

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.¹), mais également de l'appareillage scientifique que les théories permettent de mettre au point et des protocoles expérimentaux qu'ils permettent de mettre en œuvre². 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 ?

¹ 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).

² 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, 1993³, 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*³. 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 finale⁴). 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 catégories⁵. 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 savoir⁶.

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*

³ 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).

⁴ Kant, I., *Kr. d. r. Vern.*, Erste Vorrede, A XIV, Zweite Vorrede, B VIII-IX (trad. fr., p. 35 et 40-41).

⁵ 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).

⁶ 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 lois⁷ (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 subsomption 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 généraux⁸ – le cas paradigmatique étant la subsomption, par Newton, de la chute des corps terrestres, du phénomène des marées et des révolutions des astres sous la même loi d'attraction universelle⁹. 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 Koyré¹⁰, Bachelard a tranché en faveur de ce dernier, c'est-à-dire de la thèse de

⁷ Kant, I., *Kr. d. r. Vern.*, Transz. Analytik, Anal. d. Grundsätze, A 159 / B 198 (trad. fr., p. 205).

⁸ Kant, I., *Kr. d. r. Vern.*, Transz. Dialektik, Anhang, A 647 / B 675 sq. (trad. fr., p. 556 sq.).

⁹ 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.

¹⁰ 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*¹¹ [...].

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*¹².

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 »¹³ – 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 incliné¹⁴, 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 céleste¹⁵.

¹¹ Canguilhem, G., *Idéologie et rationalité dans les sciences de la vie*, Paris, Vrin, 1988, p. 24 (nous soulignons).

¹² 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), 2001², p. 726-727 (nous soulignons).

¹³ 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).

¹⁴ Duhem, P., *La théorie physique, op. cit.*, p. 134-155 – cf. Brenner, A., *Duhem. Science, réalité et apparence*, Paris, Vrin, 1990, p. 144 sq.

¹⁵ 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 contraction¹⁶.

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 histoire¹⁷.

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-

¹⁶ Bachelard, G., *Le nouvel esprit scientifique*, Paris, Alcan, 1934, Puf, 1971¹¹, p. 62.

¹⁷ *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 nature¹⁸. 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 objet¹⁹.

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 »²⁰. 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

¹⁸ *Op. cit.*, p. 55.

¹⁹ *Ibidem*.

²⁰ *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 conceptualisation²¹. 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'Einstein²².

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

²¹ *Op. cit.*, p. 48.

²² *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*)²³. 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 scientifique²⁴.

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 insidieuses²⁵.

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 scientifique²⁶, 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 »²⁷.

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-

²³ 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, Authentic, 1985, p. 179, 177-178 et 176).

²⁴ Bachelard, G., *La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1938, 1983¹², p. 13.

²⁵ Bachelard, G., *Le rationalisme appliqué*, Paris, Puf, 1949 (1986⁶), p. 15.

²⁶ Bachelard, G., *La formation de l'esprit scientifique*, p. 9.

²⁷ *Op. cit.*, p. 14.

sée sont en dernière instance fondées sur le sol des perceptions sensibles²⁸, 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 »²⁹. 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 chercheurs³⁰.

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 »³¹. 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

²⁸ 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).

²⁹ 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.

³⁰ *Op. cit.*, p. 60.

³¹ *Op. cit.*, p. 66-67.

sens en chimie paracelsienne, prélavoisienne, 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 »³². 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 »³³. 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 »³⁴.

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 objectités³⁵.

³² Metzger, H. « La méthode en histoire des sciences selon F. Enriques », in *op. cit.*, p. 144.

³³ Metzger, H. « Tribunal de l'histoire... », in *op. cit.*, p. 36-37.

³⁴ 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, 1996³, p. 7 ; trad. fr. de L. Meyer, *La structure des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion, 1983, p. 25).

³⁵ 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 autres³⁶.

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 abstrait³⁷. 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

³⁶ *Op. cit.*, § 107c, Hua XVII, p. 293-294 (trad. fr., p. 381).

³⁷ Bachelard, G., *La Formation de l'esprit scientifique*, p. 8.

une garantie ni de solidité, ni de fondation empirique³⁸. 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 regard³⁹. 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 dernier⁴⁰. 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 grandeurs⁴¹.

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 scientifique⁴². 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^e siècle, Priestley observe que les corps légers ont tendance à s'agréger à un corps

³⁸ *Op. cit.*, p. 29 sq.

³⁹ *Op. cit.*, p. 29.

⁴⁰ *Ibid.*, p. 65.

⁴¹ *Op. cit.*, p. 41.

⁴² *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 ordinaire⁴³. 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 »⁴⁴. 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-Bruhl⁴⁵ : 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 différents⁴⁶ ; et celui de la *pensée ré-*

⁴³ *Op. cit.*, p. 109.

⁴⁴ *Op. cit.*, p. 109 – Metzger, H., « Réflexions sur Lévy-Bruhl », *op. cit.*, p. 115.

⁴⁵ 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).

⁴⁶ 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 superstition⁴⁷. 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 savant⁴⁸. 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 inventions⁴⁹.

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'avant⁵⁰.

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

⁴⁷ *Op. cit.*, p. 51-54.

⁴⁸ *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.

⁴⁹ « Réflexions sur Lévy-Bruhl », *op. cit.*, p. 121.

⁵⁰ 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 »⁵¹, 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 dialectisé⁵².

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

⁵¹ Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, Paris, Puf, 1949 (1986⁶), p. 44.

⁵² Bachelard, G., *La Philosophie du Non. Essai d'une philosophie du Nouvel Esprit scientifique*, Paris, Puf, 1940 (1975⁷), 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 recherche⁵³. 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 »⁵⁴. 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 rationnelle⁵⁵. 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

⁵³ *Op. cit.*, p. 22-25.

⁵⁴ *Op. cit.*, p. 25-27.

⁵⁵ *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 concept⁵⁶. 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 masse⁵⁷.

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 concept⁵⁸ : 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 négatives⁵⁹. 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-

⁵⁶ *Op. cit.*, p. 30-33.

⁵⁷ *Op. cit.*, p. 33-36.

⁵⁸ *Op. cit.*, p. 49 ; *Le Rationalisme appliqué*, p. 7. Cf. Lecourt, D., *L'épistémologie historique de Gaston Bachelard*, Paris, Vrin, 1969, p. 48 sq.

⁵⁹ 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*⁶⁰, 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 spirituelle⁶¹.

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-

⁶⁰ 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*. »

⁶¹ 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 élaborés⁶².

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 révolutionnaires⁶³.

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 édifiée 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 devanciers⁶⁴.

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 »⁶⁵ ; insister comme le fait Kuhn sur le caractère *implicite* des paradigmes qui sous-tendent la science normale⁶⁶ 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 »⁶⁷, de celle de Bachelard selon laquelle, à la phénoménologie de l'observation immédiate, la science substitue la

⁶² Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, p. 57. Cf. Fichant, M., « L'épistémologie » in Châtelet, F., *La Philosophie au XX^e siècle*, Paris, Hachette, 1973, Verviers, Marabout, 1979², 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. »

⁶³ 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.

⁶⁴ Kuhn, T., *The Structure of Scientific Revolution*, Chicago, University of Chicago Press, 1962 (1970²), 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.

⁶⁵ Kuhn, T., *The Structure...*, chap. I, p. 4-5 (trad. fr., *Introd.*, p. 22).

⁶⁶ *Op. cit.*, chap. V, p. 44-45 et 49 (trad. fr., IV, p. 72-74 et 78).

⁶⁷ Duhem, P., *La Théorie Physique*, II, chap. IV, § 3, p. 231-239, not. 235.

phénoméno-technique de l'expérimentation informée par la théorie⁶⁸, ou celle de Koyré selon laquelle l'application expérimentale des options générales est aussi déterminante que la méthodologie abstraite⁶⁹. 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 scientifique⁷⁰. 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* »⁷¹ ? 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 formule⁷², et que Foucault appelle à la mise en œuvre d'une « méthodologie complexe de la discontinuité »⁷³, 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

⁶⁸ Bachelard, G., *Le Rationalisme appliqué*, op. cit., p. 3.

⁶⁹ Koyré, A., *Études d'histoire de la pensée scientifique*, op. cit., p. 76.

⁷⁰ 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).

⁷¹ 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).

⁷² Canguilhem, G., *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie*, Paris, Vrin, 1993², p. 24 et 17-18.

⁷³ 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 temporelles⁷⁴.

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 distincts⁷⁵. 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 »⁷⁶, 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 »⁷⁷. 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 »⁷⁸, 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

⁷⁴ Foucault, M., « Sur l'archéologie des sciences », *Dits et écrits I*, n° 59, p. 726-727, nous soulignons.

⁷⁵ 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.

⁷⁶ Metzger, H., « Tribunal de l'histoire... », in *La méthode philosophique*, *op. cit.*, p. 38.

⁷⁷ Kuhn, T., *The Structure...*, *op. cit.*, chap. X, p. 122 (trad. fr., IX, p. 172).

⁷⁸ *Ibidem*, chap. IX, p. 92 (trad. fr., VIII, p. 132).

mouvement au paradigme scolastique de l'*impetus* »⁷⁹. 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 vibrantes⁸⁰ ; 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 instantanée⁸¹. 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 newtonienne⁸², et la règle d'Oresme pour la latitude des formes, le calcul galiléen de la vitesse instantanée⁸³. 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'éluider 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 grandeurs⁸⁴. 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

⁷⁹ *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).

⁸⁰ 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.

⁸¹ Cf. l'Introduction de Brenner, A., à Duhem, P., *L'aube du savoir*, p. XXXIV-XXXIX.

⁸² 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).

⁸³ *Ibidem*, p. 520-522.

⁸⁴ 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 généralisé⁸⁵ : « 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 »⁸⁶. 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., 1971¹¹.
 Bachelard, G., *La Formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1938, 1983¹².
 Bachelard, G., *La Philosophie du Non. Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*, Paris, P.U.F., 1940 (1975⁷).
 Bachelard, G., *Le rationalisme appliqué*, Paris, P.U.F., 1949 (1986⁶).
 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, 1993².
 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, 1993³.
 Duhem, P., *L'aube du savoir. Épitomé du système du monde*, Introduction d'Anastasios Brenner, Paris, Hermann, 1997.

⁸⁵ Bachelard, G., *La Philosophie du Non*, *op. cit.*, p. 43.

⁸⁶ *Ibidem*, p. 46.

- Fichant, M., « L'épistémologie » in F. Châtelet, *La Philosophie au XXe siècle*, Paris, Hachette, 1973, Verviers, Marabout, 1979².
- 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), 2001².
- 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 transcendante*, 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, 1973².
- Kuhn, T., *The Structure of Scientific Revolution*, Chicago, University of Chicago Press, 1962 (1970²) ; 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.