat n'est pas une histoire de la relativité mais une histoire du principe de relativité.

Archives, Archives, Archivi

## Conclusion

Pour terminer je voudrais citer un philosophe anglo-saxon de la tradition analytique, que l'on pense parfois bien loin de Bachelard. D. Dennett dans un ouvrage fait remarquer que

Les philosophes sont souvent accusés de faire de la psychologie ou des neurosciences ou de la physique dans un fauteuil et il y a beaucoup de récits embarrassants au sujet de philosophes dont les déclarations péremptoires et *a priori* ont été par la suite réfutées au laboratoire. Une réponse raisonnable à ce péril consiste pour le philosophe à se retirer précautionneusement dans ces arènes conceptuelles où il y a peu ou pas de risque de jamais dire quelque chose qui puisse être réfuté ou confirmé par une découverte empirique. Une autre réponse raisonnable est d'étudier, dans son fauteuil, les meilleurs fruits du laboratoire, les meilleurs apports de théoriciens ancrés dans la réalité et de procéder alors avec sa philosophie propre en essayant d'éclairer les obstacles conceptuels<sup>8</sup>.

Il me paraît évident que Bachelard a choisi la deuxième solution raisonnable envisagée par Dennett. Or quelle œuvre plus que celle de Bachelard a visé à éclairer les obstacles conceptuels auxquels se heurte la pensée scientifique dans son exercice ? C'est probablement dans ce cadre qu'il faut comprendre la lecture philosophique que Bachelard a fait de la Relativité einsteinienne. On nous fera remarquer que malgré tout certaines interprétations de Bachelard se sont opposées à celles des scientifiques eux-mêmes et qu'il a donc pris les risques dont il est question dans la citation de Dennett. Alors je donnerai la suite de cette citation :

<sup>8</sup> Dennett, D., *Consciousness explained*, Penguin Books, 1991, p. 464.

Quand on en vient aux questions conceptuelles les scientifiques ne sont pas immunisés contre les confusions que l'on trouve dans le public. Après tout, les scientifiques passent aussi un peu de temps dans leur fauteuil, en essayant d'éclaircir la manière d'interpréter les expériences de chacun et ce qu'ils font en ces moments là se mêle imperceptiblement à ce que font les philosophes. Affaire risquée mais stimulante.

Or quoi de plus stimulant qu'une pensée philosophique qui vient s'interpénétrer avec les grandes découvertes de la pensée scientifique.

*Gérard Chazal*  
Université de Bourgogne, Dijon



# Jean-Toussaint Desanti

Gaston Bachelard ou « La surveillance intellectuelle de soi »  
*Revue Internationale de Philosophie*, 1984, Vol. 38, No. 150 (3), pp. 272-286

Nul savoir n'échappe entièrement à sa connexion au réel expérimenté. Si raffinées et abstraites que soient devenues les mathématiques dont les physiciens font aujourd'hui usage, le poids des phénomènes, livrés dans l'expérience instruite, ne s'abolit pas dans la Physique mathématique. Il subsiste dans un sol relativement rigide. Par exemple les opérateurs différentiels classiques (gradient, divergence, rotationnel) peuvent être définis indépendamment de toute référence à quelque phénomène physique que ce soit, et pour des champs (scalaires ou vectoriels, c'est selon) quelconques. Il reste qu'ils ont un contenu physique. Ils ne se réduisent pas à un simple artifice d'écriture permettant de formuler d'une manière plus compacte les équations de Maxwell, bien qu'ils remplissent également cette fonction, par surcroît.

Tenir ferme les deux bouts de la chaîne du connaître (l'expérience et la pureté analytique), tel fut, il me semble, le souci permanent de Gaston Bachelard. Il a brisé les dualités faciles (sujet, objet), dissipé les oppositions factices (réalisme, idéalisme), ruiné les ontologies paresseuses, dans lesquelles la pensée, pour instruite et éveillée qu'elle soit, croit trouver le lieu de son repos.

Pourtant les chemins du savoir comportent toujours leurs points d'arrêt. L'image, bien grossière, des fonctions « en escalier » peut nous aider à nous représenter la chose. « Grossière » veut dire que nous ne prenons pas ici la notion de « fonction en escalier » dans toute sa rigueur mathématique. Disons simplement que si nous caractérisons le cheminement d'un savoir par ses modes de variation, le chemin comporte des régions en nombre fini, sur lesquels les fonctions qui expriment ces variations restent relativement constantes. Ces systèmes de « valeurs constantes » peuvent offrir des structures très complexes : se présenter comme des architectures conceptuelles jugées acquises, avec les enchaînements d'énoncés et les ensembles de procédures qui en permettent la conservation et la reproduction. Ils peuvent consister aussi en données, aisément désignables et toujours disponibles (résultats de mesures, protocoles d'expériences, etc...). Ils peuvent enfin paraître s'imposer sous la forme d'évidences dont le contenu est jugé toujours énonçable sous la forme de « ceci est comme cela ». « Ce qui est comme cela le demeure » ; positions d'existence du champ d'objets auxquels le « savoir » est supposé avoir eu affaire et continuer d'avoir affaire. – Il me semble

que, tout le long de sa carrière, le propre de l'activité de Gaston Bachelard a été d'exercer, sur ces régions de constance, et autour d'elles, une surveillance minutieuse et attentive. « Surveiller » peut s'étendre en deux sens. 1) Veiller à maintenir les constances ; s'efforcer d'éliminer les éléments de trouble. Bref faire en sorte que les choses demeurent en leur état. Ce qui veut dire : chercher à définir pour ces régions les procédures (les formes de catégorisation et de systématisation) propres à renforcer leur apparente stabilité. 2) En un autre sens surveiller veut dire prêter attention aux variations, aux oscillations, souvent minimes dont la composition entraîne l'effet de stabilité mais la menace également ; aux rapports de voisinage aussi, aux relations mobiles qui s'instituent aux frontières du champ théorique considéré, aux turbulences qui en affectent la figure d'équilibre, d'une manière qui n'est pas immédiatement visible, pour qui aperçoit la théorie en survol, selon la seule architecture, supposée fixe, de ses concepts et de ses énoncés canoniques. C'est en ce second sens que G. Bachelard a pratiqué l'espèce de surveillance qui caractérise son épistémologie. Il ne s'est jamais institué gardien ou garant de quelque orthodoxie scientifique, dont sa tâche de philosophe eût été de dégager et d'enseigner les règles intangibles. Le principal reproche qu'il adresse aux « philosophes » est de ne retenir, le plus souvent, de la science, que le résultat mort et de l'intégrer à une philosophie engendrée « *proprio motu* ». Il lui importait au contraire de saisir la pensée scientifique au travail dans les champs (différenciés) où elle s'exerce et produit de la rationalité.

En nommant « surveillance » la manière de saisir au plus près cette sorte particulière de travail qu'est l'activité scientifique, nous nous autorisons de Bachelard lui-même. Il nous a parlé de cette surveillance. Aussi est-ce par là qu'il nous convient de commencer.

L'affaire se noue au chapitre IV du *Rationalisme appliqué* (« La surveillance intellectuelle de soi »), autour d'une courte phrase (p. 66) « *c'est tout le problème d'un orthopsychisme qui se pose pour fonder l'épistémologie* ». Tout se passe ici comme si le philosophe s'adressait autant à soi-même qu'à nous. À nous : « N'attendez pas de moi un discours sur l'idée de science, sur ses conditions de possibilité, tel qu'à la fin (en admettant qu'il s'achève) vous sauriez comment fonder l'épistémologie. C'est une autre invitation que je vous adresse, si du moins vos intérêts sont ceux de la connaissance. De naissance, notre psychisme est courbé, le nez au sol et tout encombré de ce qu'il y trouve. Apprenons ensemble à le redresser. Et voyons ensemble après cela ce qu'il en est des sciences ». À soi-même : « J'ai pratiqué des sciences. Je les ai enseignées. J'en ai appris, j'en apprend encore et j'en parle à la façon dont, selon ce que j'en sais, il convient d'en parler. Quelle est la nature de cette éducation que je me suis donnée et que j'entends transmettre aux autres ? Quel sorte de "sujet" suis-je devenu de ce fait ? Comment et par quels chemins un être humain peut-il advenir à sa propre histoire comme sujet capable de discerner les valeurs de la raison et de dire leurs secrets de fabrication : ceux des savoirs rationnellement organisés, rationnellement vivants, et rationnellement retenus ? ».

Tel n'est pas le discours que tient textuellement Bachelard dans ces pages. Pourtant, à les lire, on ne peut s'empêcher de l'entendre. D'entendre cette façon de se faire reconnaître comme sujet redressé.

Or qui redresse ici ? Quelque censeur ? Un maître sévère qui règnerait sur quelque école de redressement où l'on dresserait les coupables d'ignorance, de distraction ou d'aveuglement ? En aucune façon, Bachelard prend bien soin de distinguer censure et surveillance. L'« orthopsychisme » ne résultera pas d'une censure qui réprime (fût-ce en assénant des théorèmes), mais de l'activité toujours renouvelée d'une vigilance qui libère : la surveillance précisément.

Qui surveille ? Quelqu'un qui aurait un nom propre et parlerait seulement en ce nom ? « *Je* surveille vos mots ; vos énoncés ; vos mesures ; vos concepts. Surveillez-vous puisque *Je* vous surveille ». Ce discours ne serait pas d'un bon surveillant, mais d'un censeur déguisé qui s'arrogerait droit de surveillance, et exercerait à l'égard des productions rationnelles une fonction de gardiennage.

Qui donc surveille et pourquoi ?

Relisons en entier le paragraphe dont la phrase que nous avons citée est la conclusion (*R.A.*, pp. 65-66) « Le réel est une masse d'objections à la raison constituée. Et la pensée rationnelle est un système questionnant vis à vis d'une réalité endormie. Mais cette situation devant l'objet de connaissance se répercute en un constant dualisme qui dirige intimement le sujet connaissant. Il faut distinguer le psychisme contingent et le psychisme normatif. Et c'est tout le problème d'un orthopsychisme qui se pose pour fonder l'épistémologie ».

Quitte à paraître didactique (mais pourquoi reculer devant cette exigence ?), il nous paraît nécessaire de commenter ce texte au plus près. Il rassemble en effet tous les termes qui vont nous permettre de préciser notre question : « Qu'en est-il de la surveillance ? » Reprenons-le phrase à phrase. « Le réel est une masse d'objections à la raison constituée ». Cet énoncé peut-il passer pour une définition de ce que nous nommons « réel ? ». Nullement. Bachelard se garderait bien de donner une telle définition, qui fixerait le sens du défini, ce qui ne peut se faire concernant le réel. Le statut de l'énoncé est plus polémique que ne le laisse supposer sa forme. Il me paraît plutôt devoir être compris relativement à une négation qu'il contient implicitement : « Le réel n'est pas ce que le réaliste croit qu'il est : un ensemble de choses stables, qui demeurent en l'état, les unes manifestes, les autres cachées, et que l'on découvrirait parce qu'elles ont toujours été là dans la forme où on les découvre (cf. ce qui est dit dans *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine* à propos du neutron – : on ne l'a pas découvert dans une boîte (le noyau) dont on aurait soulevé le couvercle) ». Le sens de la phrase devrait plutôt être entendu ainsi « Ce que vous nommez “ réel ” n'est pas ce que vous croyez avoir défini sous ce nom, et dont vous croyez pouvoir disposer en toute tranquillité. » Le problème n'est donc pas tant pour Bachelard de définir le réel que d'en proposer un concept qui ne fasse pas obstacle à l'essor de la rationalité : un concept polémique par conséquent.

Polémiquement, le réel sera dit « masse d'objections ». Il nous faut encore prendre garde aux mots. « Masse » peut désigner un bloc dans quoi on ne distingue presque rien (cf. l'expression « en masse ») : une multitude indistincte et accablante. Mais « masse » désigne aussi ce qui, bien que distinct en ses éléments, ne peut cependant s'épuiser aisément (cf. « des masses d'argent » ; « une masse de grains de maïs »). – Le sens qui convient en ce cas est plutôt le second : le réel

ne se désigne pas comme ce qui accable, mais plutôt comme ce qui excède l'enchaînement des gestes humains qui le concernent. Or le réel excède en tant qu'il fait « objection ». Objecter est une relation à deux termes. Dans le cas présent le second terme est nommé « raison constituée ».

En reprenant une expression d'A. Lalande, Bachelard n'entend nullement la rapporter à son corrélat, « raison constituante », comme à une instance qui en produirait les normes, et en assurerait à la fois, l'invariance et les progrès. Il la rapporte au réel qui lui fait objection. Le mot « objection » fait image. On pense au dialogue où l'un propose et l'autre conteste. Mais proposer, contester cela n'est possible que dans la communication langagière. Ce qui n'est pas le cas ici. Répétons donc l'imprécation de Bachelard (*L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, p. 15) « Maudites soient ces images qu'il faut conduire jusqu'au bout ». Maudite soit l'image du dialogue supposé entre raison constituée et réel objectant. Il nous faut la poursuivre pourtant, en l'affaiblissant jusqu'à la réduire à son sens minimal. Disons simplement que de la raison constituée au réel il y a au moins communication.

Dans cette communication le réel « vient au devant et exige réponse ». Dès lors c'est la raison constituée qui entre en dialogue avec elle-même, et se met, relativement à elle-même en état de contestation et de rectification. Encore convient-il que l'exigence d'une réponse soit discernée. Et comment le serait-elle si ce que nous nommons ici « réel » n'était déjà travaillé, déjà objectivé au point de pouvoir faire question ? Que le réel fasse question c'est là une donnée de culture. Cela veut dire que le nom « réel » ne désigne ni une masse homogène qui ferait obstacle, ni une multiplicité informe de données brutes. Le réel est toujours manifesté d'avance comme différence et connexion de niveaux d'objectivité. Il ne fait objection qu'à la condition d'être « informé » selon les exigences du travail de la pensée, et de comporter toujours, relativement aux procédures d'information, un excès. – Reconnaitre cet excès et le distinguer dans sa précision par rapport à la structure des niveaux d'objectivité où il se désigne, tel est le propre de la pensée rationnelle. Ainsi Bachelard a pu écrire à propos du neutron (*Activité rationaliste de la physique contemporaine*, p. 113) « l'objectivité du neutron est d'abord une réponse à des objections ».

C'est pourquoi Bachelard dit de la « pensée rationnelle » qu'elle est « un système questionnant vis à vis d'une réalité endormie ». Prenons bien garde encore une fois à la précision des mots, en dépit de la « maudite image » du sommeil. – Bachelard ne dit pas « raison », mais « pensée rationnelle » ; il ne dit pas « questions », mais « système questionnant » ; il ne dit pas « réel », mais « réalité », et il n'use pas de l'article défini (*la* réalité), mais de l'article indéfini (*une*). Commençons par l'article. Si je dis par exemple « Nous sommes aujourd'hui une humanité menacée », je ne veux pas dire par là qu'il existerait d'autres humanités qui ne le seraient pas. Il convient d'entendre plutôt : les caractères, les valeurs qui définissent aujourd'hui la condition d'homme courent un danger mortel ; mais il n'en a pas toujours été ainsi, et les choses peuvent changer si nous avons la volonté d'entreprendre ce qui convient pour cela. « Une réalité » ; entendons : les caractères et les valeurs (de connaissance dans le cas présent), selon lesquels nous *avons répondu* aux « objections » du réel et donc construit la représentation *d'une* réalité, masquent l'opposition de ce même réel (son excès d'objections) à la raison consti-



tuée. Cette « réalité » paraît alors ne plus faire question. Bachelard la nommera donc « endormie ». Par exemple l'étendue cartésienne posée comme *essence* des corps serait, pour Bachelard, l'exemple d'« une réalité endormie ». Plus généralement, la rémanence des représentations fixes et mortes (qu'elle soient engendrées à partir du sens commun ou à partir des résultats déjà acquis du savoir) propose une réalité endormie. Il appartient à la pensée rationnelle de briser cette rémanence. Cette pensée sera donc questionnante ; mais elle ne posera pas n'importe quelles questions, au petit bonheur. Elle ne posera pas non plus *toute* question que *la pensée* pourrait se poser (par exemple « pourquoi il y a-t-il “ du réel ” plutôt que rien ? »). Bachelard, on le sait, a laissé dans le monde la place libre pour le poète, et il en a occupé sa part. Les questions que pose la pensée rationnelle appartiennent au domaine organisé des questions qu'elle *peut* poser. De telles questions sont effectivement des réponses aux « objections » du réel à la raison constituée. Elles instituent donc une explication de cette raison avec elle-même ; une explication avec les niveaux d'objectivité que cette même raison a appris à définir relativement au réel. Le mode d'organisation de ces niveaux, les exigences de rectification et de précision nées de leurs différences, commandent ainsi et norment, depuis la raison constituée elle-même, les questionnements qui apportent le renouveau. C'est en cela que la pensée rationnelle (et non plus simplement la raison) peut-être dite « système questionnant ». La pensée qui met en mouvement la raison constituée face au réel objectant, brise la rémanence des représentations figées, et donc *opère* « vis à vis d'une réalité endormie », qu'elle réveille alors. Il en résulte que ce que nous nommons « objet de la connaissance », c'est à dire ce à quoi s'applique la pensée rationnelle dans son activité de rectification, est toujours situé au lieu de rencontre et d'affrontement de deux domaines. Un domaine d'inertie dans lequel demeurent fixées et disponibles les modes de représentation des choses. Un domaine problématique et dynamique dans lequel s'articulent les exigences du réel « objectant ». L'objet qui s'offre au connaître comporte dans ses modes de manifestation tous les degrés de stratification, toutes les couches d'expérience, les unes naïves, les autres instruites, qui se constituent en cette région de rencontre. Il n'a rien de la donnée immédiate et simple.

C'est pourquoi on dira du sujet connaissant qu'il est, de ce fait, divisé en son intimité. Le sujet ne peut en effet échapper à sa situation devant l'objet de la connaissance. Il ne peut se retirer au dehors des stratifications qui sont le tissu de sa propre expérience et le champ de ses apprentissages. Sa nature intime de sujet (son psychisme, comme la nomme Bachelard) devra présenter la dualité qui le manifeste comme sujet connaissant. À « réalité endormie », psychisme contingent. À « système questionnant », psychisme normé. La chose peut paraître paradoxale, à première vue. On serait tenté de dire : « là où les représentations se fixent en un monde de choses, le sujet s'immobilise et se norme ». Il n'en est rien pourtant. Devant une réalité endormie, le psychisme devient vagabond. L'expérience intime du sujet paraît se dérouler sans inquiétude dans un monde non systématiquement questionné. Les choses sont abandonnées à l'être qu'on leur prête. Et le moi s'abandonnant lui-même au flux de ses expériences singulières, s'y oublie. Jamais totalement cependant, en raison de sa situation face à la stratification (elle-

même duelle) de ce qui s'offre à lui comme objet à connaître et le confronte à un système de questionnement normé, c'est à dire à l'autre face de son psychisme, qui se réveille alors. La dernière phrase de notre texte s'engendre donc tout naturellement, si du moins nous consentons à nommer « épistémologie » l'autoéducation qu'un sujet au psychisme duel se donne en vue d'accéder à la pensée rationnelle, d'apprendre à en dominer les procédures et à en posséder les produits. « Fonder l'épistémologie » ne veut pas dire ici seulement dégager le corps des principes et le système des concepts propres à assurer la scientificité. Il s'agit bien davantage de saisir sur le vif, et depuis sa racine, au sein de l'expérience des sujets engagés dans l'invention des savoirs rationnels, le mouvement de leur production et l'émergence de leurs normes.

Gardons-nous ici de parler de « psychologisme ». « Psychologisme », « logicisme », Bachelard rejette cette opposition, à vrai dire scolaire, et qui, plus que la nature des choses, exprime, à ses yeux, les opinions et les représentations de ses auteurs. On ne peut éluder ni l'autonomie du logique, ni le psychisme des sujets. Il appartient à chacun de se convertir vers l'épistémologie, c'est à dire de travailler à la conquête d'un psychisme éveillé qui, se démarquant du « psychisme oisif » de la pensée vagabonde, « veut être cause à soi-même » (*R.A.*, p. 73). Tel est « l'orthopsychisme » dont le problème se pose pour fonder l'épistémologie. En ce sens donc (en ce sens seulement) épistémologie et psychologie se tiennent la main. – Cette psychologie n'est pas celle des « psychologues ». Elle se constitue pour le sujet connaissant dans le travail de la surveillance de soi. Bachelard la nomme « psychologie exponentielle ». Elle se double d'une « psychanalyse de l'inerte » (*R.A.*, p. 78) : la surveillance de soi décèle et annule (comme objet de conviction du moins), l'« inutile », le « superflu », en un mot la contingence à laquelle s'abandonne un sujet au psychisme oisif.

Notre objet n'est pas d'examiner ici la manière dont Bachelard s'explique avec la psychanalyse freudienne, bien qu'il s'efforce d'indiquer comment (*R.A.*, p. 75) il importe d'atteindre un « canton particulier du sur-moi qu'on pourrait appeler le *sur-moi intellectuel* ». Répétons seulement que ce *sur-moi* n'est pas la loi intériorisée de quelque maître qui exercerait la surveillance d'un censeur. Pour Bachelard enseigner c'est « apprendre à découvrir ». Ce n'est pas là une simple règle pédagogique, mais la conséquence même de la situation de tout sujet connaissant devant l'objet à connaître. La relation du maître au disciple est de réciprocité et de dialogue : par nature la rectification des savoirs est le fait d'un « je-tu ». La précision naît du contrôle réciproque dans un dialogue toujours normé par les exigences de ce système questionnant en quoi consiste la pensée rationnelle en exercice. – Il importe de voir « s'installer en soi la dialectique du sujet contrôlant et du sujet contrôlé » et d'instituer « en son propre esprit en face de son *je*, un *tu* vigilant » (*R.A.*, p. 60).

Or cette vigilance vis à vis de l'objet de connaissance s'exerce à plusieurs degrés. L'activité de surveillance s'organise en une hiérarchie exponentielle. C'est là une exigence née de la nature duelle du sujet connaissant et qui le contraint (sous peine de renoncer à soi-même et d'abandonner la rationalité) à s'arracher sans cesse à sa propre inertie. Et comme la nature duelle du sujet « répercute » sa situation vis à vis de la structure problématique et stratifiée de l'objet de connaissance, c'est en

dernière analyse cette structure elle-même qui, si elle est assumée dans le travail de la raison, exige l'enchaînement hiérarchisé des opérations de surveillance, avec sa « psychanalyse » associée.

Pour éviter d'accumuler les génitifs (surveillance de surveillance de surveillance, etc.) Bachelard convient d'affecter le mot « surveillance » d'un exposant, depuis le degré 1 (surveillance simple) jusqu'au degré 4. Il est entendu que la « surveillance est une activité de la pensée rationnelle qui s'applique à la fois aux objets et aux procédures de la surveillance<sup>n-1</sup>. Que  $n$  doit toujours être inférieur ou égal à 4, c'est là un principe d'arrêt (sinon de clôture) dans l'ordre du questionnement. Ce principe n'affecte nullement les contenus du questionnement, puisque ces contenus sont sous la dépendance d'un réel objectant. Mais il affecte l'enchaînement des formes de question et norme, leur degré de complexité, ainsi que les postures d'attention exigées par leur mise en œuvre. Que l'exposant ne puisse croître indéfiniment c'est une exigence du même ordre que celle qui nous pousserait à affirmer (cf. Spinoza) qu'il n'y a pas lieu de chercher à définir l'idée de l'idée de l'idée. – Il s'agit en somme d'un principe d'arrêt intrinsèque, propre aux normes de la pensée rationnelle et qui, bien entendu, ne borne nullement le domaine de ce qui demande à être questionné.

Surveillance simple d'abord. Bachelard la présente comme « l'attente d'un fait *défini*, le *repérage* d'un événement caractérisé » (*R.A.*, p. 78). On pourrait ici penser à l'attitude « observante ». Observer c'est en effet, dit-on, diriger d'une manière privilégiée et sélective l'attention vers un objet. Prise en ce sens très général l'observation n'est pas nécessairement une activité de la pensée rationnelle. Scruter l'horizon ; regarder attentivement une fleur ; suivre la procession d'une file de fourmis ; cela peut aussi se nommer « observer ». Mais l'observation ne dépasse pas le champ de sa perception, auquel à vrai dire il s'abandonne. Aucune espèce de surveillance de soi ni de l'objet n'est exigée en ce cas. La surveillance<sup>1</sup> ne consiste pas seulement à tenter de bien regarder. – Elle consiste en se mettre en posture d'attente relativement à ce qui *exige* d'être bien regardé. – Or cette exigence se manifeste toujours dans un champ déjà informé : dans un domaine d'objets désignés. Cette désignation a déjà mis en œuvre des techniques plus ou moins élaborées et fines qui permettent distinction et précision dans les modes de présentation des objets. La « Raison observante » n'est qu'un mythe hégélien, en ce sens que « l'observable » est déjà travaillé. Disons, en paraphrasant Bachelard, qu'il appartient à un champ « phénoméno-technique ». Scruter l'horizon pour guetter une voile est une chose. Examiner le noyau d'une cellule pour y distinguer les chromosomes en est une autre. La différence ne tient pas seulement à l'usage de l'instrument. Mais à l'exigence, dans le second cas, d'une activité de contrôle que le sujet met en œuvre à l'égard de soi, comme à l'égard de l'objet, mis en attente dans un domaine d'observables aux contours précisés. Que l'objet soit mis en attente cela ne veut pas dire seulement que le sujet s'attend à le voir : mais aussi (et plutôt) qu'il doit apprendre à enchaîner les moments d'une discipline de l'attention par laquelle la précision de l'objet est à la fois maintenue et affinée ; mais tenue par l'élimination du contingent, du superflu ; affinée par l'intégration des différences désignées, des variations significatives. C'est pourquoi Bachelard indique que la conscience

« de l'attente d'un événement bien défini, doit se doubler dialectiquement d'une conscience de la disponibilité d'esprit » (*R.A.*, p. 78). La surveillance conjointe du sujet et de l'objet est ainsi une auto-éducation de l'attention du sujet vers la précision et l'enrichissement : une manière maîtrisée de composer attention centrale et attention périphérique dans « une sorte de rythmanalyse ».

N'oublions pas cependant la structure duelle du sujet, c'est-à-dire son inertie. Si attentive qu'ait été la surveillance de soi, elle peut cependant s'oublier dans l'objet même de sa surveillance, s'en tenir à lui comme au réel même. La pensée rationnelle pourrait-elle demeurer immobile et ne pas dépasser la surveillance simple ? Bachelard indique au passage (mais il revient souvent sur ce point dans toute son œuvre) que ce serait là le propre de « l'esprit empiriste », esprit minutieux donc, instruit et surveillé, entraîné à la précision, mais pour qui « un fait est un fait » (*R.A.*, p. 79). En ajoutant pour caractériser davantage cet esprit : « La prise de connaissance respecte la contingence des faits », Bachelard suggère tout le poids du sens polémique qu'il donne au mot « empiriste », et qui tient à l'usage de l'expression « contingence ». Il y a du bon (de l'inévitable même) dans l'« esprit empiriste » en tant qu'il respecte les faits établis dans leur précision. La difficulté vient de ce qu'il respecte en même temps leur « contingence ». En cela il engendre un point d'arrêt dans l'exercice de la pensée rationnelle qui court le risque de retomber en un « psychisme oisif », se contentant du « fait » (« ceci *est* comme cela »). Remarquons cependant que Bachelard ne dit pas « l'empirisme », mais l'« esprit empiriste », laissant la question ouverte de savoir s'il a jamais existé un « empiriste » qui ait été entièrement conforme à cet « esprit ».

La surveillance<sup>2</sup> surmonte ce palier d'inertie. « Elle ne peut guère apparaître qu'après un ' discours de la méthode ', quand la conduite ou la pensée ont trouvé des méthodes, valorisé des méthodes » (*R.A.*, p. 79). « Discours » ne saurait s'entendre ici dans le sens d'un « récit » que l'homme de science, s'éduquant à l'exercice de la pensée rationnelle, proposerait en vue de décrire ses procédures, de les transmettre à d'autres en se donnant en exemple. « Discours » désigne ici l'enchaînement réfléchi et attentif des formes de pensée dominées qui définissent les modes d'accès (« méthodes ») vers l'objet de connaissance. Il ne s'agit pas seulement d'énoncer des règles ; ni même d'apprendre à les respecter. Mais bien davantage d'en prendre possession, d'en saisir la valeur, de façon à se rendre capable selon les exigences de l'objet, d'en produire d'autres au besoin. Encore une fois c'est là une conséquence de la dualité du sujet face à la stratification de l'objet. La surveillance<sup>1</sup> est en effet bifide. En tant que ce mouvement vers l'objet trouve son repos dans cette précision même, elle fige la méthode en procédé. Le « discours » (dit de la « méthode ») ne sera pas une simple remémoration des procédures, mais une mobilisation de l'attention, qui rassemble les procédures et les porte au niveau d'objectivité exigé par les formes de questionnement proposées du fait d'un « réel objectant ».

Le « discours de la méthode » est ainsi consubstantiel à la surveillance<sup>1</sup> (et il le faut bien, sinon aucune espèce de connaissance scientifique ne pourrait jamais se produire). Mais il est le fait de l'autre *face* du sujet : sa face active, par laquelle ce sujet répond aux objections du réel en le questionnant et ne s'oublie pas dans ses réponses. C'est seulement pour un sujet qui accomplit cette surrection qu'est

possible la surveillance<sup>2</sup>. Seul un tel sujet peut prendre une « nette conscience de l'application rigoureuse d'une méthode » (*R.A.*, p. 79). La surveillance<sup>2</sup> n'est donc pas redoublement réflexif, des formes d'attention propres à la surveillance<sup>1</sup>. Elle institue une autre direction de l'attention et donne accès à une autre structure « factuelle ». Les « faits » y sont saisis comme « actualisations de *principes d'information* » (*R.A.*, p. 79). Ajoutons que seul un sujet qui se rend capable d'opérer la surveillance<sup>2</sup> peut prétendre à pouvoir un jour disposer pleinement d'une culture scientifique. « Nette conscience de l'application rigoureuse » : ces mots doivent en effet être pris dans leur sens fort. Est nette une conscience dépouillée de la pesanteur des scories ; est rigoureuse une application qui poursuit jusqu'au degré d'approximation maximal la détermination des objets, et produit une « factualisation » instruite de l'expérience. – La surveillance<sup>2</sup> éduque par l'exercice de la rigueur la conscience à la netteté. Sa mise en œuvre constitue la condition nécessaire de l'accès d'un sujet aux formes de culture qu'exigent les pratiques de la science, en ceci au moins que ce sujet y accomplit l'expérience de ses propres tâtonnements, y surmonte ses erreurs en apprenant à les dépasser dans un dialogue avec le « *tu* » vigilant qui toujours l'habite. Il acquiert en cela la « conscience nette » de ses cheminements et de ce qui a pour lui (objets ou procédures) valeur de rationalité. « Sur-moi psychanalysé », il exerce à l'égard de son activité de sujet connaissant une censure libre, parce qu'instruite et finalisée. Devenu libre pour l'exercice de la pensée rationnelle, dans l'actualité de ses productions, un tel sujet verra se briser les « blocages philosophiques » qui l'arrêtent ou le figent en une vue unitaire des conditions du savoir. Cela veut dire qu'on ne peut à la fois exercer sérieusement la surveillance<sup>2</sup> et s'ériger soi-même en « surmoi » philosophique, en législateur absolu de tout savoir rationnel possible.

C'est là, à vrai dire, le sens de l'exposant 2. La surveillance<sup>1</sup> (source de « l'esprit empiriste ») règle la fidélité au fait, précise les « états de choses ». La législation qu'elle comporte (son discours de la méthode immanent) est toujours locale et produite au plus près des procédures de détermination de précision et d'approximation. Le sujet qui met en œuvre cette surveillance accède donc à la rectitude de la pensée. Cette rectitude ne saurait être abolie : sinon le sujet retourne à l'oisiveté de l'expérience vague. La surveillance<sup>2</sup> (et c'est là le sens de l'usage de l'exposant) n'abolit pas plus cette rectitude que 4 n'abolit 2. Disons plutôt qu'elle la renforce. Il en résulte que la surrection du sujet qui produit ce « sur-moi » attentif (contrôleur rigoureux des méthodes) n'engendre nullement un sujet survolant les champs du savoir selon le projet d'une législation absolue. Ou du moins si un tel sujet venait à se manifester, les exigences qu'il formulerait seraient incompatibles avec l'exercice de la surveillance<sup>2</sup>. Loin de renforcer la rectitude de la surveillance<sup>1</sup>, il l'abandonnerait à son sort en son nom propre. Et si ce sujet se disait et se voulait « philosophe », il produirait, eu égard aux tâches de la pensée rationnelle, une philosophie inutile, dans laquelle se trouverait abolie la valeur des législations locales qui ont établi dans son exactitude la précision des faits, et dans sa rectitude minimale le sujet connaissant. Le philosophe pourrait « se targuer de réalisme, de positivisme, de rationalisme » (*R.A.*, p. 79).

S'il n'y prend garde il se débarrasserait ainsi « de la censure qui doit garantir les limites du rapport du rationnel et de l'expérimental » (*R.A.*, p. 79). Dans sa préention « d'imposer un sur-moi à la culture scientifique », il exercerait la mauvaise surveillance, c'est-à-dire une censure qui n'aurait pas « étudié sa légalité ». C'est pourquoi Bachelard a pu écrire, en conclusion de ce paragraphe consacré à la surveillance<sup>2</sup>, qu'« en travaillant sur les bords de l'empirisme et du rationalisme » elle institue une « psychanalyse mutuelle des deux philosophies ». Tel est, il nous semble le sens de l'exposant 2. Il n'abolit nullement l'exposant 1, mais le « potentialise » en le maintenant dans sa fonction. Ce qui veut dire sans doute que nul n'abolira jamais le poids des légalités locales, pour peu qu'elles aient été établies dans leur précision.

Cette condition nécessaire d'accès à une culture scientifique instruite et maîtrisée n'est cependant pas suffisante. Toujours surgit la structure duelle du sujet, aussi longtemps du moins que l'exercice vigilant de la pensée rationnelle n'a pas conduit ce même sujet à disposer sans retour possible, de la plénitude de son « ortho-psychisme ». Or le sujet de la surveillance<sup>2</sup> demeure engagé dans l'application rigoureuse d'une méthode. En général il dispose de la maîtrise d'une multiplicité de méthodes. Il connaît les raisons de leur succès et formule les règles de leur légalité. Mais n'oublions pas sa situation de sujet connaissant face à un réel objectant et à un système ouvert mais stratifié d'objets de connaissance, livrés selon les normes de la surveillance<sup>2</sup>, comme « factuelités informées ». Il résulte de cette situation que le caractère bifide de la surveillance<sup>1</sup> se redouble d'une manière spécifique dans la surveillance<sup>2</sup>. En ceci que les méthodes, si explicites et fondées qu'elles soient pour le sujet, se stratifient elles-mêmes au sein des champs d'objets qu'elles concernent : elles y demeurent dans une relation que le sujet ne peut récuser, au point qu'il y trouve satisfaction (au sens où l'on dit que la méthode est satisfaisante pour ..., suffisante pour ... parce qu'elle a fait ses preuves).

Une autre forme d'inertie que celle de l'esprit empiriste se manifeste alors : on ne dira plus un « fait est un fait », mais une « procédure rationnelle est rationnelle et le demeure ». Ce qui a été réponse à une interrogation devient alors objet de confiance, parce qu'on se fie à la rigueur qui surveille l'application de la méthode, elle-même objet de confiance. Or abolir cette confiance, on ne le peut. Mais la comprendre et faire en sorte qu'elle se reproduise en d'autres champs d'objets, cela se doit. Il n'y a pas en effet, dans l'exercice de la pensée rationnelle, de principe d'arrêt qui tienne à quelque clôture du réel. Celui-ci demeure « objectant » et en cela l'autre face du sujet duel, sa face active, est toujours sollicitée, au cœur même de la surveillance<sup>2</sup>.

Une autre surrection du sujet est alors exigée d'où naîtra la surveillance<sup>3</sup> : surveillance de la méthode elle-même. Cela veut dire que le « sur-moi » vigilant de la surveillance<sup>2</sup> ne se borne pas à adhérer à sa propre constitution. Il n'y demeure pas comme en un point d'arrêt. Sa vigilance se retourne sur lui-même, et contre ce qu'il croît constituer sa nature, cette « raison constituée » en laquelle il a confiance, comme en un domaine d'irrécusable légalité. Il « met en accusation » ce qui semble irrécusable « non seulement le moi de culture, mais les formes antécédentes du sur-



moi de culture » (*R.A.*, p. 80). C'est-à-dire non seulement les contenus de savoir et les sédiments d'expérience qui le définissent comme « moi sachant », mais aussi les systèmes de contrôle et les normes de rationalisation qui ont permis et réglé l'information de ces savoirs. Encore une fois « mettre en accusation » ne signifie nullement « abolir », ni réduire la rationalité à un relativisme mou. Mettre en accusation les « méthodes » et les structures subjectives qui y opèrent c'est les interroger sur la nature et la portée de leur responsabilité à l'égard du réel objectant : les ramener en somme à leur exacte fonction de système questionnant relativement à des champs de problèmes précisément désignés. Ce sur-moi actif et critique n'hésitera pas à « risquer dans l'expérience les certitudes rationnelles » : il sollicitera ce risque au besoin ; il ira au-devant des crises d'interprétation « des phénomènes dûment constatés ». Libre pour l'exercice de la pensée rationnelle il ne se donnera de point d'arrêt ni dans la structure immobile d'une raison légiférante, ni dans la fermeture d'un réel jugé maîtrisé. Échappera-t-il entièrement aux pesanteurs de l'histoire ? Sujet cultivé devra-t-il demeurer pris dans le lent et lourd cheminement des genèses ? Pourra-t-il, dans sa liberté, s'abstenir de toute remémoration ? Il ne pourra faire autrement que se remémorer. Mais sa mémoire historique aura une forme compatible avec sa fonction de surveillance<sup>3</sup>. Sa culture « sera surveillée », et sa mémoire libre. S'astreindre aux cheminements tortueux des histoires locales lui sera certes possible, mais non nécessaire dans l'exercice réglé et surveillé de son activité rationnelle.

De son point de vue de sur-moi<sup>3</sup> il pense l'histoire « en sachant l'infirmité qu'il y aurait à la revivre » (*R.A.*, p. 80). Il en retiendra donc les moments d'« émergence intellectuelle » et, dans sa « culture surveillée », il referra « par récurrence une histoire bien ordonnée, qui ne correspond nullement à l'histoire effective » (*R.A.*, p. 80). Ainsi se constitue pour ce sujet une autre mémoire que la mémoire empirique. C'est la mémoire de l'intellect instruit qui prend acte, dans le temps même, de l'ordre des motivations qui ont engendré les valeurs constitutives d'une pensée rationnelle qu'il se doit d'effectuer. Pas plus que le sujet de la surveillance<sup>2</sup> n'était a-empirique, le sujet de la surveillance<sup>3</sup> n'est a-historique. Il demeure historique : mais de la seule manière qui soit compatible avec l'exigence que lui prescrit l'exposant dont il est affecté.

Ce sur-moi intellectuel actif trouvera-t-il le repos dans la pleine possession de son acte ? Se connaîtra-t-il soi-même comme *νόησις νοήσεως* ? Nullement. Il n'est rien de plus que la surrection exponentielle du sujet duel qu'il a toujours été. Sa rationalité est en acte, à l'épreuve dans cet affrontement dialectique qui le situe devant un réel « objectant ». C'est là le sens du « rationalisme appliqué ». C'est pourquoi il ne saurait non plus trouver son repos dans le concept de cette rationalité même. Et, dans son dernier paragraphe, le chapitre IV du « *Rationalisme appliqué*, s'achève sur une interrogation. Que serait la surveillance<sup>4</sup> ? Une nouvelle surrection du sujet est-elle nécessaire ? Oui, elle l'est. La fidélité « aux fins reconues comme rationnelles » ne saurait demeurer irraisonnée. Elle doit donc être interrogée à son tour. Mais à ce point le philosophe aborde une zone dangereuse. De nouveau le sujet sachant se trouve confronté à sa structure duelle, puisqu'il ne peut trouver son point d'arrêt dans les formes de rationalité instruite dont il a pris



possession. Le sur-moi<sup>4</sup> qui surveille sa propre fidélité aux normes de la raison ne sera plus seulement le sujet de la scientificité. Si la racine de sa fidélité lui pose question, alors c'est le fait même du penser qui devient objet d'étonnement. Étonnement poétique ? Étonnement métaphysique ? Bachelard nous laisse sur cette inquiétude, qui fut la sienne.

**Daniel Parrochia**

## ***Bachelard et la transformée de Fourier***

*Cahiers Gaston Bachelard*, n°9, Université de Bourgogne, 2007, « Bachelard et la physique », p. 137-149.

Le problème de l'unité du bachelardisme, philosophie bifide, épistémologique et esthétique à la fois, est la croix du commentateur. Croyant pouvoir apporter une contribution à cette épineuse question, nous nous permettrons d'abord ici de revenir sur un point d'histoire de la physique (la théorie de la propagation de la chaleur) à l'origine d'un algorithme particulièrement remarquable, pédagogiquement formateur et techniquement utile dans de nombreux domaines : la transformée de Fourier. Nous soutiendrons à son propos trois thèses très simples : 1/ Reprenant l'analyse de Bachelard, nous tenterons d'explicitier sa démarche en montrant l'importance de cet algorithme dans la compréhension des liens qui unissent le discontinu et le continu; 2/ Nous soulignerons la parenté du problème mathématico-physique dont la transformée de Fourier est la solution, et du grand problème épistémologique que Bachelard a lui-même dû résoudre et qui est la question de l'existence d'un progrès scientifique malgré la présence de ruptures épistémologiques ; 3/ Enfin, nous tenterons de montrer comment la philosophie rythmanalytique vers laquelle Bachelard s'oriente dès le milieu des années 1930, n'est qu'une application (métaphorique) de cet algorithme remarquable qui permet de rétablir une sorte de continuité construite dans une dimension verticale que le philosophe assimilera à celle d'un temps pensé. Nous concluons sur la méthode des poétiques, qui nous semble devoir être directement référée à la physique (quantique), ce qui soulignera une nouvelle fois l'importance philosophique considérable de l'analyse harmonique et de la transformée de Fourier, puisque ces méthodes permettent à l'épistémologue de dépasser l'opposition du continu et du discontinu et de retrouver une sorte de pensée unitaire en philosophie au moment même où on la croyait définitivement compromise.

### **La démarche de Fourier dans la théorie analytique de la chaleur**

Les travaux de Fourier sur la théorie de la propagation thermique dans les solides remontent à 1807. Un premier mémoire est publié en 1811. La *Théorie analytique de la chaleur* paraîtra en 1822.

Tentons de comprendre le raisonnement de ce grand physicien qui devait mener à l'une des découvertes les plus fécondes et les plus utiles de l'Analyse moderne.

Plusieurs obstacles, si l'on y réfléchit, rendaient difficiles la théorisation de Fourier :

1/ Les action calorifiques naturelles étant petites et rares (dilatations ou fusions), la chaleur pouvait paraître avoir un caractère tout à fait momentané et accidentel.

Fourier ne se laisse pourtant pas abuser par les apparences et son point de départ est tout à fait remarquable de généralité. Son idée première, en effet, est que la chaleur est une qualité entièrement générale qui affecte les substances au même titre que la gravité. Comme l'écrit Bachelard, « il est aussi inconcevable qu'un corps soit neutre calorifiquement que de supposer qu'il échappe à l'attraction newtonienne »<sup>1</sup>. Tout corps possède donc une chaleur spécifique et se trouve soumis à des échanges de chaleur avec l'environnement.

2/ Deuxième difficulté : la chaleur ne semblait pas être, au début du XIX<sup>ème</sup> siècle, une propriété dont l'étude mathématique dut paraître féconde. En effet, elle se rattachait mal à la mécanique qui paraissait, à l'époque, achevée avec la grande synthèse de Laplace. Fourier lui-même semble reconnaître que, quelle que soit l'étendue des applications des théories mécaniques, elles ne s'appliquent pas aux effets de chaleur qui composent un ordre particulier de phénomènes qui ne semblent pas devoir s'expliquer par les lois du mouvement et de l'équilibre. Et pourtant, Fourier va, grâce aux mathématiques, ramener l'étude de ces phénomènes dans le cadre constitué de la mécanique.

3/ Enfin, peut-être l'un des obstacles les plus importants au succès de la théorie de Fourier était-il constitué par les parti-pris de Fourier lui-même. Fourier, en effet, espérait beaucoup de sa théorie, et en particulier dans le domaine des applications pratiques. Il voyait notamment dans sa théorie de la chaleur un complément important au système du monde de Laplace. « Les grands mouvements de l'air, les vents alizés, les climats, les courants de l'Océan » devaient notamment y trouver l'élément principal de leur explication. Et avec eux les arts techniques, les procédés de chauffages, les machines thermiques devaient bénéficier également de ses travaux. Ces espoirs sont aujourd'hui perçus comme démesurés. Mais, à l'époque, ils ont entraîné un certain nombre de conséquences qui auraient pu remettre en cause le succès de la théorie. En particulier, Fourier a choisi des unités de mesure (quantité de chaleur, flux, etc.) en rapport avec ces applications à grande échelle, et cela aurait très bien pu perturber ses résultats. Fort heureusement, il n'en a rien été et ses équations sont indépendantes des unités.

Examinons donc comment le problème de la propagation thermique se posait à ses yeux : il s'agit de savoir non comment la chaleur est produite mais comment elle se propage dans un corps. On prend donc une substance, homogène et isotrope, de telle sorte que la matière ne réagisse pas différemment à l'agent suivant le lieu et la direction de l'action calorifique. On étudiera cette substance à une certaine distance des sources, de façon à éviter les singularités. On essaie donc de simplifier

<sup>1</sup> G. Bachelard, *Étude sur l'évolution d'un problème de physique : la propagation thermique dans les solides*, Paris, Vrin, 1973, p. 34.

et d'homogénéiser l'expérience au maximum. Mais il y a tout de même des discontinuités qu'on ne peut pas écarter, ce sont les surfaces qui séparent les milieux. Fourier va déployer une grande ingéniosité pour résoudre ce problème.

Tout corps est considéré comme plongé dans un certain milieu. Il y a donc un coefficient qui caractérise le passage du corps au milieu ou du milieu au corps. C'est ce que Fourier appelle la conductibilité externe. A celle-ci s'oppose la conductibilité interne du corps, qui ne dépend que de la matière dont il est fait. Un troisième paramètre était disponible : c'est la chaleur spécifique du corps, défini de façon tout à fait indépendante de la propagation, et qui était un élément bien connu, à l'époque, des chimistes et des physiciens.

La prouesse de Fourier est d'avoir montré que, ces trois éléments étant connus, toutes les questions relatives à la propagation de la chaleur ne dépendent plus que de l'analyse numérique.

Notons, comme le fait remarquer Bachelard, que Fourier a des paramètres cohérents, qui sont uniquement thermiques (il n'emprunte rien à la mécanique) et qu'il ne fait aucune hypothèse irrecevable sur la nature de la chaleur : simplement, il en rejette l'image traditionnelle à l'époque d'une espèce de fluide élastique et en suppose seulement la nature matérielle, ce qui se traduit par une propriété d'impénétrabilité à l'égard d'elle-même. Ce fond matérialiste est évidemment très important pour la suite.

A partir de ces hypothèses, le phénomène de la propagation va donc être étudié, d'une part, assez loin des sources initiales comme on l'a dit, pour éviter que leur distribution ne soit influente, et d'autre part, avant que leur effet se soit totalement dissipé. Dans l'entre-deux, évidemment, la seule variable sera la géométrie des corps traversés.

On voit donc déjà comment toute irrationalité est étouffée et comment la forme triomphe de données physiques disparates.

Comme le signale Bachelard, Fourier, dans son écrit, commence par traiter de différents cas particuliers (propagation dans une armoire [section de cylindre ou bracelet], une sphère, un cube, un prisme, etc.) avant d'examiner le cas général. Celui-ci est cependant tout à fait élémentaire et on peut l'aborder d'emblée.

On considère pour cela, non un corps mais, à l'intérieur d'un corps quelconque, un parallélépipède infinitésimal de côtés  $dx$ ,  $dy$ ,  $dz$ , et l'on remarque que par le rectangle  $dx dy$ , il entre une quantité de chaleur proportionnelle :

1° à la surface  $dx dy$  de ce rectangle ;

2° au laps de temps  $dt$  pendant lequel on étudie le phénomène (qui est forcément constant pour un temps infinitésimal) ;

3° à la variation de température qui caractérise le mouvement calorifique (cette variation s'exprimera comme la dérivée de la température  $v$  le long d'un élément de droite perpendiculaire à la surface :  $dv/dz$  si la surface est  $dx dy$ ).

Sous ces conditions, si on appelle  $k$  le facteur de proportionnalité (qui ne dépendra du reste que de la direction si l'on est, comme on l'a supposé, en milieu isotrope), alors, la quantité de chaleur cherchée s'exprimera comme :

$$Q \text{ entrée} = -k \, dx \, dy \, dt \, (\partial v / \partial z)$$

Le signe <sup>(4)</sup> indique que le flux de chaleur pénètre dans l'élément de volume considéré.

Sur la face opposée, on fera le même calcul mais la quantité de chaleur cherchée, entre temps, aura cru de sa différentielle, autrement dit, nous aurons :

$$Q = -k \, dx \, dy \, dt \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right) + [-k \, dx \, dy \, dt \, \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right) dz]$$

Comme  $(\partial/\partial z)(dv/dz) = (\partial^2 v/\partial z^2) dz$ , on aura :

$$Q = -k \, dx \, dy \, dt \left( \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) dz$$

Sur les deux autres paires de rectangles perpendiculaires à  $dx$  et  $dy$ , on aura des expressions semblables en  $\partial^2 v/\partial x^2$  et  $\partial^2 v/\partial y^2$ . De sorte que, finalement, le gain en chaleur pour le petit parallélépipède sera de :

$$k \, dx \, dy \, dt \left[ \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \right) + \left( \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \left( \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) \right]$$

Cette chaleur élève la température du petit parallélépipède. Comme la densité du corps est le rapport de la masse au volume, son poids est égal au produit du volume par la densité soit  $D dx dy dz$ . En appelant  $C$  la chaleur spécifique, c'est-à-dire, la quantité de chaleur nécessaire pour élever l'unité de poids du corps de  $1^\circ$ , l'élévation de température  $(\partial v/\partial t) dt$  réclamera une quantité de chaleur égale à :

$$C D dx dy dz \left( \frac{\partial v}{\partial t} \right) dt^2$$

En égalant cette expression à la précédente et en divisant par le facteur commun  $dx dy dz dt$ , on obtient l'équation :

$$C D \left( \frac{\partial v}{\partial t} \right) = k \left[ \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \right) + \left( \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \left( \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) \right]$$

qui est l'équation de propagation de la chaleur à l'intérieur de tous les corps solides, une des équations les plus importantes de la physique mathématique<sup>4</sup>.

On s'aperçoit alors qu'on a négligé les conditions calorifiques qui règnent à la surface des corps, problème qui doit faire l'objet d'une définition explicite et détaillée, comme toute discontinuité, qui relève, d'une façon générale – c'est presque une loi épistémologique – d'une connaissance énumérative.

En principe, ces discontinuités n'interviennent qu'au moment de l'intégration de l'équation différentielle.

<sup>2</sup> La formule est de Bachelard (évolution d'un problème de physique p. 42).

<sup>3</sup> L'expression est chez Bachelard (op. cit. p. 43).

<sup>4</sup> Sur l'ensemble de cette déduction, cf. G. Bachelard, *op. cit.*, p. 34-43.

Un cas particulier où il faudrait pourtant absolument en tenir compte serait celui où on ne peut plus se placer à une distance notable de la surface (par exemple, dans un corps mince).

Considérons, par exemple, en suivant l'analyse de Bachelard, le cas d'un anneau. Une certaine quantité de chaleur, perdue par rayonnement, doit être retranchée de celle qui traverse le corps. Cette quantité perdue est proportionnelle à la surface cylindrique qui rayonne et à l'excès de température de l'anneau sur le milieu ambiant. Si l'anneau est suffisamment mince, on peut alors négliger largeur et hauteur, ce qui entraîne que :

$$\partial^2 v / \partial y^2 = 0 \text{ et } \partial^2 v / \partial z^2 = 0$$

S représentant la section,  $l$  le périmètre,  $h$  le coefficient de conductibilité externe, l'équation devient alors :

$$\partial v / \partial t = (k/CD) (\partial^2 v / \partial x^2) - (hl/CDS) v$$

Pour suivre l'intégration, changeons les constantes et partons de l'équation simplifiée :

$$\partial v / \partial t = k (\partial^2 v / \partial x^2) - hv$$

Avec le changement de variable :

$$v = u e^{-ht}$$

On obtient :

$$\partial u / \partial t = k (\partial^2 u / \partial x^2)$$

équation qui représente le mouvement de la chaleur dans le cas où le rayonnement serait nul ( $h = 0$ ). Après résolution de ce cas plus simple, il suffira de multiplier la solution par  $e^{-ht}$ . Ceci montre, en définitive, que le refroidissement qui s'opère à la surface ne change pas la loi de distribution de la chaleur. La température de chaque point est simplement moindre qu'elle n'eût été sans la discontinuité, et diminue proportionnellement aux puissances successives de la fraction  $e^{-ht}$ .

Pour résoudre l'équation simplifiée, Fourier décide de procéder de façon constructive en cherchant les valeurs particulières les plus simples que l'on puisse attribuer à  $u$ , puis en composant ensuite une valeur générale en associant linéairement les valeurs particulières trouvées. Après quoi il lui faudra montrer que cette valeur générale peut être adaptée aux conditions thermiques initiales.

La recherche des solutions particulières montre que les valeurs :

$$u = a e^{kn^2 t} \sin nx$$

satisfont à l'équation quelles que soient les constantes  $a$  et  $n$ . Mais il faut évidemment que, si cette valeur  $u$  convient, elle ne change pas quand la distance  $x$  est augmentée de  $2\pi r$ ,  $r$  désignant le rayon moyen de l'anneau, puisque, pour cette valeur, on revient au même point de l'anneau. Il en résulte que  $2\pi r n$  doit être un multiple entier  $i$  de  $2\pi$ , autrement dit, il faut prendre  $n = i/r$ . La solution est donc :

$$u = a e^{-k(i/r)^2 t} \sin (i/r)x$$

avec  $i$ , nombre entier.

Que donne cette solution pour  $t = 0$  ? Pour  $t = 0$ , on a la distribution très spéciale :

$$u_0 = a \sin (i/r)x$$

Ce résultat aurait pu apparaître très gênant car on aurait dû rejoindre en principe une distribution thermique entièrement arbitraire : la loi de la propagation de la chaleur dans les solides avait été étudiée loin des sources de chaleur, et étant en quelque sorte indépendante d'elles. Or voilà qu'aux conditions initiales, une fonction tout à fait particulière (une sinusoïde) apparaissait.

Fourier aurait donc pu en rester là. Or c'est précisément ici que son « génie » mathématique s'est exprimé dans toute sa plénitude. Loin d'abandonner sa théorie, Fourier est resté logique à des principes qui lui paraissaient justes. Et puisqu'il tombait sur une sinusoïde au lieu de tomber sur une fonction arbitraire, il lui restait à montrer *que toute fonction arbitraire, si discontinue qu'elle soit, était susceptible de se décomposer en une série trigonométrique*. Cette transformation est connue depuis sous le nom de « transformée de Fourier » et c'est l'un des outils les plus merveilleux de l'Analyse moderne dont les applications sont multiples : théorie de la chaleur, donc, mais aussi théorie du potentiel ou de l'attraction des sphéroïdes, théories mathématique de l'élasticité lors des vibrations et aussi lors de l'équilibre intérieur des corps solides, théorie du signal, théorie de l'information, etc. La liste n'est pas exhaustive : nous soupçonnons la transformée de Fourier d'avoir énormément d'applications encore inédites auxquelles il est permis de songer.

Voyons donc comment s'introduit cette fameuse transformation.

Il est toujours possible de remplacer une fonction par une fonction équivalente, au moyen d'un changement de variable et d'écrire que :

$$F(x) = f(x/r)$$

Il suffit alors de développer cette fonction en série trigonométrique, ce qu'on savait possible depuis le milieu du XVIIIe siècle et les travaux de D. Bernoulli sur les cordes vibrantes<sup>5</sup>. Fourier pose que :

<sup>5</sup> J. Dieudonné, « L'analyse mathématique au XVIIIe siècle », in J. Dieudonné, *Abrégé d'histoire des mathématiques*, 1700-1900, Paris, Hermann, 1978, tome 1, p. 48 ; cf. N. Boubaki, *Éléments d'histoire des mathématiques*, Paris, Hermann, 1974, p. 260.



$$f(x/r) = b_0 + a_1 \sin(x/r) + b_1 \cos(x/r) + a_2 \sin(2x/r) + b_2 \cos(2x/r) + \dots$$

On obtient alors la température  $u$  en fonction du temps et de la distance à une origine fixe à partir de la formule :

$$u = b_0 + [a_1 \sin(x/r) + b_1 \cos(x/r)] e^{(kl/r^2)} + [a_2 \sin(2x/r) + b_2 \cos(2x/r)] e^{(2^2 kl/r^2)} + \dots$$

formule qui satisfait donc à l'équation différentielle du mouvement calorifique dans l'armille et à toutes les conditions initiales, géométriques ou thermiques.

## Philosophie de la transformée de Fourier

Pour Bachelard, le travail de Fourier amène plusieurs leçons épistémologiques :

1/ Fourier montre que la décomposition analytique n'est pas seulement mathématique mais correspond à une réalité physique. Elle résulte des propriétés physiques de la chaleur. Bachelard, lui, restera plus prudent : les équations calorifiques n'auraient-elles pas pu être résolues par d'autres fonctions, se demande-t-il ? Tout le possible a-t-il été pris en compte ?

2/ Incontestablement, la méthode de Fourier est positive, et elle fera d'ailleurs l'admiration d'Auguste Comte qui verra dans le traitement du problème de la propagation de la chaleur une véritable composition phénoménale, une explication des faits par des faits d'un autre ordre, par de véritables schémas rejoignant les faits mathématiques et purgés de toute métaphysique implicite. En même temps, Comte envisagera l'opportunité d'investigations plus minutieuses. En effet, dans l'analyse de Fourier, la chaleur spécifique des corps et le coefficient de conductibilité sont supposés constants. Mais, il est cependant possible qu'en réalité, ces paramètres soient susceptibles de varier avec la température : d'où une double difficulté, car alors, la propagation de la chaleur cesserait d'être linéaire et, dans l'ignorance des lois effectives de l'altération des coefficients thermiques en fonction de la température, la précision analytique reste un peu mythique. Il n'en demeure pas moins qu'il y a un ordre rationnel des problèmes et qu'on devait d'abord envisager les lois de propagation de la chaleur sous ces hypothèses simplificatrices afin d'obtenir une forme permettant d'avancer dans la résolution des problèmes.

Alors, certes, la théorie de la chaleur progressera après Fourier, notamment avec Duhamel, Poisson, Lamé et Boussinesq. On ira, bien sûr, vers une généralisation de plus en plus grande et une prise en compte réelle de tout le possible qui amènera, notamment chez Lamé, à un rapprochement des théories de la chaleur et de l'élasticité<sup>6</sup>, dont Bachelard soulignera, plus tard<sup>7</sup>, l'importance épistémologique.

<sup>6</sup> G. Bachelard, *op.cit.*, p. 113.

<sup>7</sup> G. Bachelard, *Le Rationalisme appliqué*, Paris, P.U.F., p. 206.

Mais le principal enseignement de la théorie de Fourier réside bien dans la transformation qui porte son nom et qui démontre la possibilité d'un développement en série des fonctions discontinues. Comme le remarquait du reste Bachelard, par ce développement, on arrive à associer *la continuité d'une solution générale à la discontinuité des données*. D'une part, les fonctions discontinues traduisent l'*arbitraire* de la distribution initiale ; d'autre part, les séries convergentes apportent l'*unité* de leur définition. Il en résulte qu'un régime *continu* a été associé, par un jeu mathématique, à un état initialement *discontinu*.

Cette performance, dont l'éminente valeur à la fois rationnelle et synthétique, sera soulignée dans le *Rationalisme appliqué*<sup>8</sup>, nous paraît avoir eu, pour Bachelard, une portée générique. Le problème posé à la philosophie moderne est le suivant : nous ne pouvons plus penser, comme à l'âge classique, dans le cadre d'un rationalisme unitaire et intemporel. Nous devons donc reconnaître à la fois le développement incessant de la connaissance et la multiplicité des approches et des perspectives de rationalité sur le phénomène. Il en résulte, sur le plan de la connaissance, un ensemble de *discontinuités* qui paraît, dans un premier temps, renforcer une sorte de vision irrationaliste de l'expérience. Mais comme l'écrit Bachelard, « un rationalisme qui s'instruit en construisant, un rationalisme qui suit la science dans son œuvre de synthèse ne peut être arrêté par l'objection de l'irrationalisme de ses éléments »<sup>9</sup>. Or précisément, la transformée de Fourier est la preuve même d'une victoire sur cet irrationalisme, preuve « d'autant plus frappante, écrit encore Bachelard, qu'elle est donnée à propos de constructions temporelles, donc à propos de la réalité du temps qui est le fief de certains irrationalistes »<sup>10</sup>.

On peut donc se demander s'il ne serait pas possible de réinterpréter toute la construction épistémologique de Bachelard en suivant le fil conducteur de ce modèle mathématique qui est peut-être l'une des meilleures analogies formelles qu'on puisse trouver à associer au bachelardisme pour comprendre ses méthodes<sup>11</sup>.

Observons que Bachelard, dès l'*Essai sur la connaissance approchée* souhaite, comme Fourier pour la chaleur, écrire l'« équation différentielle » du mouvement épistémologique<sup>12</sup>. Il paraît donc possible de concevoir la propagation de la connaissance dans le milieu culturel (ou spirituel) comme une sorte de chaleur traversant différents solides qui la ralentissent ou lui font obstacles. Il conviendra donc d'abord d'étudier le phénomène de la propagation loin des sources (et c'est pourquoi le regard de l'historien des sciences va du présent vers le passé), tout en évaluant les coefficients de conductibilité et les valeurs spécifiques de connaissance de chaque objet. Si, comme c'est vraisemblable, on trouve une sinusoïde comme

<sup>8</sup> *Ibidem*, p. 192-193.

<sup>9</sup> *Ibidem*, p. 192.

<sup>10</sup> *Ibidem*.

<sup>11</sup> Nous en avons signalé d'autres. Cf. D. Parrochia, *Mathématiques & Existence*, Paris, Champ Vallon, 1991, p. 72-74. Et notre conférence : « Réflexions épistémologiques et philosophiques sur quelques concepts mathématiques de l'œuvre de R. Fortet » in *Journées R. M. Fortet* (Lyon, juin 1995), Paris, Hermès, 1996.

<sup>12</sup> G. Bachelard, *l'Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Vrin, 1986, p. 16.

expression générique initiale de cette propagation, alors, il faudra montrer comment toute fonction conceptuelle apparemment totalement discontinue se décompose, en réalité, en séries sinusoïdales convergentes.

Ce programme a-t-il été réalisé? On peut noter, comme un signe de sa réalisation potentielle, la série des alternatives caractéristiques du bachelardisme, qui n'hésite pas à ramener l'ensemble du mouvement progressif de la connaissance à la dialectique du rationalisme et du réalisme, qui se précise localement en mathématiques et expériences, mais aussi bien, sur un autre axe, en rationalisme enseignant et rationalisme enseigné, qui donne lieu à des dialectiques locales telles que matières vs rayonnement, onde vs corpuscule, déterminisme vs indéterminisme, etc., dont les niveaux sont sans doute différents mais qui, toutes, sont prises dans la même sinusoïde générale. Mieux : ne faut-il pas rapprocher ce qui vient d'être dit au sujet de la propagation de la connaissance, du fonctionnement général de l'esprit, lui-même pris dans différents rythmes oscillatoires rattachés d'ailleurs, de près ou de loin, à l'alternance circadienne veille-sommeil.

### De l'analyse harmonique à la rythmanalyse

D'où l'attention portée par Bachelard aux rythmes, qu'un ouvrage de 1935, la *Dialectique de la Durée*, étudiera en précision, développant une philosophie du repos comme vibration heureuse, et une philosophie de l'harmonie fondée sur une manière d'« analyse harmonique », réussissant à intégrer les instants pourtant discontinus dans des systèmes d'instants eux-mêmes enveloppés dans de grandes ondulations rythmiques. On rencontre ici un Bachelard platonicien, avouant une philosophie idéaliste « où le rythme des idées et des chants commanderait peu à peu le rythme des choses »<sup>13</sup>.

Certes, il n'est pas question de totaliser toutes les séries, et l'on s'efforcera plutôt de rester dans une série particulière d'événements et de chercher, dans cette série, des liaisons aussi homogènes que possible, reliant notamment l'esprit à l'esprit<sup>14</sup>.

Mais Bachelard tente surtout, dans tout le livre, de montrer, à l'encontre de la théorie bergsonienne, que ni la durée ni la continuité ne peuvent être premières. Tout au contraire, elles sont, tout comme la série de Fourier, des constructions et des résultats qui intègrent différentes harmoniques.

On le voit déjà au niveau microphysique, où Bachelard décèle ce qu'on appellerait aujourd'hui un « temps fractal » fondé sur une homographie ontologique : « La statistique des différents états d'un seul atome dans la durée, est exactement la même que la statistique d'un ensemble d'atomes, à un instant particulier. En méditant ce principe, on doit se convaincre que, dans la microphysique, la durée antécédente ne pousse pas le présent, le passé ne pèse pas sur l'avenir. Puisque la figure de l'évolution d'un individu est entièrement homographique à la figure de

<sup>13</sup> G. Bachelard, *La dialectique de la durée*, Paris, P.U.F., 1950, avant-propos, p. XI.

<sup>14</sup> *Ibidem*, p. 27.

l'état d'une société, les conditions de structure peuvent s'échanger avec les conditions d'évolution»<sup>15</sup>.

Si, déjà au niveau physique, la facile continuité est troublée et le fil du temps « est couvert de nœuds », rendant le réel heurté et scintillant, les brisures restent cependant, à ce niveau, des accidents, échappant plus ou moins aux efforts de systématisation. Mais il en va différemment au plan intellectuel. Là, « les brisures sont solidaires de raisons dans l'activité psychique supérieure ; mieux, les petites variations énergétiques impliquées dans l'activité psychique supérieure entraînent des idées nouvelles. C'est là qu'on peut dire : à petites variations, grands effets »<sup>16</sup>. À écouter Bachelard, le dynamique prime alors sur le cinématique et engage une véritable algèbre des actes. Pour la décrire, Bachelard s'appuie apparemment sur des figures classiques traditionnellement associées à une volonté active (axes, droites, arêtes). La géométrie d'un psychisme adroit reste donc euclidienne : « les lignes courbes aux inflexions paresseuses sont des lignes de moindre pensée, de moindre vie spirituelle »<sup>17</sup>. Bachelard privilégie un ordre voulu entièrement construit, et visiblement modélisé par une topologie discrète : une « *analysis situs* » des instants actifs<sup>18</sup>.

La durée se construit donc à partir de là comme une série de « consolidations » et de superpositions. La *consolidation* (terme emprunté à Emile Dupéel), est un mode de stabilisation de la durée par régularisation ou densifications des actes intercalaires dont elle est faite, dégageant finalement une probabilité ordinale (non quantifiée) des décisions individuelles. L'idée d'une superposition des durées résulte, elle, de considérations empruntées à la physique quantique, qui place au cœur de sa conception du réel, non plus le mouvement mais le changement. Le temps spirituel semble en effet plus proche des « inconséquences quantiques que des cohérences rationnelles ou des consistances réelles »<sup>19</sup>. Or ce temps pensé, loin du temps psychologique et du temps biologique est un temps ordonné verticalement, dont le sommeil opère une désorganisation, mais que la veille rend cohérent. A ce temps ordonné en harmoniques verticales correspond tout naturellement une forme étagée du moi, autrement dit, une fonction consciente que Bachelard développe en cogito successifs, jusqu'à la quatrième puissance (cogito)<sup>4</sup>, ainsi que tout une psychologie composée, impliquant des sentiments liés à des exposants ((feinte)<sup>n</sup> ou (amour)<sup>n</sup>).

Bachelard considère même que l'essence de la musique ne se tient pas dans la mélodie, tout habitée d'une ligne temporelle horizontale, mais bel et bien dans la dialectique du son et du silence, que rend plus claire la théorie des superpositions rythmiques. Proche de Rameau, apparemment, il privilégie l'harmonie par rapport à la mélodie, et préconise une vie musicale « vraiment accidentée et libre », c'est-à-dire débarrassée de sa « viscosité sentimentale »<sup>20</sup>. Poussés à l'extrême, ces harmo-

<sup>15</sup> *Ibidem*, p. 62.

<sup>16</sup> *Ibidem*, p. 67.

<sup>17</sup> *Ibidem*, p. 70.

<sup>18</sup> *Ibidem*, p. 73.

<sup>19</sup> *Ibidem*, p. 91.

<sup>20</sup> *Ibidem*, p. 124.

riques du temps pensé, de plus en plus « lacuneux », débouchent sur cet « exact décousu » qu'est la causalité poétique où l'on va d'un centre à un centre, d'une ondulation à une autre, dans une manière de repos vibré du psychisme.

La réflexion de Bachelard peut alors se clore sur cette idée d'une rythmanalyse générale empruntée à Pinheiro dos Santos. Matière, vie, psychisme apparaissent alors soumis à des rythmes et c'est l'ensemble de l'être qui se présente désormais sous un aspect vibratoire. « Si la matière inerte entre déjà en composition avec les rythmes, il est bien sûr que, par sa base matérielle, la vie doit avoir des propriétés profondément rythmiques »<sup>21</sup>. Mais en fait, l'esprit tout entier est en proie à une activité rythmanalytique : c'est lui le véritable « maître des arpèges »<sup>22</sup>. L'« énergie spirituelle » est, selon Bachelard, de toutes les énergies, la plus près de l'énergie quantique et ondulatoire. Il faut donc contribuer à installer une bonne structure vibratoire dans l'esprit, ce qui est un problème à la fois pédagogique, psychologique et même moral : au-delà de ce qu'a fait la psychanalyse, qui a sous-estimé la vie consciente et rationnelle de l'esprit, il convient de régler ses ondulations. Bachelard en vient ainsi à défendre des rythmes lents, où « l'esprit impose sa maîtrise sur la vie par des actions peu nombreuses et bien choisies »<sup>23</sup>, d'où la nécessité de fonder cette vie de l'esprit sur des repères bien distribués, pourquoi pas une vie champêtre ? « Faut-il, par exemple, rappeler l'intérêt qu'une vie sage et pensive trouve à se régler sur le jour, sur la marche régulière des heures ? Faut-il dépendre la durée bien rythmée de l'homme des champs vivant d'accord avec les saisons, formant sa terre sur le rythme de son effort ? »<sup>24</sup> Certes, Bachelard tempère cet appel à la régulation champêtre en notant que l'encadrement de la vie humaine dans ces grands rythmes naturels fixe plutôt le bonheur que la pensée. Et loin de céder au lyrisme de Pinheiro dos Santos, qui valorise l'enfance, il insiste sur la nécessité d'une élaboration spirituelle de ce lyrisme, engageant surtout à faire chanter les idées. Il n'en demeure pas moins qu'une sorte de poétique ascétique<sup>25</sup> semble, en tout cas dans ce texte, un véritable opérateur d'intégration des harmoniques de la durée.

## Conclusions : physique et poétique

Bachelard, nous le savons, n'acceptait pas volontiers les réflexions théoriques que les physiciens, à la suite du renouveau opéré par la théorie de la relativité générale d'Einstein, menaient désormais de façon banale en cosmologie<sup>26</sup>. Ces « univers brevetés d'ingénieurs » lui semblaient quelque peu factices et la possibi-

<sup>21</sup> *Ibidem*, p. 138.

<sup>22</sup> *Ibidem*, p. 139.

<sup>23</sup> *Ibidem*, p. 147.

<sup>24</sup> *Ibidem*.

<sup>25</sup> Bachelard, certes, parle d'un « ascétisme épicurien » (p.150), notamment éprouvé appliquant à la poésie de Valéry les schèmes de la dialectique temporelle.

<sup>26</sup> G. Bachelard, « Univers et réalité » (1939), in *L'engagement rationaliste*, Paris, P.U.F., 1972, p. 104 : « Dans mon cas personnel... l'idée d'Univers se présente comme une antithèse de l'idée

lité même de développer une cosmologie « scientifique » lui paraissait trop ambitieuse et par là-même discutable. Dans son épistémologie prudente, régionale, et toujours en progrès, l'univers tout entier ne pouvait jamais devenir un « objet ». C'est pourquoi, sans doute, alors même que la relativité restreinte lui avait inspiré une conception particulière du temps<sup>27</sup>, développée dans *l'Intuition de l'instant*, jamais la relativité générale ne se transforma chez lui en cosmologie philosophique.

D'une transposition philosophique de la théorie de la relativité générale eût pu cependant résulter une étude systématique où le philosophe eût sans doute été à même d'articuler des espaces-temps individuels en une véritable cosmologie.

A la place d'une telle synthèse – qu'il n'a jamais envisagé ou, du moins, à laquelle il a probablement renoncé –, deux types d'analyse laissant pratiquement le temps et l'espace à l'état séparé<sup>28</sup>, se sont mis en place, toutes deux rendues effectives par le modèle de l'analyse harmonique : une poétique de l'espace comme analyse des sites de la vie intime, et une poétique de la rêverie comme phénoménologie des images littéraires. S'il fallait leur trouver des modèles, nous dirions que la première s'inspire de façon lointaine de la Topologie (*analysis situs*) et la seconde de l'Analyse (le calcul différentiel).

Avec le problème de l'adéquation des métaphores mathématiques au réel, dont la pertinence est toujours en question chez Bachelard, c'est là la seule limite que nous voyons à cette analyse, qui, par ailleurs, révèle une conscience épistémologique très vive de la valeur, à la fois scientifique, rationnelle et pédagogique, de cet opérateur majeur de l'analyse harmonique moderne : la transformée de Fourier.

Daniel Parrochia  
 Université Jean Moulin, Lyon 3  
 daniel.parrochia@univ-lyon3.fr

d'objet. [...] L'univers est l'infini de mon inattention. [...] L'idée d'Univers réalise de mon point de vue, une perte de structure. »

<sup>27</sup> Il s'agit de l'absolu de l'instant comme différentielle d'espace-temps, tel qu'il se déduit de la forma quadratique de Lorentz. Cf. D. Parrochia, *Les grandes révolutions scientifiques du XXe siècle*, Paris, P.U.F., 1997.

<sup>28</sup> La seule nuance qu'on puisse faire intervenir ici est le sentiment que procure la *Poétique de l'espace* que l'espace – en tout cas chaque site important de la vie intime – est, en fait, du temps concentré.







# Yves André, Charles Alunni

## De Bachelard aux mathématiques grothendieckiennes

### Entretien

**Charles Alunni** : Cher Yves, on te connaît avant tout comme un très brillant mathématicien, spécialiste en particulier des « motifs » grothendieckiens, et dont les intérêts philosophiques, sur lesquels nous reviendrons plus en détail, ne font pas mystère. Je crois savoir que dans ton parcours pensif, et ce dès tes études de jeunesse, la signature « Bachelard » a joué un rôle clé et néanmoins des plus paradoxaux. Le paradoxe ayant été ton rapport étroit à une œuvre qui aurait pu faire de toi un philosophe professionnel, mais qui, finalement, t’aura poussé vers la mathématique. Peux-tu nous en dire plus à ce sujet ?

**Yves André** : Merci Charles. Avant d’en venir à ma rencontre avec la figure et la pensée de Bachelard, j’aimerais évoquer les deux figures qui m’ont conduit à lui et qui, beaucoup plus largement, ont façonné dans ma prime jeunesse ma façon de penser. La première est celle de mon instituteur F. Boulicaut, qui, lorsque l’un d’entre nous a osé poser la question de tous les enfants « pourquoi le ciel est bleu ? », n’a pas dit « tais-toi ! » ni « question oiseuse ! » ni « qu’en sais-je ? », mais a répondu du tac au tac : « mais c’est l’effet Tyndall ! C’est un peu compliqué mais je vais essayer de vous expliquer cet effet de diffusion de la lumière, écoutez bien... ». Qui de nos jours ferait la même réponse que cet extraordinaire instituteur d’une petite ville de province (à une époque où il n’y avait pas d’internet) ? Ce sont là des paroles susceptibles de marquer pour toute sa vie intellectuelle un enfant qui a eu la chance, comme moi, de les entendre. Je me plais à imaginer qu’un Bachelard, dans ses cours de physique-chimie au collège, aurait fait semblable réponse. « Rester un écolier doit être le vœu secret d’un maître »<sup>1</sup>.

L’autre figure est celle de mon professeur de philosophie de lycée, P. Guenan-  
cia (depuis professeur à l’Université de Bourgogne), qui m’a introduit à Platon, Spinoza et Bachelard, sans doute les philosophes que j’ai le plus lus et relus depuis. C’était un formidable passeur, pratiquant la maïeutique socratique, qui a enflammé mon intérêt pour la philosophie. Jusqu’au niveau maîtrise, j’ai donc étudié parallèlement mathématique et philosophie, sans vouloir choisir.

Durant ces années, j’avais l’impression nette qu’il n’était pas de bon ton de mentionner ma passion pour l’œuvre de G. Bachelard, qui semblait passer pour un « dogmatique dépassé » (sans qu’on me donnât d’autre raison que l’occurrence fréquente du mot « doit » dans son œuvre épistémologique) – expression dévalorisante apparemment synonyme de « ni déconstructiviste, ni analytique ».

<sup>1</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, Paris, P.U.F., 1949, p. 23.

À cette époque Suzanne Bachelard donnait un cours d'épistémologie à la Sorbonne. Je m'y précipitai, mais déchantai vite : je n'y retrouvais ni la vigueur du style ni le cours inventif et plein de surprises des méditations de G. Bachelard (si ma mémoire ne m'abuse, d'ailleurs, Duhem était souvent cité dans ce cours, pas G. Bachelard). Cette déception, entre autres, m'a incité à réfléchir à mes orientations. Sur le critère de la voie qui offrirait l'aventure authentique la plus ouverte – avec ses risques, ses joies, son imprévu et son merveilleux –, j'en vins à choisir les mathématiques et non l'épistémologie (tout en cultivant mon goût pour la philosophie, et plus tard le dialogue avec des philosophes).

Ce n'est toutefois pas avec un philosophe qu'a eu lieu mon premier entretien sur Bachelard : c'était à l'École Atomique, où j'enseignais durant mon service militaire le cours de mathématiques (harmoniques ellipsoïdales etc.). Un jour, pendant le déjeuner, le capitaine de vaisseau qui dirigeait l'école entra à l'improviste au mess, nous fit signe de nous rasseoir et vint s'asseoir en face de moi. Ayant entendu dire que je m'intéressais à l'épistémologie et s'en piquant lui-même, il voulait saisir l'occasion d'une discussion, qui s'engagea autour du continuisme de Duhem qu'il soutenait, et des thèses de Bachelard que je lui opposais, avec vigueur et force exemples, dans le silence sidéré de tout le mess.

**C. A. :** Quel a été (et quel est encore aujourd'hui) le ou les textes fondamentaux de Bachelard qui reste(nt) pour toi une référence ? Je crois me souvenir que *La Philosophie du non* fut à cet égard un texte privilégié...

Qu'a pu représenter pour toi un texte comme *L'Essai sur la connaissance approchée* ?

**Y. A. :** Si ma mémoire ne m'abuse, c'est par *L'Essai sur la connaissance approchée*, *La Formation de l'esprit scientifique* et *La Philosophie du non* que j'ai abordé son œuvre, et été ébloui par le caractère fondamentalement ouvert de son épistémologie. Ses thèses discontinuistes et les vertus de l'induction m'enchantèrent aussi par leur consonance avec l'esprit d'aventure en sciences que je viens d'évoquer.

Plus tard, ce sont des textes plus tardifs comme *Le Rationalisme appliqué* ou *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine* qui m'ont davantage inspiré. Mais j'ai mis longtemps avant de me familiariser avec l'idée de surrationalisme.

Parallèlement, j'ai abordé avec un même enthousiasme la partie « littéraire » de son œuvre. *L'eau et les rêves*, *L'air et les songes*, *La flamme d'une chandelle* peuvent se lire comme de magnifiques anthologies, lectures interrompues par la rêverie et les méditations du philosophe. Ces textes m'ont appris à lire la poésie : « la muette lecture, la lente lecture, donne à l'oreille tous les concerts »<sup>2</sup>.

Quant aux deux volumes sur *La terre et les rêveries*, les dernières pages de la *Poétique de la rêverie* les mettent un peu à part, car il s'agit là de rêveries de la substance, de rêveries où l'on pense, veut, et expérimente ; or de telles images « sont touchées par une polémique entre imagination et pensée », ligne de partage entre les deux pans de son œuvre.

<sup>2</sup> Bachelard, G., *La Poétique de la rêverie*, Paris, P.U.F., 1960, p. 22.

**C. A.** : Ta lecture des textes bachelardiens a-t-elle eu véritablement un effet sur tes choix mathématiques initiaux et continue-t-elle à t'inspirer au titre de mathématicien ? Quelle est la place de ces textes dans l'élaboration même de ta pensée mathématique personnelle ? Comment bordent-ils, consciemment ou inconsciemment, ton activité mathématique ?

**Y. A.** : Ce n'est pas au niveau de mes choix mathématiques initiaux que mes lectures bachelardiennes ont eu un effet. Leur influence est plutôt due aux nombreux passages méthodologiques, pédagogiques, ou axiologiques que contiennent ces textes : « la surveillance intellectuelle de soi », la connaissance comme erreur rectifiée, l'éloge de la curiosité (« si nous pouvions revivre ces grands instants historiques de la greffe mathématique entée sur le sauvageon de l'expérience, ils nous livreraient une sorte de *dialectique de la curiosité* »<sup>3</sup>).

Mais aussi la « pédagogie du non » (penser contre soi et en décalage des attitudes convenues, en mathématique), et l'importance de la recherche des problèmes (« dans la vie scientifique, les problèmes ne se posent pas d'eux-mêmes. C'est précisément ce sens du problème qui donne la marque du véritable esprit scientifique. [...] Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit »<sup>4</sup>).

Plus tard, ces (re)lectures m'ont aussi encouragé à écrire sur l'« intellectualité mathématique » (sur la question de l'orientation de la pensée, sur le style, sur la question du contemporain, sur la possibilité de penser sans concept en mathématique<sup>5</sup>, etc.).

**C. A.** : Serais-tu d'accord pour parler d'une vision bachelardienne des mathématiques, de leurs fondements, de leur « historicité », de leur dialectique, et également de leur rapport à la physique ? Où situerais-tu son exceptionnelle singularité ?

**Y. A.** : Tu as consacré un travail de fond à la vision bachelardienne des mathématiques ; aussi est-il bien embarrassant de te répondre que la partie de son œuvre touchant aux mathématiques « pures » est peut-être celle qui me touche le moins – même si j'acquiesce à beaucoup de ses thèses, et applaudis à celle-ci : « il faut rompre avec ce poncif cher aux philosophes sceptiques qui ne veulent voir dans les mathématiques qu'un *langage*. Au contraire la mathématique est une *pensée*, une pensée sûre de son langage »<sup>6</sup>.

Cela tient sans doute à ce que Bachelard me semble en ce domaine moins soucieux de la *pratique* du mathématicien (de son temps) – moins en tout cas qu'un Lautman. Paradoxalement, tel ou tel passage de sa phénoménologie de l'imagina-

<sup>3</sup> Bachelard, G., *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, P.U.F., 1951, p. 43.

<sup>4</sup> Bachelard, G., *La Formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1938, p. 16.

<sup>5</sup> Cf. André, Y., *Peut-on penser sans concept en mathématique ? (ou : Quand la mathématique peine avec ses concepts.)* Séminaire « Philosophie de la pratique mathématique » du Collège de France (22/11/2021). <https://www.college-de-france.fr/site/timothy-gowers/seminar-2021-11-22-14h00.htm>. Voir également, « Réflexions sur l'écriture et le style en mathématique », Paris, *Gazette de la Société mathématique de France*, 153, juillet 2017.

<sup>6</sup> Bachelard, G., *L'Activité rationaliste*, *op. cit.*, p. 42.

tion poétique consonne davantage avec certains aspects de la recherche mathématique. Ainsi, le second chapitre de *La Poétique de la rêverie* (sous-titré *animus-anima*), où il développe cette idée que « la rêverie, si différente du rêve, qui, lui, est si souvent marqué des durs accents du masculin, nous est apparue – au-delà des mots cette fois – d'essence féminine »<sup>7</sup> me fait inmanquablement penser aux développements que Grothendieck donne dans ses *Récoltes et Semailles* à la dialectique entre le faire (*animus*) et l'écoute (*anima*) en recherche mathématique – écho qu'on retrouve jusque dans le flux des « images privilégiées du feu, de l'eau, de l'air, des vents et du vol »<sup>8</sup> qui irrigue ces développements.

Quoi qu'il en soit, c'est plutôt la vision bachelardienne des *rappports* entre mathématiques et physique que je trouve exceptionnelle et inspirante. Elle éclaire de multiples façons, comme tu le notes, la « rationnelle applicabilité » des mathématiques en réponse à leur « déraisonnable efficacité » (Wigner) ; tout en soulignant que la « question n'a aucun sens pour qui réduit le rationnel au logique »<sup>9</sup>.

À titre d'exemple, j'aime particulièrement cette saillie : « l'expérience vécue du jet d'une pierre coefficiente tellement l'importance de l'impulsion première qu'un esprit interrogé dans sa naïveté est toujours surpris d'*apprendre* que la trajectoire est symétrique par rapport à la verticale passant par son sommet. On ne *comprend* cette symétrie que lorsqu'on a accédé à la connaissance mathématique de la trajectoire »<sup>10</sup>. En deux phrases, sur un exemple commun, précis et frappant, il donne la quintessence de sa vision : « les grands obstacles de l'affectivité des convictions »<sup>11</sup>, puis la surprise d'*apprendre*, puis ce que la théorie mathématique « informant » l'expérience permet de *comprendre*.

**C. A. :** Tu es impliqué dans l'étroit dialogue Philosophie-Mathématique-Musique concrétisé par l'expérience Mamuphi<sup>12</sup>. Tu as été à l'origine de cours de mathématique contemporaine pour non-mathématiciens. Pourrais-tu préciser ce que représentent pour toi les deux traits d'unions transdisciplinaires qui accolent ces trois disciplines. Tu es toi-même musicien et mélomane, ce qui est assez souvent le cas des grands mathématiciens (voir Alain Connes par exemple). Comment vois-tu en particulier la place des mathématiques et de la philosophie dans la composante musicale ?

**Y. A. :** Mamuphi est en effet un lieu de dialogue privilégié entre mathématiciens, musiciens et philosophes, un dialogue « borroméen » : l'absence d'une des composantes dénouerait le dialogue entre les deux autres. Pour autant, ces trois composantes ne jouent pas le même rôle. Il s'agit le plus souvent de confrontations

<sup>7</sup> Bachelard, G., *La Poétique de la rêverie*, op. cit., p. 17.

<sup>8</sup> *Ibidem*, p. 189.

<sup>9</sup> Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, op. cit., p. 44.

<sup>10</sup> *Ibidem*, p. 176.

<sup>11</sup> *Ibidem*, p. 48.

<sup>12</sup> Sur Mamuphi (Mathématique, musique, philosophie), voir la vidéo <https://www.editions-delatour.com/fr/sciences-de-la-musique/1874-a-la-lumiere-des-mathematiques-et-a-l-ombre-de-la-philosophie-9782752101396.html>

entre intellectualité mathématicienne et intellectualité musicienne, soutenues par le contrepoint de la philosophie qui nourrit le dialogue et le protège contre un discours psychologisant (il peut s'agir d'ailleurs de l'intellectualité propre d'un participant mathématicien ou musicien, illustrée sur un thème précis, ou bien de celle d'un auteur du passé – comme Poincaré, Weyl ou Grothendieck, du côté mathématique).

Il peut aussi s'agir de points de vue de philosophes sur (ou nourris par) la musique ou les mathématiques ; ou encore de thèmes généraux déclinés suivant les trois disciplines (comme le Romantisme, thème très inhabituel du côté mathématique, qui renvoie à la *Naturphilosophie*).

Ce dialogue suscite des initiatives imprévues, comme ces leçons que j'ai données « à la demande de musiciens désirant s'initier à la mathématique contemporaine, non pas sur le mode d'un cours de solfège, mais plutôt sur celui d'une série de concerts », et qui forment la matière de mon récent livre *Dix regards sur la mathématique contemporaine*<sup>13</sup>.

Certains compositeurs font intervenir les mathématiques ou la philosophie dans leurs gestes créateurs. Mais lors de la préparation d'une interprétation, ces disciplines ne font que border la pratique musicale, en amont ; vient ensuite l'étude approfondie des œuvres, qui peut prendre des années. C'est tout ce que l'interprète peut et doit faire de son côté, en espérant que le jour du concert vienne l'oiseau bleu de la musique : être pris par la musique et non l'inverse est la plus haute expérience d'un interprète (cela change tout pour le public même s'il l'ignore).

**C. A.** : L'histoire des mathématiques (ou l'histoire pour les mathématiques) t'intéresse fortement, en particulier dans sa différence de statut par rapport à l'histoire de la philosophie (et à l'histoire pour la philosophie). Comment préciserais-tu cette question ? Vois-tu une singularité des mathématiques à cet égard ?

**Y. A.** : Les différentes disciplines de pensée entretiennent des rapports très dissemblables à leur histoire. On peut opposer celles, comme la philosophie, qui considèrent cette histoire comme leur appartenant en propre et qui l'enseignent au même titre que leurs savoirs propres ; et celles, comme les mathématiques, qui en grande partie l'ignorent et rejettent son enseignement en dehors de leur espace de travail.

En mathématiques, la refonte continuelle des théories, la métamorphose et le croisement imprévus des idées sont essentiels au développement de la discipline. Mais c'est au prix d'une perte de traces et d'un brouillage de pistes, contre lesquels les mathématiciens ressentent le besoin d'enquêter sur les origines et la généalogie de leurs concepts. Ces analyses régressives partent du concept ou du théorème contemporain pour en trouver, en traçant des trajectoires conceptuelles, les racines, souvent plurielles.

Elles sont couramment présentées à rebours sous la forme inversée de récits chronologiques où, par étapes successives et comme de toute nécessité, le

<sup>13</sup> André Y., *Dix regards sur la mathématique contemporaine*, Paris, Spartacus, 2021.

concept contemporain se dégage – un peu comme, à l'Académie de Florence, le David de Michel-Ange se dégage de la série des prisonniers, dans un arrangement inauthentique mais saisissant ; or cette présentation concorde mal avec l'image foisonnante et sinieuse de la recherche que renvoient les analyses d'historiens des mathématiques.

Bachelard valorisait ainsi cette opposition : « la *story* de la science, l'histoire pourvue d'une finalité de la raison, d'une finalité de la vérité, d'une finalité de la réalisation technique, voilà ce qui " fascine " le savant. La *story* présente un intérêt beaucoup plus grand que l'*history*. La *story* a une valeur pédagogique insigne qui dépasse les simples valeurs de l'érudition. »<sup>14</sup>.

Toutefois, dissiper le malentendu et l'illusion téléologique requerrait sans doute une réflexion de fond associant historiens et mathématiciens, à l'aune de celle qu'ont menée les biologistes il y a un demi-siècle : lorsque, empêtrés dans la censure des causes finales qui les empêchait de dire par exemple qu'une tortue allait vers le rivage *pour* la ponte collective, ils sortirent de l'impasse en élaborant la distinction épistémologique nette et fine entre téléonomie et téléologie.

Je rêve d'un livre d'histoire des mathématiques conçu comme un voyage aller-retour : d'abord la *story* (sous une plume mathématicienne) d'un concept ou d'une théorie en quête de ses racines passées, et retour vers le présent par l'*history* (sous une plume historienne).

<sup>14</sup> Bachelard, G., *L'Activité rationaliste*, op. cit., p. 39.







**Charles Alunni, *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'école surrationaliste*, Paris: Hermann, 2019. 494 pp. Appendices, Bibliography (37 pp.), Onomastic Index.**

*Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'école surrationaliste* provides a highly sophisticated account of Bachelard's work and its influence in the European philosophy of science. The volume is organized around two main parts, one devoted to Bachelard *per se* (*Partie I : Figure*, pp. 11-154), and another devoted to Bachelard *per alium* (*Partie II : Spectres*, pp. 157-422). The main concepts studied in the book are (i) *surrationalism* (a not always accepted translation of "surrationalisme") and (ii) *spectrum culturalism* (a new understanding of the term "spectre", blending irradiation, influence and inverse/negative approaches to knowledge). The difficulty in translation shows already the profound originality of Alunni's enterprise. The work is inscribed in a great French tradition (Poincaré, Brunschvicg, Cavallès, Lautman, Desanti, Vuillemin, Châtelet, Petitot, Badiou), but excels to *go beyond* the usual reception, and includes, around Bachelard, other resonances and harmonics with lesser known names (exceptional studies on Juvet and Winter, for example). In that sense, *Spectres de Bachelard*, where 20 years of Alunni's studies are summed up, may well be understood as a *culmination* in the French school of philosophy of mathematics.

On one hand, (i) *surrationalism* (term invented by Bachelard in 1936) introduces both an internal dialectics in which reason reflects on itself and *goes beyond* its very rationale, and an external dialectics in which objectivism is *augmented* through the abundant constructivist interpretations of the subject. In this frame, a thorough *spiritual liberty* is introduced in the philosophy of sciences, with strong consequences in esthetics and the philosophy of art. On another hand, (ii) *spectrum culturalism* offers both a *multiplication* of perspectives (iteration, recursion, distribution) and a possibility of *convergence* through a lattice order of *philosophical tones*. Some hidden harmonics and fractal deviations help to calibrate the *rich strata of the spectrum/specter* associated to Bachelard's figure.

The first chapter, "I. Relativités et puissances spectrales chez Gaston Bachelard" (pp. 11-70), studies the connections between Bachelard and Einstein, exposing many common points around their non-positivistic postures, their "constructive realisms" and their extraordinary riemannian-weylian vision of reality: "la matière nous apparaît sous la forme d'une contingence en quelque sorte feuilletée" (Bachelard's quote, p. 25). Alunni recalls that Einstein could not refer explicitly to Bachelard for chronological reasons, while, on the other hand, an explicit review of the many appearances of Einstein in Bachelard is provided (pp. 27-31). Alunni offers a thorough analysis of *La valeur inductive de la relativité* (1929), both external (through its reception, pp. 31-53), and internal (through Bachelard's "induction" and "synthèse inductive", pp. 54-63). A final section addresses the metaphysical consequences of their posture, and Einstein is seen as a welcome "électrochoc

métaphysique à l'usage des philosophes" (p. 65). In our short-visional era, Alunni's detailed study of the higher connections between Einstein and Bachelard, always looking *beyond* our restricted contingencies, offers some air and breath for the younger generations: knowledge do needs science, metaphysics, and metaphor.

The second chapter, "II. La valeur inductive de la relativité contre la Phénoménotechnique" (pp. 71-89), written as a counterpart to Daniel Parocchia's introduction to the long awaited reedition (2014) of *La valeur inductive de la relativité*, shows forcefully the continuity of Bachelard's thought, between *La valeur* (1929) and *Le rationalisme appliqué* (1949). Alunni deconstructs Parocchia's dubious interpretation of a shift, or even a "contradiction" in Bachelard's opus, and underlines on the contrary a continuous attention to mathematical abstraction ("induction algébrique et amplifiante", p. 83), key to a "noumenological mathematics" (p. 87) inscribed both in Relativity and Quantum Mechanics. The third chapter, "III. Pour une métaphorologie fractale" (pp. 91-112), introduces a beautiful dialogue between Bachelard and Alunni, where the latter displays his metaphorical imagination following a full counterpoint with Bachelard's profound ideas and images. Recalling Bachelard's insistence on the notions of spectrum and spectra, Alunni reveals the techniques that a pluralistic philosophy of science must possess, derived from spectrality conditions: order, diffusion, symmetry, dialectics (pp. 94-95), leading to a continuous "transduction" of knowledge, based on "*rappports sans supports et sans rapporteur*" (Bachelard's quote, p. 92; an incredible anticipation of the highest themes in Category Theory). The force of both Bachelard and Alunni's interlacing between abstract thought and metaphorical language is expressed in a pair of Alunni sentences, that this reviewer cannot resist to quote in full:

Il en va dès lors d'une double contamination, d'une rythmique dialectique et duale, d'une bi-réflexion arc-boutée et tendue selon les contraintes libératoires d'un échangeur commun. Question de partages, de pontage, et donc de tra(ns)ductions des frayages doublement engagés mais toujours repris dans l'unité d'un horizon de pensée irréductiblement commun. (p. 95)

Contamination, rhythm, dialectics, reflection, liberation, unity in the diverse, are some of the forceful characteristics of Bachelard's thought ("polyphilosophie en mesure de filer les brins différentiels de la pensée", p. 111), fully reflected also in Alunni. The third, brilliant, chapter finishes with some considerations around Derrida and Nottale in their reactions to Bachelard's metaphorology (pp. 101-112).

The fourth chapter, "IV. Bachelard face aux mathématiques" (pp. 113-138), addresses many Bachelard citations where his "*surrationalisme*" (1936) is closely related to the freeness of abstract mathematics, and where a negative mathematical dialectics opens the possibility of "*surobjects*" ("le surobject est le résultat d'une objectivation critique (...) [et] est très exactement la non-image", Bachelard's quote, p. 119). One senses fully the incredible Bachelard anticipations of the *extended reason* that other great thinkers will rediscover on their own in the 20th century. On the other hand, Alunni destroys the repeated prejudice ("poncif", spread through Roger Martin's intervention at the Cerisy Colloque, 1970) that Bachelard

would have been far away from mathematical thought. With his usual care – that is with high conceptual and terminological precision, and with a thorough reading of the literature, both primary and secondary, which this reviewer considers pretty unique –, Alunni shows how Bachelard was extremely aware of the mathematics of his time, how he mentioned them densely in his work, and how some models (particularly around algebraic geometry and riemannian geometry, pp. 136-137) were even at the very base of his “rationalisme appliqué”. The fifth chapter, “V. Métaphysique des mathématiques: Spinoza chez Bachelard” (pp. 139-154), uncovers a forgotten Bachelard article (“Physique et métaphysique”, in *Septimana Spinozana*, 1933), where Alunni sees already present the main operators of Bachelard’s thought: organic link science / metaphysics, pregnancy of a mathematical noumenology, centrality of induction, non-Kantian critique of the Real, “*surdialectique*” (p. 139). After reading in depth the texts on Spinoza (Brunschvicg 1894, Bellangé 1912) that may have influenced Bachelard, Alunni goes on to explain Bachelard’s main intuition: “Il y a peut-être intérêt à prendre un morceau de spinozisme comme *germe de cristallisation* pour une philosophie de la science moderne” (Bachelard’s quote, p. 149). There, we enter in an *axiomatics* of a dialectical superposition between Spinoza’s *natura naturans* (mathematical thought) and *natura naturata* (experimentation), modelled through... the Möbius strip! (p. 150). Towards an amplification of the polarities, towards the construction of a *natura constructa* and a *natura construans* (“créer l’expérience comme la pensée *more geometrico*”, Bachelard’s quote, p. 154), negations, inversions, gestures, contaminations, augmentations, become then fundamental operators of Bachelard’s “*surdialectique*” and “*surrationalisme*”. With the fifth chapter, ends Part I (“Figure”) of *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l’école surrationaliste*. Bachelard’s *figure* emerges with a sense of *deepness and never ending originality*, probably not sensed before in Bachelardian studies.

On the other hand, Part II (“Spectres”) studies the many counterpoints and echoes of Bachelard’s work along the non Anglo-Saxon philosophies of sciences in the 20th century. The French and Italian schools become prominent in a natural dialogue: Albert Lautman, Gustave Juvet, Maximilien Winter; Federigo Enriques, Ettore Majorana, Gian-Carlo Rota; and a small excursus on the ETH school (Hermann Weyl, Wolfgang Pauli) is provided on the German side. The sixth chapter, “VI. Albert Lautman et le souci brisé du mouvement” (pp. 157-179), offers an introduction to Lautman (in the appreciation of this reviewer, the deepest philosopher of mathematics in the 20th century), measuring his reception (pp. 159-161), his use of Heidegger (pp. 162-173), and his connection between mathematics and physics around symmetry and dissymmetry (pp. 173-179). In particular, Alunni’s careful discussion of Heidegger on Lautman (for which the young Normalien has been consistently criticized) shows the importance of a “desubstantialisation” or “*an-hypostatic will*” (p. 164) in Lautman’s project, akin to Heidegger’s architectural *hierarchy* of passages between essence and existence: beyond a naïve absolute Platonism that Lautman never supported, a dynamical, dialectical, differential, Platonism emerges, closer to Châtelet’s “*force de l’ambiguïté*” and “*balance dialectique*” (p. 165), which encompasses the fields of mathematical practice.

The seventh chapter, « VII. L'«École de l'ETH» dans l'oeuvre de Gaston Bachelard. Les figures spectrales d'Hermann Weyl, Wolfgang Pauli et Gustave Juvet» (pp. 181-208), situates, along with Mario Castellana, the haunting force of an *spectral* "Italian-French neorationalism" (p. 182), which will consistently oppose the Vienna Circle and its derivations into *bright* Anglo-Saxon analytical philosophy. First, Alunni studies Weyl's presence in Bachelard's principal and complementary Ph.D. theses (1927), as a "geometer of matter" (p. 189), following Riemann's structural and functional understanding of an augmented reality (pp. 188-189), where mathematics becomes a *commanding key* to phenomenology: "l'unité mathématique qui se constitue dans une axiomatique de la Physique commande entièrement l'unité du phénomène" (Bachelard's quote, p.192, a sense exactly anticipated in the 1880s by an unknown Peirce at Bachelard's time). Second, Alunni delves into Pauli (or the "Schola Quantum" in a wink), a central figure in Bachelard's writings on quantum mechanics and on its extension to a non-realistic "quantum metaphysics" (p. 195), part of a fundamental "complexification of philosophical thought" (p. 201). Third, Alunni, with his keen sense for recovering original and profound thinkers erased by the developments of normal academicist philosophy (an "aberration", p. 202), rediscovers for our times the work of Gustave Juvet (1896-1936), another of the French neorationalists (or surrationalists) dead at a young age (along with Cavallès and Lautman). Juvet's studies on the tensor calculus (1922), his articles (with Ferdinand Gonseth) on Kaluza-Klein's fifth dimension to extend Relativity (1927-1928), and his work on Clifford algebras and its applications to physics (1930-1932), summed-up in his book *La structure des nouvelles théories physiques* (1933, studied and mentioned both by Bachelard and Lautman), show not only Juvet's instinct to understand in depth some hidden mathematical structures of physics, but also his extraordinary actuality one hundred years later. The eight chapter, "VIII. Gustave Juvet (1896-1936), un pionnier oublié des études cliffordiennes" (pp. 209-257) offers the first complete study on Juvet's opus. Characteristic of Alunni's efforts, the text renders a tribute to the *forgotten*, situating the due relevance of alternative original thinkers, beyond the ephemeral modes of academic power. Alunni's *sacrifice*, offering his sharp intelligence to the resurfacing of *others*, is a jewel of generosity hardly seen in our times, where light navigation and self-promotion abound. A brief intellectual portrait (pp. 211-214) shows Juvet's pregnant interests, fostered in the Séminaire Hadamard, along the Riemann-Weyl lines of a geometrization of physics; at 26 years of age, Juvet founds and directs a "Collection de monographies scientifiques étrangères", where he translates Sommerfeld, Jeans, Wegener, before presenting his Ph.D. thesis (1926) under Élie Cartan; moving to Switzerland, he agitates the mathematical community, presides the Swiss mathematical society, edits its main journal, and publishes *La structure des nouvelles théories physiques* (1933) and *Leçons d'analyse vectorielle* (2 volumes, 1933, 1935), before dying of an embolism in a mountain promenade (recalling the tragic final of the mathematical genius, Jacques Herbrand, in 1931). Alunni offers a synthetic view of Juvet's writings (pp. 214-225), detailing his contributions in analytical geometry, differential geometry, Kaluza-Klein, and Clifford algebras, before proceeding to a novel understanding of his work in the main section "La

philosophie symplectique de Gustave Juvet. Un surrationalisme des structures” (pp. 226-254). Here, one reckons how much the philosophy of science *loses in forgetting* alternative figures as Juvet, Lautman, or Winter (chapter IX below): (i) a philosophy of structures and groups (pp. 235-242) deconstructs any substantialist perspective, well before a language theoretic orientation will proceed to a similar goal, (ii) a methodological “relationalism and algebrization” (pp. 243-247) and a “philosophy of operators” (pp. 247-252) sustain a functional ontology without points, well before a transitory or category-theoretic ontology will be suggested to understand mathematical practice, (iii) a “symplectic philosophy” (pp. 253-254) offers a wealth of interlacing and joining operators (“entrelace”, “tresse”, “tisse”, p. 254), anticipating our contemporary “knot” obsessions.

The ninth chapter, “IX. Maximilien Winter et Federico Enriques: des harmonies exhumées” (pp. 259-287), explores part of Winter’s work (again, one of the forgotten) in harmonic conjugation with Enriques, subsumed both under a “surrationalist constellation” (p. 261), where “rectified knowledge”, “recurrence foundations”, and a “constructability” drive beyond immediacy (p. 262), govern the situation. Alunni recovers the importance of the *Revue de Métaphysique et de Morale* (nicknamed by Alain, *Revue de Mathématiques et de Morale*, a conjunction unthinkable nowadays) as a “pourvoyeuse des sciences contemporaines” (p. 263), and studies the role therein exerted by Winter. The first to point to Einstein in France (*La méthode dans la philosophie des mathématiques*, 1911), Winter constitutes himself as a “passeur” between philosophers, mathematicians, and physicists, an incessant activity well documented through a copious correspondence. Contesting logistic (p. 272) and positivistic (p. 274) attitudes, Winter constructs his philosophy of science under an extended “mathématisme” (p. 275), very close to Enriques’ own position (in *Il significato della critica dei principi nello sviluppo delle matematiche*, 1912). In fact, Alunni detects in Winter one of the fundamental approaches of his very critical method:

(...) le philosophe doit s’immerger conceptuellement dans le texte mathématique pour en dégager *surrationallement* les enjeux fondamentaux. (p. 276)

The *immersion* in mathematical texts is indeed *mandatory* to be able to think about mathematical thought (fundamental recurrence). Far away from an analytical philosophy which has only handled set theory and classical logic, the “surrationalist constellation” was already dealing with the new developments of geometry, topology, algebra, number theory, functional analysis, mathematical physics... Through axiomatics, dialectics, harmonics, successive approximations, negativity (where Galois and Riemann, again, open modern mathematical thought), Alunni observes in Winter and Enriques the emergence of a *metaphysical mobility* (pp. 278-282), well present in Bachelard’s “pédagogie de l’ambiguïté” and “ontologie du complémentaire” (Bachelard’s quotes, p. 285), and which all Grothendieckian mathematics will *prove in act* in the second half of the 20th century. The tenth chapter, “X. Ettore Majorana et la philosophie: entre affinités électives et conjectures philosophiques” (pp. 289-314), evokes the many fictions written on Majorana



na, and opens the possibility of understanding his ghostly appearances through the notion of “spectre” (both *spectrum* and *specter*, pp. 298-299). Alunni then studies the many elective affinities between Majorana and Giovannino Gentile Junior (the son of Giovanni Gentile), both colleagues in Rome in the 1920s, where Gentile’s good knowledge of the developments of group theory in physics (pp. 310-312) is transmitted to Majorana’s fantastic intuition. Again, mathematical structures serve as a natural bridge between physical phenomena and spiritual content (following Heisenberg, p. 314).

The eleventh chapter, “XI. Gilles Châtelet, figure romantique du surrationalisme” (pp. 315-393), offers a very complete presentation of Châtelet’s work, the last gigantic philosopher of mathematics of the French school. Châtelet’s presentation is divided in two central parts. On one hand (sections 1-5 & 7-8), the main forces behind Châtelet’s work (*Les enjeux du mobile*, 1993, *L’enchantement du virtuel*, 2010, eds. Alunni, Paoletti) are revealed: Romanticism, creative Dialectics, articulation theory, gestural practice, metaphorical inventiveness, visual schematization, freeness operators, dynamic virtuality, mathematical pulsation, sensibility to the negative and the obscure. On another hand (section 6), a long study of Châtelet’s geometric thinking is provided, around some of his most intriguing and original visions: attention to points, arrows, and diagrams, in order to think synthetically the abstract and the concrete, and to foster a piercing imagination (“suture” / “structure” between images, diagrams, and developing thought, p. 385). In Alunni’s detailed analysis, one senses the greatness of both of Châtelet and his commentator (the “grand style”, as Badiou puts it, p. 320), who, in the *abyssal* dimension of the problems proposed and the *precision* of the terminology used, are able to deal with the very true and profound *raison d’être* of human thought. There, the Romantic attention to the *deep*, articulated with Châtelet’s *exact* knowledge of modern and contemporary mathematics, produces an extremely dynamic philosophy of mathematics (and culture, and life: “le philosophe est transversal, diagonal, voyageur”, Badiou’s quote, p. 393), beautifully captured in Alunni’s metaphor “structure möbiusienne de l’œuvre au noir” (p. 389). Finally, the twelfth chapter, the last chapter of the book, “XII. Gilles Châtelet et Gian-Carlo Rota: deux mathématiciens aux avant-postes de l’obscur” (pp. 395-422), underlines again the importance of a *wide reason*, a *spectral knowledge*, a *surrationalist openness*, where a “pensée jaillissante” (p. 401) *can never be reduced* to apparently exact linguistic constraints. Alunni underlines how both Rota and Châtelet, united around an appreciation of the forgotten Grassmann (pp. 403-406), proceed to a « refus *vigoureux* mais *rigoureux* de l’approche logique et langagière dans la pensée du nouage entre science et philosophie, précisément parce que les savoirs ne se réduisent pas à leur dimension officielle» (p. 398). Beyond academic officialism, beyond the modes of power, Rota and Châtelet (and Alunni with them) explore the *strategies of invention* in mathematics (also expressed in Grothendieck’s *Récoltes et semailles*, p. 416), where a full combinatorics of signs (vague/exact, visual/linguistic, abstract/concrete) governs mathematical creativity. Two useful appendices offer an indexing of all the articles of the *Revue de Métaphysique et de Morale* (1893-1947: fantastic presence of mathematical thought), and, in particular, a list of the articles of Maximilien

Winter in the *Revue* (1893-1931). An outstanding bibliography (pp. 439-476) will serve to experts and newcomers alike, in order to obtain a precise and deep approach to the “constellation surrationaliste”. A useful onomastic index completes the volume.

Physical robustness, mathematical precision, and metaphysical freedom, are all studied with outstanding imagination in Alunni's work. Through dense re-readings, new insights, reorganization of hierarchical information, Alunni explores the ever difficult *back-and-forth* between abstract universals and concrete particulars, following Bachelard's *spectrum irradiation*, an essential approach to understand our times. *Going beyond* is a Bachelardian characteristic of Alunni's conceptual framework, which becomes inscribed in his very style. In fact, *Spectres de Bachelard* not only offers an outstanding panorama of European philosophy of science in the 20th century, but also, through the richness of its language, the recursive development of concepts, and the material disposition of never ending notes at bottom of the page, the work becomes a *high example of literary style*, reminiscent of both Proust and Bachelard's *density of intelligence*. One cannot emphasize enough how Alunni's magisterial book lies in its most minimal details: “God is in the details” as Aby Warburg insisted in his understanding of art history and cultural studies. *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard et l'école surrationaliste* will be fundamental for a rebirth of Bachelard's legacy, and, as well, will provide an extremely useful *orientation guide* for new generations of philosophers and practitioners of science.

Fernando Zalamea  
Universidad Nacional de Colombia  
fzalameat@unal.edu.co







# The Beat of Time

*I'm the result of all the countries I've passed through,  
and all the encounters I've had.*

Josef Koudelka

We're both inside time and on its borders, becoming the enigmatic movement that constitutes it. Ivana Boris' photographs seem to call out to us. They usher us into a magnetic whirlwind within which each trace of the present is in motion. Faced with this, we cannot but be present.

We ask ourselves what experience might have led the artist to sublimate the material of these images. In this process, we discern a powerful potential for transformation. In *The Beat of Time*, a set of photographs taken in the forests of Kerala, in India, in France's Alpes Maritimes and on its coasts, we can almost perceive the element of nature, the swaying of trees: the artist's point of departure and deep attraction. It is as though nature itself had responded to Ivana Boris' creative impulse, transforming its elements into pure movement. We're in the presence of a conundrum. The eye settles on the light black-and-white traces, and the images come through while at the same time hiding right in front of our faces. We're confronted with an emerging process of creation. At the gates of infinity, we feel we're being pushed by a force that transcends us, and calls to us.

This delicate balance between immobility and dynamism, this revelation, incites us to modify our perception of things, and to go forward in the world with a more vigilant eye, aware that even the appearance of the immobile conceals the mystery of time and movement.

Receptiveness to Ivana Boris' work means giving up the idea of understanding, observing the world with a sense of wonder and adopting an attitude of hypnotic contemplation. Then, in this instant we're offered, the work suddenly opens up to the gesture that reveals the human being. The fragment of an image, captured in an analogue photograph whose materiality is sublimated in the negative, reveals the dynamic energy that connects the living to the cosmos.

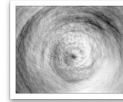
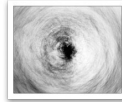
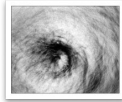
From gesture to trace, there remains only a presence and an ephemeral memory. But we leave Ivana Boris' work with the intimate feeling that reality can be interpreted and imagined otherwise. We ascribe new value to our gestures, which, being invisible, attentive and of a density as concrete as the images themselves, lead us back to the archaic movement of the universe, and all of humanity.

*Francesca Carol Rolla*

Independent contemporary art curator

Excerpt from the text, *The Beat of Time*, 2016

Iconography, Iconographie, Iconografia





# Metanoia

The point is “to seek, behind the images that are shown, those that are hidden, and to get to the very root of the imagining force”.

Gaston Bachelard’s words ring through Ivana Boris’s work on the energy of matter and its ability to stir the imagination. Her photographs go beyond appearances to the powers that infuse the elements of nature.

Her archaeology of perception has given her a familiarity with the substantial intimacy of these elements, liberating images rooted in materials which, like natural germs of creation, engender new forms and compositional unities.

Ivana Boris’s photographs bring out the invisibility she finds in nature, producing a real conversion of perception. Her creative eye summons up unseen worlds. The images are mentally worked on in depth, analysed and reorganised into something new, with stories that were just waiting to be told.

Ivana Boris takes the forces of the elements by surprise in their nascent state, drawing out their dynamic power and turning it into imagined images. With her photographs, we are invited to discover a certain adhesion to the world, and a participation of being in things. This act of metanoia produces an inversion of the mind that leads us beyond our thoughts, and ourselves.

Transcending forms and colours, these creations derive from a dreamlike state that deforms and dissolves perception, uncovering the secret fibres of nature and allowing us to breathe the breath of the elements. Then come the imagined images that bring us back to the dynamism of our own inner lives, and invite us to live these lives freely.

*Renato Boccali*

IULM University, Milan

Excerpt from the text, *Metanoia*, December 2019



## In the breath of the elements

Ivana Boris' mode of photographic creation is influenced by a direct, intimate encounter with nature, understood as a coherent, organic system of forces, elements and forms of life. As an international artist, explorer and indefatigable traveller, she constructs her poetics on the basis of air, earth, water and fire in a diversity of permutations. She traverses seas and mountains, forests and glaciers, the human body and trees. [...] They illustrate the infinite longing of romantic "Sehnsucht" which is central to her oeuvre. [...]

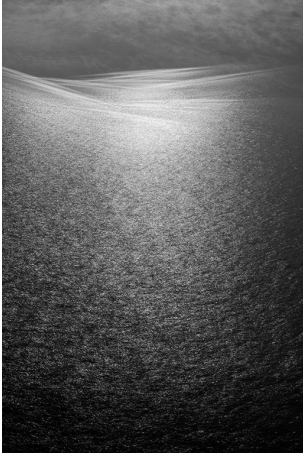
Unlike the formalistic, objective approach taken by the landscape photographer Ansel Adams, Ivana Boris' modus operandi is resolutely subjective, deriving from ongoing physical and spiritual immersions in virgin environments. In her confrontations with landscapes, she seeks the sort of respiration that gives a pulse to each of her images. It may be calm, profound, long, or, in some cases, rapid, syncopated, breathless. [...]

Photographic works from different periods, drawing on investigations into light, cyclical temporality, a connection to the elements and, in particular, trees and the sea. For Boris, trees are the leading actors in the great epic of nature. They are "warriors of light" which, like spiritually mature individuals, reach up to the sky and stretch out their branches to capture the light they need for their survival and beauty. Their breath is also ours, in that, for hundreds of millions of years, they have been enriching the atmosphere with oxygen through the biochemical process of photosynthesis. [...]

Our advanced technologies have led us to believe that we can control and dominate the natural world. We forget that we are, and remain, "children of Mother Nature". Ivana Boris' photography of love constantly reminds us that, contrary to what the naive humanism of the Renaissance would have had us believe, we do not occupy centre stage; rather, our breathing follows the collective rhythm of organisms and natural forces.

*Nicola Davide Angerame,*  
Philosopher, independent exhibition curator  
Excerpt from the text, *In the breath of the elements*, October 2021

Iconography, Iconographie, Iconografia



## Biographical note

Ivana Boris, artist and photographer. Her work resonates with nature, communing with the elements in osmosis with what cannot be seen by the naked eye, but can be felt.

The great spaces and the beings that inhabit them, the seas, the mountains. Her photographs question the interdependence of the elements, a source of extraordinary energy according to her.

Her images are the result of a concept, they are neither entirely documentary nor purely contemplative. Sometimes enigmatic, they show something other than what is, and the mind gradually discovers what is hidden behind them.

From 2018, Ivana Boris' experimental research related to "Mother Earth" and light has led her to develop new photographic projects, installations and performances, in interaction with other artists, architects and craftsmen.

Born on 15 March 1969 near Milan, Ivana Boris lives in Monaco, her life evolves between land and sea.

### Solo exhibitions (selection)

- 2021 *In the breath of the elements*, CFM Indosuez Wealth Management – Monaco
- 2021 *Plantes Stars*, in collaboration with Henri Olivier and Ellia Ascheri : *Jardins d'artistes* (Festival des Jardins de la Côte d'Azur, Saint-Jean-Cap-Ferrat)
- 2019 *Métanoïa*, Espace photographique de l'Hôtel de Sauroy, Paris
- 2018 *La Vie secrète des hauts*, Autour du Col de Turini, Charles-Nègre Museum of Photography, Nice
- 2018 *Thru Sandhya, Memory of the sea*, De l'air, Nice
- 2016 *Il battito del tempo*, Oceanological Observatory, Villefranche-sur-Mer
- 2016 *Regarder les sons*, Saint-Hospice Chapel, Saint-Jean-Cap-Ferrat
- 2016 *Il battito del tempo*, Stazione Zoologica Anton Dohrn Museum, Naples
- 2016 *Rituels originels*, Musée international de la Plongée Frédéric-Dumas, Sanary-sur-Mer
- 2015 *Desire for beauty*, Caisse d'épargne Côte d'Azur-Sept Off, Nice
- 2014 *Ivana Boris, Photographies*, Le Cabinet d'images, Draguignan
- 2012 *Visual Sensations*, Espace Asia, Paris
- 2011 *Libya, December 2010*, Espace Soardi, Nice

## Group exhibitions (selection)

- 2021 Nocturnes Photographiques. Sept Off – Charles-Nègre Museum of Photography, Nice
- 2020 MonArtisteEtMoi, Maison Abandonnée (Villa Cameline). Nice
- 2018 AIAP UNESCO, Monaco
- 2017 Salon de la Photo, Paris
- 2016 Dramatis Personae, Castel dell'Ovo, Naples
- 2015 Personal Structures, European Cultural Centre, Palazzo Mora, 56th Venice Biennale
- 2013 Sept Off, Mediterranean Photography Festival, Nice
- 2013 MedPhoto Festival, Palazzo Platamone, Catania
- 2012 Premio il segno, Palazzo Zanobio, Venice
- 2011 Potsdam Museum, Potsdam
- 2010 UMAM, Mediterranean Union for Modern Art, Château-Musée Grimaldi, Cagnes
- 2009 Fondazione Rudh, Milan
- 2009 L'Atelier Soardi, Nice
- 2008 Galerie Mendès, Paris
- 2005 Théâtre de la photographie et de l'image, Nice

## Prize

- 2019 Artist selected to exhibit at the Monaco Pavilion, Dubai 2020 World Expo
- 2018 Unesco Prize – AIAP Committee for Unesco, Monaco
- 2016 Dramatis Persona Prize Il volto e la figura nell'arte italiana contemporanea, Edition Mondadori, Castel dell'Ovo, Naples, Italy
- 2015 Lucien-Clergue Prize, Sept Off, Mediterranean Photography Festival, Nice
- 2015 Consul'Art Prize – Maison de l'Artisanat et des Métiers d'Art (MAMA), Marseille
- 2014 Prize of the Professional Jury of the Art World – AIAP Committee for Unesco, Monaco
- 2010 Unesco Prize of the AIAP Committee for Unesco, Monaco

## Publications

- *La Vie secrète des hauts, Autour du col de Turini*, Éditions De l'air, des livres, 2018
- *Monaco sous la pluie*, Éditions De l'air, des livres, 2018
- *Carnet de voyage*, in collaboration with the Port of Nice, Éditions Medina, 2018
- *Libya, December 2010*, self-published

## Art residency :

- 2021 Musée Museum Départemental de GAP – *Restoring the Museum between spirit and matter*
- 2021 Lighthouse Wrac'h Island – IPPA Association. Finistère. Bretagne
- 2022 Lighthouse Wrac'h Island- IPPA Association. Finistère. Bretagne – Sentinels of Light project

## Le Battement du temps

*Je suis le résultat de tous les pays par lesquels je suis passé et de toutes les rencontres que j'ai pu faire.*

*Josef Koudelka*

Nous sommes à la fois dans le temps et à ses frontières, devenant le mouvement énigmatique qui le constitue. Les photographies d'Ivana Boris semblent nous appeler, elles nous invitent à entrer dans un tourbillon magnétique, au sein duquel chaque trace du présent est en mouvement. Et face à ça, nous ne pouvons qu'être présents.

On se demande quelle expérience a pu amener l'artiste à sublimer la matière de ces images. Nous percevons dans ce processus un potentiel de transformation très puissant. Devant l'œuvre *Le battement du temps*, série de photographies prises dans les forêts du Kerala en Inde et dans le sud de la France, Alpes Maritimes et littorales, nous arrivons presque à percevoir l'élément de la nature, le mouvement des arbres, ce point de départ et d'attraction intime pour l'artiste. Il semble que la nature elle-même a répondu à l'impulsion créatrice d'Ivana Boris, en transformant ses éléments en pur mouvement. Nous sommes face à une énigme. L'œil se pose sur les traces légères du noir et blanc, et les images émergent tout en se cachant en face de nous. Nous sommes confrontés à un processus de création en devenir, nous sommes à la porte de l'infini, et nous nous sentons poussés par une force qui nous dépasse et nous appelle.

Cet équilibre délicat entre l'immobilité et le dynamisme, cette révélation nous pousse à modifier notre propre perception des choses, à avancer dans le monde avec un regard plus vigilant, conscient que même ce qui a l'apparence de l'immobile cache l'énigme du temps et du mouvement.

S'ouvrir à l'œuvre d'Ivana Boris, c'est renoncer à comprendre, observer le monde avec émerveillement et adopter une attitude de contemplation hypnotique. Alors, dans cet instant qui nous est offert, l'œuvre s'ouvre soudain au geste révélé-



lateur de l'être humain. Le fragment d'une image capturée sur une photographie analogique, dont la matérialité se voit sublimée dans le négatif, révèle l'énergie dynamique qui lie les êtres vivants au cosmos.

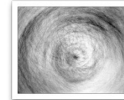
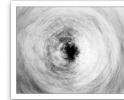
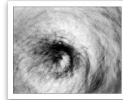
Du geste à la trace, cependant, il ne reste qu'une présence et un souvenir éphémère. Mais nous quitterons l'œuvre d'Ivana Boris avec le sentiment intime que le réel peut être lu et imaginé autrement. Nous donnerons une valeur renouvelée à nos gestes. Et ceux-ci, invisibles, attentifs, d'une densité aussi concrète que ces images, nous ramèneront au mouvement archaïque de l'univers et de l'humanité tout entière.

*Francesca Carol Rolla*

Commissaire indépendant d'Art Contemporain

Extrait du texte, *Le Battement du temps*, 2016

Iconography, Iconographie, Iconografia



## Métanoïa

Il faut « s'évertuer à trouver, derrière les images qui se montrent, celles qui se cachent, aller à la racine même de la force imaginante ».

Les mots de Gaston Bachelard retentissent dans l'œuvre d'Ivana Boris qui travaille sur l'énergie de la matière et sur sa capacité à solliciter l'imagination. Ses photographies dépassent les apparences perceptives pour retrouver les forces et les puissances qui habitent les éléments de la nature.

En pratiquant une archéologie du regard, elle saisit l'intimité substantielle des éléments et libère les images enracinées dans les matières qui, comme des germes naturels de création, engendrent des nouvelles formes en donnant unité à la composition.

Ivana Boris relate avec ses photographies d'artiste l'invisible qu'elle saisit dans la nature, en produisant une véritable conversion du regard. Ainsi des histoires de mondes inaperçus prennent vie grâce à son regard créateur. Les images reçues sont travaillées en profondeur dans son esprit, décomposées et réorganisées pour forger des nouvelles images et révéler une histoire qui attendait d'être racontée.

Ivana Boris surprend les forces des éléments à l'état naissant. Elle prélève leur puissance dynamisante et la transforme en images imaginées. Avec ses photographies nous sommes invités à retrouver l'adhésion au monde et la participation à l'être des choses. Un acte de métanoïa qui produit un renversement total de notre esprit, nous conduisant au-delà de nos pensées et de nous-même.

Par-delà les formes et les couleurs, nous sommes face à des créations ressortissant d'un onirisme qui déforme la perception et la dissout pour dévoiler les fibres secrètes de la nature, en nous faisant respirer le souffle des éléments. Alors surviennent des images imaginées nous invitant à redécouvrir le dynamisme de notre propre vie intime et à la vivre librement.

*Renato Boccali*  
Université IULM, Milan  
Extrait du texte, *Métanoïa*, décembre 2019



## Dans le souffle des éléments – Ivana Boris

Le travail d'Ivana Boris est influencé par une rencontre directe et intime avec la nature, comprise comme un ensemble cohérent et organique de forces, d'éléments et de formes de vie. [...]

Elle construit sa poétique en rencontrant les éléments, air, terre, eau et feu dans diverses configurations: en mer comme en montagnes, en forêts comme sur les glaciers, au travers d'un corps humain comme dans les arbres, ce « Sehnsucht » romantique, ce désir d'infini qui nourrit l'œuvre d'Ivana Boris. [...]

Contrairement à la photographie impérieuse et objectivant d'un célèbre paysagiste comme Ansel Adams, la façon de photographier d'Ivana Boris est résolument subjective, née de ses longues immersions physiques et spirituelles dans des environnements vierges. Dans ce « face à face » avec le paysage, l'artiste recherche le souffle qui semble rythmer chacune de ses photographies. Un souffle qui indique le mouvement des éléments qui peut être rapide comme un océan orageux, ou très lent, comme la formation d'une montagne.

Des œuvres de différentes époques sont le résultat d'une recherche liée à la lumière, à une temporalité cyclique, à la connexion des éléments et en particulier, aux arbres et à la mer. Un dialogue imaginaire entre esprit et matière, dans le mouvement et la lumière. [...]

Nos avancées technologiques nous portent à croire que nous sommes les maîtres et les dominateurs du monde naturel, nous, les humains, avons oublié que nous sommes et restons « enfants de terre-mère ». La photographie d'amour d'Ivana Boris ne cesse de nous le rappeler : nous sommes un ensemble d'éléments, une combinaison particulière qui n'est pas au centre de la scène, comme le prétendait l'humanisme naïf de la Renaissance, mais qui respire le rythme collectif des organismes et des forces naturelles.

*Nicola Davide Angerame*

Philosophe, commissaire d'exposition indépendant  
Extrait du texte, *Dans le souffle des éléments*, octobre 2021

Iconography, Iconographie, Iconografia



## Note biographique

Ivana Boris, artiste et photographe. Son travail est lié aux éléments naturels et à la connexion de l'être avec son environnement. Les grands espaces et les êtres qui les habitent, les mers, les montagnes, les déserts, les forêts, les côtes et leurs falaises sont ses lieux privilégiés de création. Ses photographies questionnent l'interdépendance des éléments, source selon elle d'une extraordinaire énergie.

Ses images sont issues d'un concept, elles ne sont ni entièrement documentaires, ni purement contemplatives. Parfois énigmatiques, elles montrent autre chose que ce qui est, et l'esprit découvre au fur et à mesure ce qui est caché derrière elles.

À partir de 2018, les recherches expérimentales d'Ivana Boris, liées à « Terre mère » et à la lumière, l'ont amenée à développer de nouveaux projets photographiques, installations et performances, en interaction avec d'autres artistes, architectes et artisans d'art.

Née le 15 mars 1969 du côté de Milan, Ivana Boris vit à Monaco, sa vie évolue entre terres et mers.

### Expositions personnelles (sélection)

- 2022 *Sentinelle(s) de Lumière*, Maison-Phare de l'Île Wrac'h. Finistère, Breragne
- 2021 *Dans les souffles des éléments*, CFM Indosuez Wealth Management – Monaco
- 2021 *Plantes Stars*, en collaboration avec Henri Olivier et Ellia Ascheri : Jardins d'artistes Festival des Jardins de la Côte d'Azur, Saint-Jean-Cap-Ferrat
- 2019 *Métanoïa*, Espace photographique de l'Hôtel de Sauroy, Paris
- 2018 *La Vie secrète des hauts, Autour du col de Turini*, musée de la Photographie Charles-Nègre, Nice
- 2018 *Thru Sandhya, Mémoire de la mer, De l'air*, Nice
- 2016 *Il battito del tempo*, Observatoire océanologique, Villefranche-sur-Mer
- 2016 *Regarder les sons*, chapelle Saint-Hospice, Saint-Jean-Cap-Ferrat
- 2016 *Il battito del tempo*, musée Stazione Zoologica Anton Dohrn, Naples
- 2016 *Rituels originels*, musée international de la Plongée Frédéric-Dumas, Sanary-sur-Mer
- 2015 *Désir de beauté*, Caisse d'épargne Côte d'Azur-Sept Off, Nice
- 2014 *Ivana Boris, Photographies*, Le Cabinet d'images, Draguignan
- 2012 *Sensations visuelles*, Espace Asia, Paris
- 2011 *Libye, Décembre 2010*, Espace Soardi, Nice

## Expositions collectives (sélection)

- 2022 Maison Abandonnée (Villa Cameline). Nice
- 2021 *Nocturnes Photographiques*. Sept Off – musée de la Photographie Charles-Nègre, Nice
- 2020 MonArtisteEtMoi, Maison Abandonnée (Villa Cameline). Nice
- 2018 AIAP UNESCO, Monaco
- 2017 Salon de la Photo, Paris
- 2016 *Dramatis Personae*, Castel dell'Ovo, Naples
- 2015 *Personal Structures*, European Cultural Centre, Palazzo Mora, 56<sup>e</sup> Biennale de Venise
- 2013 Sept Off, Festival de la photographie méditerranéenne, Nice
- 2013 Festival MedPhoto, Palazzo Platanome, Catane
- 2012 *Premio il segno*, Palazzo Zanobio, Venise
- 2011 Postdam Museum, Postdam
- 2010 Biennale UMAM, Château-Musée Grimaldi, Cagnes
- 2009 Fondazione Rudh, Milan
- 2009 L'Atelier Soardi, Nice
- 2008 Galerie Mendès, Paris
- 2005 Théâtre de la photographie et de l'image, Nice

## Prix

- 2019 Artiste sélectionnée. Pavillon de Monaco, Exposition universelle Dubaï 2020
- 2018 1<sup>er</sup> Prix de l'Unesco – Comité AIAP pour l'Unesco, Monaco
- 2016 1<sup>er</sup> Prix Dramatis Persona Il volto e la figura nell'arte italiana contemporanea, Edition Mondadori, Castel dell'Ovo, Naples, Italie
- 2015 1<sup>er</sup> Prix Lucien-Clergue, Sept Off, Festival de la Photographie méditerranéenne, Nice
- 2015 1<sup>er</sup> Prix Consul'Art – Maison de l'Artisanat et des Métiers d'Art (MAMA), Marseille
- 2014 1<sup>er</sup> Prix du Jury professionnel du monde de l'art – Comité AIAP pour l'Unesco, Monaco
- 2010 1<sup>er</sup> Prix de l'Unesco du Comité AIAP pour l'Unesco, Monaco

## Publications

- *La Vie secrète des hauts, Autour du col de Turini*, Éditions De l'air, des livres, 2018
- *Monaco sous la pluie*, Éditions De l'air, des livres, 2018
- *Carnet de voyage*, en collaboration avec le Port de Nice, Éditions Medina, 2018
- *Libye, Décembre 2010*, autoédition

## Résidence d'artiste :

- 2021 Musée Museum Départemental de GAP – *Restaurer le Musée entre esprit et matière*
- 2021 Maison-phare, Île Wrac'h – Association IPPA. Finistère. Bretagne
- 2022 Maison-phare, Île Wrac'h – Association IPPA. Finistère. Bretagne – *Sentinelle(s) de Lumière*
- 2022 Résidence d'artistes-auteurs. Sémaphore d'Ouessant. Bretagne



## Il battito del tempo

*Je suis le résultat de tous les pays par lesquels je suis passé  
et de toutes les rencontres que j'ai pu faire.*

*Josef Koudelka*

Siamo nel tempo e ai confini di questo, diventando il movimento enigmatico che lo costituisce. La presenza delle fotografie di Ivana Boris sembra chiamarci, ci invita ad entrare in un vortice magnetico, dove ogni traccia del presente è movimento. Davanti a questa, non possiamo che essere presenti.

Ci si chiede quale esperienza possa aver portato l'artista a sublimare la materia originaria della fotografia. Percepriamo in questo processo un potenziale trasformativo d'irriducibile potenza. Davanti all'opera, *Il battito del tempo*, serie di fotografie scattate nelle foreste del Kerala, India, e nel sud della Francia, Alpi Marittime e litorali, arriviamo appena a percepire l'elemento di natura, il movimento degli alberi, punto di partenza e di intima attrazione per l'artista. Sembra quasi che la natura abbia risposto allo slancio creativo di Ivana Boris, trasformando i propri elementi in puro movimento. Siamo davanti all'enigma. Lo sguardo si posa sulle tracce di luce del bianco e nero, e le immagini emergono e al contempo si nascondono davanti a noi. Siamo davanti ad un processo di creazione in divenire, siamo alla porta dell'infinito, e ci sentiamo spinti da una forza che ci supera e ci richiama.

In questo delicato equilibrio tra immobilità e dinamismo, questa rivelazione ci chiama a modificare la nostra stessa percezione delle cose, ad andare nel mondo con uno sguardo più sottile, consapevoli che anche l'apparentemente immobile nasconde l'enigma del tempo e del movimento.

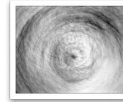
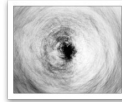
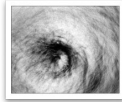
Aprirsi all'opera di Ivana Boris significa allora rinunciare a capire, osservare con meraviglia e porsi in un atteggiamento d'ipnotica contemplazione. Solo allora, in questo tempo concesso come dono, l'opera, d'improvviso, si apre al gesto rivelatore dell'umano, e l'energia dinamica che lega gli esseri viventi al cosmo si rivela nel frammento catturato di una fotografia che ha la cura del procedimento analogico e che in questo ha sublimato la propria matericità.

Dal gesto alla traccia, tuttavia, non resta che una presenza e una memoria effimera. Ma ci allontaneremo dalle fotografie di Ivana Boris con l'intima percezione che il reale possa essere letto e immaginato diversamente. Daremo un valore rinnovato ai nostri gesti. E questi, invisibili, attenti, di una densità concreta quanto queste fotografie, ci riconduranno allora al movimento arcaico dell'universo e dell'umanità intera.

*Francesca Carol Rolla*

Curatrice Indipendente d'Arte Contemporanea  
Estratto da, *Il battito del tempo*, 2016

Iconography, Iconographie, Iconografia



# Metanoia

Bisogna “sforzarsi di trovare, dietro le immagini che si mostrano, quelle che si nascondono, per andare alla radice stessa della forza immaginante”.

Le parole di Gaston Bachelard risuonano nel lavoro di Ivana Boris, che lavora sull’energia della materia e sulla sua capacità di sollecitare l’immaginazione. Le sue fotografie trascendono le apparenze percettive per ritrovare le forze e le potenze che abitano gli elementi della natura.

Praticando un’archeologia dello sguardo, coglie l’intimità sostanziale degli elementi e libera le immagini radicate nelle materie che, come virgulti naturali di creazione, generano nuove forme dando unità alla composizione.

Con le sue fotografie d’artista, Ivana Boris racconta l’invisibile che riesce a cogliere nella natura, producendo una vera e propria conversione dello sguardo. Così, grazie al suo occhio creativo, prendono vita storie di mondi sconosciuti. Le immagini ricevute vengono lavorate, scomposte e riorganizzate nelle profondità del suo spirito per creare nuove immagini e rivelare una storia che aspettava di essere raccontata.

Ivana Boris sorprende le forze degli elementi allo stato nascente. Preleva la loro potenza dinamizzante e la trasforma in immagini immaginate. Con le sue fotografie siamo invitati a riscoprire l’adesione al mondo e la partecipazione all’essere delle cose. Un atto di metanoia che produce un rovesciamento totale della mente, portandoci al di là dei nostri pensieri e di noi stessi.

Al di là delle forme e dei colori, siamo di fronte a creazioni che affiorano da un onirismo che deforma la percezione e la dissolve per svelare le fibre segrete della natura, facendoci respirare il soffio degli elementi. Sorgono così immagini immaginate che ci invitano a riscoprire il dinamismo della nostra vita intima e a viverla liberamente.

*Renato Boccali*  
Università IULM, Milano  
Estratto dal testo *Metanoia*, dicembre 2019



## Dentro il respiro degli elementi

Ivana Boris propone un tipo di fotografia tra le più interessanti di oggi. Il suo lavoro è influenzato da un tipo particolare di incontro diretto e intimo con la natura, intesa come un insieme coeso ed organico di forze, elementi e forme di vita. Alcune sue opere recenti sono state selezionate dalla Direzione degli Affari Culturali del Principato di Monaco per il padiglione di Monaco nell'Expo Dubai 2020. [...] Dopo l'antologica che le ha dedicato il museo della fotografia di Nizza e dopo la mostra presso lo Spazio Fotografico di Sauroy a Parigi e la residenza d'artista alla Maison-Phare de l'Île Wrac'h in Bretagna, Ivana Boris torna vicino al suo amato mare, con il quale intrattiene un intenso rapporto quotidiano attraverso lunghe immersioni mattutine. Come sostiene il celebre nuotatore-pensatore americano Steven Mentz, nuotare non è soltanto una questione fisica: l'immersione dentro l'elemento amniotico dell'acqua marina risulta capace di aprire, in special modo in alcune persone, la mente ed il cuore consentendo loro di percepire chiaramente la connessione con le forze naturali e, grazie a ciò, rinnovare idee e sentimenti.

Artista internazionale, ricercatrice e viaggiatrice instancabile, Ivana Boris costruisce la sua poetica incontrando gli elementi della natura (aria, terra, acqua e fuoco) variamente combinati: nel mare come sulle montagne, tra le foreste come sui ghiacciai, in un corpo umano come negli alberi. [...] Il suo lavoro illustra bene quella "Sehnsucht" romantica, quel anelito verso l'infinito, che alimenta il lavoro di Ivana Boris ; un respiro, iun movimento degli elementi che può essere fulmineo come un oceano in tempesta o lentissimo come il formarsi di una montagna.

Diversamente dalla imperiosa fotografia oggettivante di un paesaggista celebre come Ansel Adams, il modo di fotografare di Ivana Boris è decisamente soggettivo, nasce dalle sue lunghe immersioni fisiche dentro ambienti incontaminati. In questo "a tu per tu" con il paesaggio, l'artista ricerca questo respiro che sembra dare un ritmo ad ogni sua fotografia. Si tratta di un respiro calmo, profondo e lungo. A volte, però, anche celere, sincopato o ansimante. [...] Lavori di periodi diversi, sono frutto di una ricerca legata alla luce, ad una temporalità intesa in senso ciclico, alla connessione degli elementi e, qui in particolare, agli alberi ed al mare. Per l'artista, gli alberi sono gli attori principali del film della natura. Sono "guerrieri della luce" che, al pari delle persone spiritualmente mature, tendono naturalmente verso il cielo e aprono i propri rami il più possibile

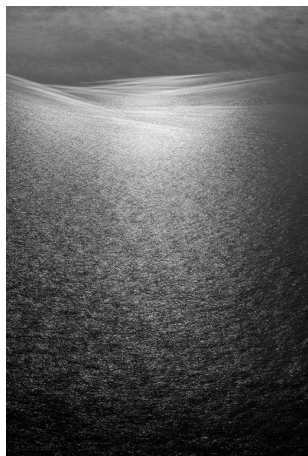
al fine di cogliere la maggior quantità di luce utile alla loro sopravvivenza ed alla loro bellezza. Il loro respiro è anche il nostro, da quando, a partire da centinaia di milioni di anni fa, hanno rifornito la nostra atmosfera di ossigeno attraverso il processo biochimico della fotosintesi clorofilliana. [...] Un dialogo immaginario tra spirito e materia colto nel movimento e nella luce.

Malgrado i nostri progressi tecnologici i quali, per una terribile svista, inducono a crederci padroni e dominatori del mondo naturale, noi umani siamo e restiamo “figli di madre natura”. La fotografia d’amore di Ivana Boris ce lo ricorda continuamente: noi siamo un insieme di elementi, una combinazione particolare che non è al centro dell scena, come voleva l’umanesimo ingenuo rinascimentale, ma respira nel ritmo collettivo degli organismi e delle forze naturali.

*Nicola Davide Angerame*

Filosofo e curatore d’arte indipendente

Estratto dal testo *Dentro il respiro degli elementi*, ottobre 2021



## Nota biografica

Ivana Boris, artista e fotografa. Il suo lavoro è legato agli elementi naturali e alla connessione dell'essere con il proprio ambiente. I grandi spazi e gli esseri che li abitano, i mari, le montagne, i deserti, le foreste, le coste e le loro scogliere sono i suoi luoghi privilegiati di creazione. Le sue fotografie mettono in discussione l'interdipendenza degli elementi, fonte secondo lei, di un'energia straordinaria.

Le sue immagini sono il risultato di un concetto, non sono né interamente documentarie, né puramente contemplative. A volte enigmatiche, mostrano qualcosa di diverso da ciò che è e la mente scopre gradualmente cosa si nasconde dietro di esse.

Dal 2018 la ricerca sperimentale di Ivana Boris, legata a Madre Terra e alla Luce, l'ha portata a sviluppare nuovi progetti fotografici, installazioni e performance, in interazione con altri artisti, architetti e artigiani d'arte.

Nata in Italia nel 1969, Ivana Boris vive in Costa Azzurra ; la sua vita si evolve tra terra e mare.

### Mostre personali (selezione)

- 2021 *Dans les souffles des éléments*, CFM Indosuez Wealth Management – Monaco
- 2021 *Plantes Stars*, in collaborazione con Henri Olivier ed Ellia Ascheri: Jardins d'artistes Festival dei giardini della Costa Azzurra, Saint-Jean-Cap-Ferrat
- 2019 *Métanoïa*, Spazio fotografico dell'Hôtel de Sauroy, Parigi
- 2018 *La Vie secrète des hauts, Autour du col de Turini*, Museo della Fotografia Charles-Nègre, Nizza
- 2018 *Thru Sandhya, Mémoire de la mer, De l'air*, Nizza
- 2016 *Il battito del tempo*, Osservatorio Oceanologico, Villefranche-sur-Mer
- 2016 *Regarder les sons*, Cappella Saint-Hospice, Saint-Jean-Cap-Ferrat
- 2016 *Il battito del tempo*, Museo della Stazione Zoologica Anton Dohrn, Napoli
- 2016 *Rituels originels*, Museo Frédéric-Dumas, Sanary-sur-Mer
- 2015 *Désir de beauté*, Côte d'Azur-Sept Off Cassa di risparmio, Nizza
- 2014 *Ivana Boris, Photographies*, Le Cabinet d'images, Draguignan
- 2012 *Sensations visuelles*, Espace Asia, Parigi
- 2011 *Libye, Décembre 2010*, Espace Soardi, Nizza



## Mostre collettive (selezione)

- 2021 Nocturnes Photographiques. Sept Off – museo della fotografia Charles-Nègre, Nizza  
 2020 MonArtisteEtMoi, Maison Abandonnée (Villa Cameline). Nice  
 2018 AIAP UNESCO, Monaco  
 2017 Salon de la Photo, Parigi  
 2016 Dramatis Personae, Castel dell'Ovo, Napoli  
 2015 Personal Structures, Centro di cultura europeo, Palazzo Mora, 56e Biennale de Venezia  
 2013 Sept Off, Festival della fotografia mediterranea, Nizza  
 2013 Festival MedPhoto, Palazzo Platamone, Catania  
 2012 Premio il segno, Palazzo Zanolio, Venezia  
 2011 Potsdam Museum, Potsdam  
 2010 Biennale UMAM, Unione mediterranea per l'arte moderna, Château-Musée Grimaldi, Cagnes  
 2009 Fondazione Rudh, Milano  
 2009 L'Atelier Soardi, Nizza  
 2008 Galerie Mendès, Parigi  
 2005 Théâtre de la photographie et de l'image, Nizza

## Premi

- 2019 Artista selezionata : Padiglione di Monaco, Esposizione Universale Dubai 2020  
 2018 Premio Unesco 2018 – Comitato AIAP per l'Unesco, Monaco  
 2016 Premio Dramatis Persona Il volto e la figura nell'arte italiana contemporanea, Edizione Mondadori,  
 Castel dell'Ovo, Napoli, Italia  
 2015 Premio Lucien-Clergue, Sept Off, Festival della Fotografia Mediterranea, Nizza  
 2015 Premio Consul'Art – House of Crafts and Crafts (MAMA), Marsiglia  
 2014 Premio del comitato Arte Contemporanea– Comitato AIAP per l'Unesco, Monaco  
 2010 Premio Unesco dal Comitato AIAP per l'Unesco, Monaco

## Pubblicazioni

- *La Vie secrète des hauts, Autour du col de Turini*, Éditions De l'air, des livres, 2018
- *Monaco sous la pluie*, Editions De l'air, des livres, 2018
- *Carnet de voyage*, in collaborazione con il Porto di Nizza, Edizioni Medina, 2018
- *Libye*, Décembre 2010, autopubblicazione

## Residenze d'artista

- 2021 Musée Departmental Museum of GAP – Restaurare il Museo tra spirito e materia  
 2021 Maison-Phare de l'Île Wrac'h – Associazione IPPA. Finistere. Bretagna  
 2022 Maison-Phare de l'Île Wrac'h – Associazione IPPA. Finistere. Bretagna – Progetto :  
 Sentinelle(s) de Lumière  
 2022 Résidence d'artiste-auteur, Sémaphore d'Ouessant, Bretagne





**Maria Rita Abramo**

*Sul valore "induttivo" del razionalismo di Gaston Bachelard*

The purpose of this paper is to reflect on the nature of Bachelard's rationalism. Among his early writings, *The Inductive Value of Relativity* (1929) reveals all the epistemological value of the fundamental notion of induction. Beyond the historical-critical value of Bachelard's interpretation of Relativity, in the inductive impetus of thought that makes science, we can recognize some traces of the specific rationalist *tonus* that underpins the later philosophy of 're' ('to restart', 'to renew', 'to reorganize'). Precisely the anomalous manner of Bachelard's use of the concept of induction would, in our opinion, perhaps unpredictably, have supported Bachelard's hermeneutic rationalist perspective on the relationship between the real and the virtual and on the meaning of the concepts of experience and scientific reason, within a cultural climate that had not yet finished coming to terms with Descartes. Finally, hints of a certain vocation for complex thought emerge, inviting us to glimpse unexplored facets of Gaston Bachelard's philosophy.

Keywords: rationalism, inductive value, rationalist *tonus*, re-organisation, complexity.

L'intention ici est de réfléchir à la nature du rationalisme de Bachelard. Parmi ses premiers écrits, *La valeur inductive de la relativité*, qui date de 1929, recèle toute la valeur épistémologique d'une notion fondamentale, celle d'induction. Au-delà de la dimension historique-critique de l'interprétation bachelardienne de la relativité, il semble que l'on peut reconnaître, dans l'élan inductif de la pensée qui fait la science, des traces du tonus rationaliste spécifique qui soutient la plus mature philosophie du « -re » (« recommencer », « renouveler », « réorganiser »). C'est précisément la manière inhabituelle d'utiliser le concept d'induction chez Bachelard qui, à notre avis, de manière peut-être imprévisible, a soutenu la perspective rationaliste de Bachelard sur la relation entre le réel et le virtuel et sur la signification des concepts d'expérience et de raison scientifique, dans un climat culturel qui n'avait pas encore fini de se débarrasser de Descartes. Enfin, des indices d'une certaine vocation pour la pensée de la complexité émergent et nous invitent à entrevoir des facettes inexplorées de la philosophie de Gaston Bachelard.

Mots-clés : rationalisme, valeur inductive, tonus rationaliste, réorganisation, complexité.

Si intende qui riflettere sulla *natura* del razionalismo di Bachelard. Tra gli scritti della prima produzione, *Il valore induttivo della Relatività* del '29, contiene tutto il *valore epistemologico* di una nozione fondamentale, quella di *induzione*. Al di là della valenza storico-critica dell'interpretazione bachelardiana della Relatività, nello slancio *induttivo* del pensiero che fa scienza, ci pare di riconoscere tracce dello specifico *tonus* razionalista che sostanzia la più matura filosofia del «ri» («ricominciare», «rinnovare», «riorganizzare»). Proprio l'*anomala* modalità dell'uso bachelardiano del concetto di *induzione* avrebbe, a nostro avviso, forse imprevedibilmente, sostenuto la prospettiva ermeneutica *razionalista* di Bachelard sul rapporto tra reale e virtuale e sul significato dei concetti di *esperienza* e di *ragione scientifica*, all'interno di un clima culturale che non ha ancora finito di fare i conti con Cartesio. Emergono, infine, spunti di una certa *vocazione* al *pensiero della complessità* che invitano a scorgere risvolti inesplorati della filosofia di Gaston Bachelard.

Parole chiave: razionalismo, valore induttivo, *tonus* razionalista, ri-organizzazione, complessità.

**Cosimo Caputo***La semioepistemologia di Gaston Bachelard*

Semioepistemology is a “cross-breeding science” creating new territories of knowledge, characterized by an underlying intrinsicity between disciplines traditionally considered separate; alongside the Bachelardian one, it expresses a “duality”: a “one made up of two”, where neither of the two halves can be separated from the other because each one draws its value from the other. In Bachelardian epistemology, duality arises from the dissolution of the compactness and uniqueness of substance under the impulse of “not”, which plays a pivotal role, thus initiating a de-ontologization of knowledge. The substance becomes a field of relations and is dynamized, which is in line with what had happened with Ferdinand de Saussure, Cassirer and, subsequently, with Louis Hjelmslev’s glossematics. In addition, a reflection on scientific language, or better said, a metasemiotic of scientific knowledge is intrinsic to Bachelardian epistemology. Critical referentialism presupposes a “sur-semiotization” immanent in a “sur-objectification”. Bachelard’s semioepistemology is proposed as an integrated epistemology.

Keywords: duality, semiotics of science, structurality, sur-objectification, sur-semiotization.

La sémioépistémologie est une “science à la croisée des chemins” qui crée de nouveaux territoires de la connaissance et fait voir des aspects communs entre savoirs considérés différents; tout comme l’épistémologie bachelardienne, elle explicite une “dualité”, c’est-à-dire un “un composé par deux”, où chaque moitié comprend l’autre dans un procès de valorisation réciproque. Dans l’épistémologie de Bachelard, la dualité trouve son origine dans la dissolution de la compacité et de l’unicité de la substance grâce au rôle du “non”, qui produit une désontologisation de la connaissance même. La substance devient ainsi un lieu de relations et de procès dynamiques, s’apparentant ainsi à la pensée de Ferdinand de Saussure, de Cassirer et par la suite à la Glossématique de Louis Hjelmslev. Dans l’épistémologie bachelardienne il y a une réflexion spécifique sur le langage scientifique, ou mieux encore une métasémiotique de la connaissance scientifique; le référentialisme critique exige une “sur-sémiotisation” implicite dans une “sur-objectivation”. La sémioépistémologie de Bachelard se propose comme une épistémologie intégrée.

Mots-clés: dualité, sémiotique de la science, structuralité, sur-objectivation, sur-sémiotisation.

La semioepistemologia è una “scienza a incrocio” che apre la strada a nuovi territori della conoscenza, evidenziando una intrinsecità di fondo tra discipline tradizionalmente ritenute separate; essa, ivi compresa quella bachelardiana, esplicita una “dualità”: un “uno formato da due”, dove nessuna delle due metà può prescindere dall’altra perché ciascuna trae il suo valore dall’altra. Nell’epistemologia bachelardiana la dualità nasce dalla dissoluzione della compattezza e dell’unicità della sostanza sotto l’impulso del “non”, che riveste un ruolo fondamentale, avviando una de-ontologizzazione della conoscenza. La sostanza diventa un campo di relazioni e si dinamizza, il che è in consonanza con quanto era avvenuto con Ferdinand de Saussure, Cassirer e, successivamente, con la Glossematica di Louis Hjelmslev. All’epistemologia bachelardiana è inoltre intrinseca, una riflessione sul linguaggio scientifico, o, forse meglio, una metasemiotica della conoscenza scientifica. Il referenzialismo critico presuppone una “sur-semiotizzazione” immanente a una “sur-oggettivazione”. La semioepistemologia di Bachelard si propone come epistemologia integrata.

Parole chiave: dualità, semiotica della scienza, strutturalità, sur-oggettivazione, sur-semiotizzazione

**Sébastien Maronne, Frédéric Patras**  
*L'épistémologie mathématique de Gaston Bachelard*

The crucial role which Bachelard attributed to mathematics within his historical epistemology to understand the “new scientific spirit” at work at the beginning of the 20<sup>th</sup> century is well known. Nonetheless, the application to mathematics of the classical Bachelardian epistemological categories (obstacle, rupture, sanctioned history and lapsed history), which were first conceived for physics or chemistry, raises several issues. In this article, we aim to study Bachelard’s mathematical epistemology for itself. We will first point out the natural connection between the issue of a Bachelardian mathematical epistemology and two classical topics, namely the relationship with Brunshcivg’s epistemology and the claim for discontinuity. In a second step, starting from the evolution of Bachelard’s thought towards a more committed rationalism, we will question what this evolution implies for mathematics by insisting on the notion of epistemological act sketched out by Bachelard. We will finally compare Bachelard’s and Cavaillès’ mathematical epistemology.

Keywords : Bachelard , Brunshcivg , mathematical epistemology , epistemological rupture , epistemological act.

On connaît le rôle crucial que Bachelard attribue aux mathématiques dans son épistémologie historique pour comprendre le “nouvel esprit scientifique” à l’œuvre au début du XXe siècle. Néanmoins, l’application aux mathématiques des catégories épistémologiques bachelardiennes classiques (obstacle, rupture, histoire sanctionnée et histoire périmée), d’abord conçues pour la physique ou la chimie, soulève plusieurs questions. Dans cet article, nous nous proposons d’étudier l’épistémologie mathématique de Bachelard pour elle-même. Dans un premier temps, nous soulignerons le lien naturel entre la question d’une épistémologie mathématique bachelardienne et deux thèmes classiques, à savoir le rapport avec l’épistémologie de Brunshcivg et la revendication de la discontinuité. Dans un deuxième temps, à partir de l’évolution de la pensée de Bachelard vers un rationalisme plus engagé, nous nous interrogerons sur ce que cette évolution implique pour les mathématiques en insistant sur la notion d’acte épistémologique esquissée par Bachelard. Nous comparerons enfin l’épistémologie mathématique de Bachelard et celle de Cavaillès.

Mots-clés : Bachelard , Brunshcivg , épistémologie mathématique , rupture épistémologique , acte épistémologique.

È noto il ruolo cruciale che Bachelard attribuisce alla matematica nell’ambito della sua epistemologia storica per comprendere il “nuovo spirito scientifico” all’inizio del XX secolo. Tuttavia, l’applicazione alla matematica delle classiche categorie epistemologiche bachelardiane (ostacolo, rottura, storia sanzionata e storia prescritta), concepite inizialmente per la fisica o la chimica, solleva diverse questioni. In questo articolo ci proponiamo di studiare autonomamente l’epistemologia matematica di Bachelard. In primo luogo, si evidenzierà la naturale connessione tra la questione di un’epistemologia matematica bachelardiana e due temi classici, ovvero il rapporto con l’epistemologia di Brunshcivg e la rivendicazione della discontinuità. In un secondo momento, partendo dall’evoluzione del pensiero di Bachelard verso un razionalismo più convinto, ci interrogheremo su che cosa implichi questa evoluzione per la matematica, insistendo sulla nozione di atto epistemologico delineato da Bachelard. Infine, confronteremo l’epistemologia matematica di Bachelard e di Cavaillès.

Parole chiave : Bachelard , Brunshcivg , epistemologia matematica , rottura epistemologica , atto epistemologico.

**Fernando Zalamea**

*Géométrie, Topologie, Riemann, et les nuances vivantes de la pensée mathématique chez Bachelard (avec un contrepoint autour de Simone Weil)*

In this paper we examine many Bachelard references to geometry and topology, and, in particular, to Riemann's work. Building on those readings, we propose a "living geometry" perspective on Bachelard's understanding of mathematics, according to some contemporary geometry trends. In counterpoint with Bachelard, we provide a footnote apparatus (*basso continuo*), around Simone Weil's reflections on mathematical thought.

Keywords: Bachelard, Riemann, Simone Weil, geometry, topology.

Dans cet article, nous examinons les nombreuses références de Bachelard à la géométrie et à la topologie et, en particulier, aux travaux de Riemann. Sur la base de ces lectures, nous proposons une perspective basée sur la "géométrie vivante" comme clé de la compréhension des mathématiques chez Bachelard, en suivant certaines tendances de la géométrie contemporaine. En contrepoint de Bachelard, nous proposons un appareil de notes (*basso continuo*) centré sur les réflexions de Simone Weil concernant la pensée mathématique.

Mots-clés: Bachelard, Riemann, Simone Weil, géométrie, topologie.

In questo articolo esaminiamo i numerosi riferimenti di Bachelard alla geometria e alla topologia e, in particolare, all'opera di Riemann. Sulla base di queste letture, proponiamo una prospettiva basata sulla "geometria vivente" come chiave di lettura del modo di intendere la matematica da parte di Bachelard, seguendo alcune tendenze della geometria contemporanea. In contrappunto a Bachelard, proponiamo un apparato di note (*basso continuo*), incentrato sulle riflessioni di Simone Weil in merito al pensiero matematico.

Parole chiave: Bachelard, Riemann, Simone Weil, geometria, topologia.

**Mario Castellana**

*Su alcune "eresie" di Federigo Enriques: l'idea di sistema come un processo di auto-delimitazioni successive*

Today the idea of complexity has imposed itself in several fields of research with all its vast articulated conceptual equipment through various "ways", as Edgar Morin would put it. Therefore, it could be useful to take into consideration the way it was declined by Federigo Enriques (1871-1946). This peculiar aspect emerged in the constant historical-epistemological reflections that accompanied his entire scientific activity from the *Problems of Science* (1906) to his last works of the 1930s. In these texts, it is possible to detect some of the crucial aspects of the subsequent philosophical-scientific debate, which will make the writer Paul Valéry admit to agreeing with what he calls his 'heresies'. One of these lesser known "heresies" is that which concerns the question of the processes of conceptual self-delimitation within any theoretical system. Enriques approaches the question with a style of thinking close to the spirit, in the Bachelardian sense, of the epistemology of complexity, only to find a more organic relief in the fundamental contributions of Jean Piaget, following in his wake.

Keywords: epistemology, philosophy of mathematics, complexity, heresies, self-delimitation, Federigo Enriques, Paul Valéry, Gaston Bachelard.



De nos jours, l'idée de complexité s'est imposée dans plusieurs domaines de recherche, accompagnée d'un vaste équipement conceptuel très articulé, et cela à travers divers "chemins", selon la formule d'Edgar Morin. Il est peut-être utile d'analyser la manière dont cette idée a été déclinée par Federigo Enriques (1871-1946). Cet enjeu a été traité à l'occasion des réflexions historico-épistémologiques constantes qui ont accompagné toute son activité scientifique dès les *Problèmes de la science*, publié en 1906, et jusqu'à ses derniers travaux datant des années 1930. On y retrouve la présence de certains aspects cruciaux des débats philosophico-scientifiques, à tel point que l'écrivain français Paul Valéry a déclaré être en accord avec ce qu'il appelait ses "hérésies". L'une de ces "hérésies" les moins connues est celle touchant à la question des processus d'autodélimitations d'ordre conceptuel intérieurs à tout système théorique. Enriques aborde la question avec un style de pensée proche de l'esprit, au sens bachelardien, de l'épistémologie de la complexité, pour trouver ensuite un relief plus organique dans les apports fondamentaux de Jean Piaget qui s'inscrivent dans son sillage.

Mots-clés : épistémologie, philosophie de la mathématique, complexité, hérésies, autodélimitation, Federigo Enriques, Paul Valéry, Gaston Bachelard.

Oggi l'idea di complessità, in più ambiti di ricerca, si è imposta con tutto il suo vasto e articolato corredo concettuale attraverso varie "vie" a dirla con Edgar Morin. Forse è utile guardare al modo come essa è stata declinata da Federigo Enriques (1871-1946); tale aspetto è emerso nelle costanti riflessioni storico-epistemologiche che ne hanno accompagnato l'intera attività scientifica sin dai *Problemi della scienza* del 1906 fino alle ultime opere degli anni '30. In esse sono presenti alcuni aspetti cruciali dei successivi dibattiti filosofico-scientifici tali da far dire allo scrittore francese Paul Valéry di trovarsi d'accordo con quelle che chiama sue 'eresie'. Una di queste 'eresie' meno nota è quella che riguarda la questione dei processi di auto-delimitazioni concettuali interni ad ogni sistema teorico. Enriques lo ha affrontato con uno stile di pensiero non lontano dall'esprit, in senso bachelardiano, dell'epistemologia della complessità col trovare poi, proprio sulla sua scia, nei fondamentali contributi di Jean Piaget un più organico rilievo.

Parole-Chiave: epistemologia, filosofia della matematica, complessità, eresie, auto-delimitazione, Federigo Enriques, Paul Valéry, Gaston Bachelard.

### Gerardo Ienna

*Corrationalisme : La dimension sociale de l'épistémologie bachelardienne*

In recent years, a new branch of research called *Social Epistemology* has emerged, finding its genesis in the attempt to rectify standard epistemological theories in the light of a serious consideration of the theoretical nexus of the relationship between knowledge and society. This question had already been addressed – with different tonalities – by many authors active in the first decades of the 20th century, such as Boris Hessen, Edgar Zilsel, Ludwik Fleck, Robert K. Merton, etc. In this context, the social dimension of Bachelardian historical epistemology is a theme that has been largely neglected, both in the vast critical literature on this author and in studies on the relation between knowledge and society. This lack is particularly paradoxical when one considers that Bachelardian thought has inspired epistemological-social theories such as those of Althusser, Foucault and Bourdieu. The objective of this article is to highlight – through a recognition in the corpus of works of this author – the organic relation between the social and historical dimensions in the construction of Bachelard's epistemological paradigm. In the following pages, it will be highlighted how this author elaborates a dialectically circular path that, starting from the

construction of a *non-Cartesian* theory of knowledge based on the idea of the *cogitamus*, passing through the highlighting of the modalities according to which the *union of the workers of the proof* constitutes the scientific facts (the founding act of the *corrationalism*), arrives to conceive a description – that anticipates the much later sociology of the sciences – of the structures and the models of functioning of the scientific communities that he proposes to call “*scientific city*”.

Keywords : Social epistemology, Historical epistemology, Corrationalism, Gaston Bachelard, Edmund Husserl

Au cours des dernières années, une nouvelle branche de la recherche appelée *Social Epistemology* a vu le jour en trouvant sa genèse dans la tentative de rectifier les théories épistémologiques standard à la lumière d’une considération sérieuse du nœud théorique de la relation entre la connaissance et la société. Cette question avait déjà été abordée – bien qu’avec des tonalités différentes – par de nombreux auteurs actifs dans les premières décennies du XXe siècle, tels que Boris Hessen, Edgar Zilsel, Ludwik Fleck, Robert K. Merton, etc. Dans ce contexte, la dimension sociale de l’épistémologie historique bachelardienne est un thème qui a été largement négligé, tant dans la vaste littérature critique sur cet auteur que dans les études sur la relation entre la connaissance et la société. Ce manque est particulièrement paradoxal si l’on considère que la pensée bachelardienne a inspiré des théories épistémologiques-sociales telles que celles d’Althusser, Foucault et Bourdieu.

L’objectif de cet article est de mettre en évidence – à travers une reconnaissance dans le corpus des œuvres de cet auteur – la relation organique entre les dimensions sociale et historique dans la construction du paradigme épistémologique de Bachelard. Dans les pages qui suivent, il sera mis en évidence comment cet auteur élabore un parcours dialectiquement circulaire qui, partant de la construction d’une théorie *non-cartésienne* de la connaissance fondée sur l’idée du *cogitamus*, en passant par la mise en évidence des modalités selon lesquelles *l’union des travailleurs de la preuve* constitue les faits scientifiques (l’acte fondateur du *corrationalisme*), arrive à concevoir une description – qui anticipe la sociologie des sciences bien postérieure – des structures et des modèles de fonctionnement des communautés scientifiques qu’il propose d’appeler “*cit  scientifique*”.

Mots-clés: Épistémologie sociale, épistémologie historique, corrationalisme, Gaston Bachelard, Edmund Husserl

Negli anni recenti è emersa una nuova branca di ricerca detta *Social Epistemology* che trova la sua genesi nel tentativo di rettificazione delle teorie epistemologiche standard alla luce di una seria presa in carico del nodo teorico del rapporto fra conoscenza e società. Tale tematica era stata già affrontata – seppur con tonalità differenti – da molti autori attivi nei primi decenni del ‘900 come Boris Hessen, Edgar Zilsel, Ludwik Fleck, Robert K. Merton etc. In questo contesto, la dimensione sociale dell’epistemologia storica bachelardiana è un tema che è stato largamente sottovalutato tanto nell’ambito della vasta letteratura critica su questo autore, quanto negli studi sul rapporto fra conoscenza e società. Tale mancanza è particolarmente paradossale se si considera che il pensiero bachelardiano è stato ispiratore di teorie epistemologico-sociali come quella di Althusser, Foucault e Bourdieu.

L’obiettivo di questo articolo è di mettere in luce – tramite una ricognizione nel corpus di opere di questo autore – l’organica relazione fra la dimensione sociale e quella storica nella costruzione del paradigma epistemologico di Bachelard. Nelle pagine che seguono si metterà in luce come questo autore elabori un percorso dialetticamente circolare che a partire dalla costruzione di una teoria della conoscenza *non-cartesiana* fondata sull’idea del *cogitamus*, passando per la messa in luce delle modalità tramite cui l’unione dei lavoratori

della prova costituisce i fatti scientifici (atto fondativo del *corrazionalismo*), arriva a proporre una descrizione – che anticipa molta sociologia della scienza successiva – delle strutture e modelli di funzionamento delle comunità scientifiche che lui prone di chiamare “*città scientifica*”.

Parole chiave : Epistemologia sociale, Epistemologia storica, corrazionalismo, Gaston Bachelard, Edmund Husserl

### **Dominique Pradelle**

*Historicité des sciences et du sujet de la connaissance chez Bachelard*

This paper focuses on the historicity of science, that is, the historicity that is inherent to knowledge itself, to scientific knowledge, to scientific reason or rationality: if scientific discoveries take place over time, in a form of temporal progression, is it legitimate to say that this is also the case with reason itself? Does the term *reason*, which designates the subjective structures of rationality, refer to a noetic invariant, to some invariable constitution of the knowing mind which would only make its effort in history by applying itself to successive and changing problems, and which would be presupposed by any history of science and scientific discoveries? Or does scientific rationality, on the contrary, have an intrinsic evolution, essential transformations, even breaks in style or paradigm shifts? We start from the Kantian thesis of the structural invariance of the knowing understanding, as well as from the duhemian thesis of historical continuity, to contrast them with the epistemology of ruptures or discontinuities inaugurated by Koyré, Metzger and Bachelard long before Canguilhem, Kuhn and Foucault; scientific thinking is never directly based on the perceptive world, but on a set of pre-scientific or scientific habits that must be challenged and overcome.

Keywords: reason, epistemology, continuism, epistemological ruptures, epistemological barriers, paradigms, Bachelard, Kant, Duhem, Koyré, Metzger, Canguilhem, Kuhn, Foucault

Ce qui est en question dans cet article, c'est l'*historicité des sciences*, c'est-à-dire l'historicité qui est inhérente à la connaissance elle-même, au sujet de la connaissance scientifique, à la raison ou à la rationalité scientifique : si les découvertes scientifiques prennent place dans le temps, dans une forme de progressivité temporelle, est-il légitime d'affirmer que c'est également le cas de la raison elle-même ? Le terme de raison, qui désigne les structures subjectives de la rationalité, renvoie-t-il à un invariant noétique, à quelque constitution invariable de l'esprit connaissant qui ne ferait que déployer son effort dans l'histoire en s'appliquant à des problèmes successifs et changeants, et qui serait presupposé par toute histoire des sciences et des découvertes scientifiques ? Ou bien la rationalité scientifique admet-elle au contraire une évolution intrinsèque, des transformations essentielles, voire des ruptures de style ou des changements de paradigme ? Nous partons de la thèse kantienne de l'invariance structurelle de l'entendement connaissant, ainsi que de la thèse duhemienne du continuisme historique, pour leur opposer l'épistémologie des ruptures ou des discontinuités inaugurée par Koyré, Metzger et Bachelard bien avant Canguilhem, Kuhn et Foucault ; la pensée scientifique ne se fonde jamais directement sur le monde perceptif, mais sur un ensemble d'*habitus* préscientifiques ou scientifiques antérieurs qui doivent être mis en question et dépassés.

Mots-clés : raison, épistémologie, continuisme, ruptures épistémologiques, obstacles épistémologiques, paradigmes, Bachelard, Kant, Duhem, Koyré, Metzger, Canguilhem, Kuhn, Foucault.

Il tema di questo articolo è la storicità delle scienze, ovvero la storicità inerente alla conoscenza stessa, al soggetto della conoscenza scientifica, alla ragione o alla razionalità scientifica: se le scoperte scientifiche accadono nel tempo, in una forma di progressività temporale, è legittimo affermare che questo valga anche per la ragione? Il termine ragione, che indica le strutture soggettive della razionalità, si riferisce a un'invariante noetica, a una qualche costituzione invariabile della mente, la quale non farebbe altro che dispiegare il suo sforzo conoscitivo nell'arco della storia rivolgendosi a problemi mutevoli e susseguenti, risultando quale presupposto di qualsiasi storia delle scienze e delle scoperte scientifiche? Oppure, al contrario, la razionalità scientifica ammette un'evoluzione intrinseca, delle trasformazioni essenziali, persino delle rotture di stile o dei cambiamenti di paradigma? Partendo dalla tesi kantiana dell'invarianza strutturale della comprensione conoscitiva e da quella duhemiana del continuismo storico, contrapporremo ad esse l'epistemologia delle rotture o delle discontinuità inaugurata da Koyré, Metzger e Bachelard ben prima di Canguilhem, Kuhn e Foucault; il pensiero scientifico non si fonda mai direttamente sul mondo percettivo, ma su un insieme di *habitus* pre-scientifici o scientifici precedenti che devono essere messi in discussione e superati.

Parole chiave: ragione, epistemologia, continuismo, rotture epistemologiche, ostacoli epistemologici, paradigmi, Bachelard, Kant, Duhem, Koyré, Metzger, Canguilhem, Kuhn, Foucault.

### Sandra Pravica

#### *Enveloppement – Bachelard et les philosophies de l'induction*

The essay presents Bachelard's philosophical assessment of mathematics for scientific thought in terms of his concept of induction and its successive modifications. In order to clarify the uniqueness of this view, I discuss it with positions on induction from the school of logical empiricism in the first half of the 20th century, which were formulated contemporaneously to Bachelard's position. I contend that Bachelard keeps the concept relatable and develops the problem of induction progressively, while his contemporaries capitulate here by drawing philosophical boundaries. I first elaborate how Bachelard determines the activities of "discovery" and "emergence" in mathematics and in so doing brings "induction" into play. To outline the uniqueness of Bachelard's concept of induction, I then sketch discussions of induction in the logical empiricism of the 1930s. In a final step, I show how Bachelard uses the term "induction" more and more idiomatically but in so doing opens the door to seeing the "problem" of induction as a new position in the philosophy of science.

Keywords: philosophy of science , concept of induction , applied mathematics , inventiveness of mathematics , logical empiricism.

L'article présente la conception philosophique que Bachelard développe à propos des mathématiques dans la pensée scientifique à travers son concept de l'induction et de ses évolutions successives. Afin de mettre en évidence sa spécificité, cette conception sera confrontée à des positions sur l'induction issues de l'empirisme logique de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, donc formulées à la même époque que celle de Bachelard. Je soutiens que pour Bachelard, ce concept garde son importance tout au long de sa réflexion sur le problème de l'induction, quand, à la même période, ses contemporains l'abandonnent et le rejettent hors des limites de la philosophie. D'abord je mettrai en évidence la manière dont Bachelard définit « l'activité de découverte » et « l'activité de production » des mathématiques, en y introduisant l'"induction". Afin de dessiner les contours de la spécificité du concept d'induction de Bachelard, il sera ensuite nécessaire de discuter de l'induction dans le contexte

de l'empirisme logique des années 1930. Finalement, je montrerai comment Bachelard utilise le terme d'“induction” de manière de plus en plus idiomatique, et que le “problème” de l'induction s'en trouve ainsi déplacé vers une nouvelle position en philosophie des sciences.

Mots-clés : Philosophie des sciences , notion d'induction , mathématiques appliquées , inventivité des mathématiques , l'empirisme logique.

L'articolo presenta la concezione filosofica sviluppata da Bachelard in relazione alla matematica nel pensiero scientifico attraverso il suo concetto di induzione e le sue successive evoluzioni. Per metterne in evidenza l'unicità, argomenterò questa concezione confrontandola con le posizioni sull'induzione relative alla scuola dell'empirismo logico della prima metà del XX secolo, formulate pertanto contestualmente a quella di Bachelard. Ritengo che Bachelard attualizzi tale concetto e che sviluppi progressivamente il problema dell'induzione, mentre i suoi contemporanei capitolano a questo punto tracciando confini filosofici. In primo luogo, illustro il modo in cui Bachelard definisce l'attività “dello scoprire” e “del far emergere” della matematica e, nel farlo, introduce l'“induzione”. Per delinearne l'unicità del concetto di induzione di Bachelard, illustro quindi l'induzione nel contesto dell'empirismo logico degli anni '30. Infine, mostro come Bachelard usi il termine “induzione” in modo sempre più idiomático ma, così facendo, sposti il “problema” dell'induzione verso una nuova posizione nell'ambito della filosofia della scienza.

Parole chiave: filosofia della scienza , concetto di induzione , matematica applicata , inventiva della matematica , empirismo logico.

### Enrico Castelli Gattinara

*Sul crepuscolo e sull'aurora come immagine dialettica fra razionalità e rêverie in Bachelard*

To understand all the nuances and originality of bachelardian philosophy, it is necessary to pay attention to the “auroral” and “crepuscular” aspects of his thought. Some theoretical, rational and imaginary spaces are intermediate between those of the day (epistemological rationality) and those of the night (the dreamlike and libidinal imaginary). Only by considering as important these spaces of uncertainty, in a certain sense “impure” and approximated, we can grasp the force that allows scientific knowledge to evolve and transform itself thanks to the energies hidden in the poetic imagination. At the same time, however, we can learn that poetry, without knowledge, would be just a nocturnal nightmare unable to give us that happiness and rest that the French philosopher so much sought. In this text we will try to show how much importance Bachelard gave, in his writings, to these intermediate spaces, despite the clear separation that he has always reiterated between rational reason and imagination.

Keywords: epistemology, controversy, rationalism, rationalism, poetry, *rêverie*, purity, impurity, day, night, twilight, aurora.

Pour comprendre toutes les nuances et l'originalité de la philosophie bachelardienne, il faut prêter attention aux aspects « auroral » et « crépusculaire » de sa pensée. Ce sont des espaces théoriques, rationnels et imaginaires intermédiaires entre ceux du jour (rationalité épistémologique) et ceux de la nuit (imaginaire onirique et libidinal). Ce n'est qu'en considérant comme importants ces espaces d'incertitude, en un certain sens « impurs » et approchés, que l'on peut saisir la force qui permet à la connaissance scientifique d'évoluer et de se transformer grâce aux forces cachées dans l'imaginaire poétique. En même temps, nous pouvons apprendre que la poésie, sans connaissance, ne serait qu'un cauchemar nocturne

incapable de nous donner ce bonheur et ce repos que le philosophe français a si longtemps recherchés. Dans ce texte, nous essaierons de montrer l'importance que Bachelard a donnée, dans ses écrits, à ces espaces intermédiaires, malgré la séparation nette qu'il a toujours confirmée entre rationalité et imagination.

Mots-Clés : épistémologie, polémique, rationalisme, surrationalisme, poésie, rêverie, pureté, impureté, jour, nuit, crépuscule, aurore.

Abstracts

Per comprendere tutte le sfumature e l'originalità della filosofia bachelardiana occorre fare attenzione agli aspetti "aurorali" e "crepuscolari" del suo pensiero. Si tratta di spazi teorici, razionali e immaginari che sono intermedi fra quelli del giorno (la razionalità epistemologica) e della notte (l'immaginario onirico e libidico). Solo considerando importanti questi spazi d'incertezza, in un certo senso "impuri" e approssimati, possiamo cogliere la forza che permette alla conoscenza scientifica di evolvere e trasformarsi grazie alle energie nascoste nell'immaginazione poetica. Allo stesso tempo però possiamo imparare che la poesia, senza la conoscenza, sarebbe solo un incubo notturno incapace di darci quella felicità e quel riposo che il filosofo francese ha tanto cercato. In questo testo, si cercherà di mostrare quanta importanza Bachelard abbia dato, nei suoi scritti, a questi spazi intermedi, nonostante la netta separazione che ha sempre ribadito fra ragione razionale e immaginazione.

Parole Chiave: epistemologia, polemica, razionalismo, surrazionalismo, poesia, rêverie, purezza, impurità, giorno, notte, crepuscolo, aurora.





