PHILOSOPHIA SCIENTIÆ

JACQUES BOUVERESSE

La philosophie naturelle de Boltzmann

Philosophia Scientiæ, tome 3, nº 2 (1998-1999), p. 9-30
<http://www.numdam.org/item?id=PHSC_1998-1999__3_2_9_0>

© Éditions Kimé, 1998-1999, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Philosophia Scientiæ » (http://poincare.univ-nancy2.fr/PhilosophiaScientiae/) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (http://www.numdam.org/conditions). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM
Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
http://www.numdam.org/

La philosophie naturelle de Boltzmann

Jacques Bouveresse

Résumé. En 1902, Boltzmann est revenu à Vienne, après avoir passé deux années à Leipzig, et il a repris à la fois sa chaire de physique théorique et la charge des Leçons sur la philosophie naturelle, qui avaient été données auparavant par Mach. On examinera ici le cas de Boltzmann comme penseur typiquement autrichien, les difficultés auxquelles il a dû faire face, dans les dernières années de sa vie, aussi bien sur le plan personnel que du point de vue intellectuel, sa position sur le problème du continuisme et de l'atomisme, sa conception des relations de la philosophie avec les sciences, son rapport à la théorie darwinienne, dont il était un admirateur passionné, et les conséquences qui en a tirées pour ce qui concerne la théorie de la connaissance, la question de l'*a priori* et le statut de la métaphysique.

Abstact. In 1902, Boltzmann made his great return to Vienna, after having spent two years in Leipzig, and he reoccupied his own chair of theorical physics, to which he added the charge of the Lectures on Natural Phylosophy, which had been given before by Mach. The paper examines the situation of Boltzmann as a typically austrian thinker, the difficulties with which he had to cope in the last years of his life both in personal and intellectual matters, his position concerning the problem of continuism and atomism, his conception of the relations between philosophy and the sciences, his relation to the darwinian theory, of which he was a passionate admirer, and the consequences he drew from it for the theory of knowledge, the question of the *a priori* and the status of metaphysics.

Philosophia Scientiae, 3 (2), 1998-1999, 9-30

1. Boltzmann et l'Autriche

A l'automne de1902, Boltzmann a effectué son grand retour à Vienne, après un séjour de deux années à Leipzig, au moment où son grand adversaire sur la question de l'atomisme, Mach s'était trouvé contraint, pour des raisons de santé, de prendre une retraite anticipée. Une bonne partie de la carrière scientifique et universitaire de Boltzmann s'était passée en dehors de Vienne, puisqu'il avait enseigné à Graz de 1876 à 1890, à Munich de 1890 à 1894 et à Leipzig de 1900 à 1902. Mais, bien que des positions académiques particulièrement intéressantes lui aient été proposées à différentes reprises à l'étranger, et notamment une fois à Berlin, il n'a passé au total que six années de sa vie en dehors de l'Autriche et il n'est pas exagéré de dire qu'au moment où il est revenu définitivement à Vienne, il s'est trouvé, selon une formule célèbre, dans la situation typique du penseur viennois qui ne songe apparemment qu'à fuir sa ville natale, mais en même temps, comme le géant Antée, ne retrouve ses forces qu'en reprenant contact avec son sol. De nombreux éléments indiquent que Boltzmann ne s'était à aucun moment senti tout à fait chez lui à Leipzig. En dépit des relations amicales qu'il continuait à entretenir avec Ostwald[1], il se considérait comme isolé et incompris, il souffrait, a-t-on dit, de la maladie la plus pernicieuse qui puisse affecter un professeur d'Université, à savoir la peur des collègues, sa santé déjà fortement diminuée et ses tendances dépressives, qui s'étaient plutôt accentuées dans ce contexte, lui avaient rendu la vie difficile et il a donné lui-même comme raison de son retour à Vienne le fait que son attachement à l'Autriche était trop grand et qu'il ne réussissait qu'avec beaucoup de difficulté à s'habituer aux conditions matérielles et aux façons de faire de l'Allemagne du Nord. A Leipzig, il avait, en plus du reste, le mal du pays et il éprouvait, comme il l'a dit, la nostalgie des montagnes autrichiennes et, semble-t-il aussi, de la cuisine autrichienne.

Aussi peu porté que l'on soit à exagérer l'importance des tempéraments et des caractères nationaux, il est difficile de ne pas remarquer à quel point Boltzmann avait, sur un bon nombre de points, un comportement et des réac-

---

1 On cite souvent comme preuve de la grandeur d'âme et de la générosité d'Ostwald le fait qu'en dépit des désaccords scientifiques et philosophiques radicaux qui existaient entre lui et Boltzamnn et des affrontements violents qui les avaient opposés à différentes reprises, c'est à son initiative et sur sa recommandation que Boltzmann s'était vu attribuer en 1900 la chaire de physique théorique à Leipzig. Même s'il est certain que l'impression de voir la théorie atomique, pour laquelle il avait combattu toute sa vie, menacée d'être supplantée définitivement par sa rivale énergétiste a contribué à aggraver dans les dernières années la dépression de Boltzmann, la légende encore très répandue qui veut que son suicide, en 1906, ait été provoqué essentiellement par les "persécutions" dont il aurait été victime de la part des représentants de l'école énergétique peut difficilement être prise au sérieux.

tions typiquement autrichiens. Il possédait, en particulier un côté primesautier et bon vivant et une forme d'humour qui est fort peu allemande et qui, comme j'aurai l'occasion de le montrer, s'est exercée notamment de façon dévastatrice contre les prétentions de la philosophie et contre les façons de penser et de parler des philosophes professionnels. Nous savons qu'il ne s'est jamais très bien accommodé ni du sérieux allemand ni, comme il le raconte dans le récit de ses aventures aux Etats-Unis (il n'y fit au total pas moins de trois voyages, dont l'un constitue le sujet du fameux "Voyage d'un professeur allemand en Eldorado", reproduit dans les *Populäre Schriften*), de l'austérité et du puritanisme américains. En fait, déjà lors de son premier séjour à Berlin en 1872, au cours duquel il avait travaillé pendant un certain temps dans le laboratoire de Helmholtz, il avait été passablement irrité par la rigueur prussienne. Il a raconté qu'un seul regard de Helmholtz lui avait fait comprendre clairement que la gaîté et l'humour n'étaient pas de mise dans ce lieu, surtout chez quelqu'un qui était venu là pour apprendre. Plus tard, Boltzmann a parlé de Helmholtz comme étant le seul homme avec lequel il pouvait encore discuter certains problèmes, en regrettant qu'il vive malheureusement aussi loin de lui. S'il avait une grande admiration pour le scientifique et en particulier le physicien Helmholtz, il était, en revanche, peu attiré par l'homme. Comme le remarque Broda, pour ce qui concerne ses relations avec Ostwald, c'est en un certain sens l'inverse qui était vrai.

Broda a caractérisé comme une forme de «patriotisme critique profond» l'attitude que Boltzmann avait à l'égard de son pays natal. Il était certainement tout à fait conscient des faiblesses de l'Autriche et plus capable que n'importe qui d'autre de les traiter avec ironie, mais en même temps rempli de fierté lorsqu'il pouvait de temps à autre -mentionner des institutions autrichiennes dignes d'être citées en exemple ou des compatriotes éminents. Comme beaucoup de ses concitoyens, il souffrait du complexe d'infériorité de l'Autriche à l'égard de l'Allemagne et il n'appréciait pas forcément qu'on lui rappelle la façon dont l'Autriche avait été humiliée politiquement et militairement par sa rivale. L'épisode suivant, raconté par lui-même, est à cet égard très révélateur :

> Lorsque, il y a deux ans, j'en suis venu, à Oxford, à parler dans une réunion de l'année du malheur 1866, l'une des personnes présentes a cru me faire un compliment en disant que les Autrichiens étaient trop bons pour remporter la victoire. Cette bonté et cette façon de se contenter de peu sont des choses dont il faudra que nous nous déshabituions. Mais, étant donné qu'aujourd'hui la simplicité et la frugalité disparaissent de plus en plus de l'univers, nous devons nous féliciter que justement l'Autriche possède encore comme autrefois des hommes dont le seul défaut est un excès de ces vertus et, avec le modèle le plus élevé du contentement et de la gaieté, avec notre Mozart, nous voulons proclamer :

> 'In unseren heiligen Mauern, Wo der Mensch den Menschen liebt,
> Kann kein Verräter lauern, Weil man dem Feind vergibt."
>
> Celui dont de telles leçons, dont l'exemple de tels hommes ne réjouissent pas le cœur, celui-là ne mérite pas d'être un homme, ne mérite pas d'être un Autrichien. [Stefan 1895, 102-103].

Lorsqu'il évoque, dans les notes préparatoires à ses Leçons sur la philosophie naturelle des années 1903-1906, le cas de la théorie des ensembles cantorienne, Boltzmann le fait de la façon suivante : «Une chose : la théorie des ensembles, une théorie mathématique qui a acquis aujourd'hui une grande importance. Le fondement a été apporté par un Autrichien, Bolzano : *Paradoxes de l'infini*» [Boltzmann 1903-1906, 91]. Bolzano, bien entendu, n'a pas trouvé la solution du problème de l'infini, qui n'est venue qu'après ; mais c'est lui qui a ouvert la voie. «Les principes de la théorie des ensembles, note Boltzmann, ont été formulés par un penseur autrichien, à savoir le théologien et philosophe pragois Bolzano ; il a écrit un traité extraordinairement astucieux sur les paradoxes de l'infini, où l'attention est attirée sur toutes ces choses qui jouent un rôle dans la théorie des ensembles ; il est vrai que Bolzano n'a fait qu'attirer l'attention sur ces paradoxes ; il n'a pas montré comment on doit y répondre. Mais, si on considère les choses exactement, ses successeurs n'ont pas non plus fait cela ; ils s'y sont simplement habitués, ils n'ont fait que montrer comment les opérations de calcul doivent être arrangées pour que l'on ne bute pas là-dessus, comment on doit calculer pour contourner les paradoxes» [Boltzmann 1903-1906, 189-190].

2. Le problème de l'infini en mathématiques et en physique

Boltzmann admet qu'il est tout à fait naturel de faire entrer en ligne de compte, dans les mathématiques, l'infini actuel, le continu actuel. La puissance des mathématiques, explique-t-il de façon très cantorienne, réside dans sa liberté. Mais, bien entendu, le problème de l'infini se pose de façon bien différente dans le cas de la physique. Il se ramène essentiellement à la question de savoir si ce sont les hypothèses continuistes ou, au contraire, les hypothèses discontinuistes et atomistes qui sont les plus susceptibles de nous conduire à une représentation adéquate des propriétés de la matière. Dans une conférence donnée à Saint-Louis en 1904, intitulée «Sur la mécanique statistique», il pose le problème de la façon suivante :

> Il s'avère (...) que nous ne pouvons pas définir l'infini autrement que comme la limite de grandeurs finies qui croissent toujours ; ou du moins jusqu'à présent personne n'a encore été en mesure de poser d'une autre manière un concept saisissable de façon quelconque de l'infini. Si par conséquent nous voulons nous faire du continu une image exprimée

> en mots, nous devons nécessairement d'abord imaginer un grand nombre fini de particules, qui est doué de certaines propriétés, et étudier le comportement de la collection de particules de cette sorte. Certaines propriétés de cette collection peuvent maintenant s'approcher d'une certaine limite lorsqu'on fait croître toujours davantage leur nombre et décroître toujours davantage leur grandeur. De ces propriétés on peut alors affirmer qu'elles appartiennent au continu et c'est d'après moi la seule définition non contradictoire d'un continu doué de certaines propriétés.
>
> La question de savoir si la matière est composée de façon atomistique ou continue se réduit par conséquent à celle de savoir si les propriétés en question sous la supposition d'un nombre extraordinairement grand, fini, de particules, ou leur limite lorsque le nombre des particules croît de façon constante représentent de la façon la plus exacte les propriétés observées de la matière. Il est vrai que nous n'avons pas répondu par là à la vieille question philosophique, mais nous sommes tout de même guéris de l'envie de chercher à la trancher par un chemin absurde et sans espoir. Le processus de pensée qui consiste dans le fait que nous devons d'abord examiner les propriétés d'une collection finie et ensuite faire croître extraordinairement le nombre des éléments de la collection reste en fait dans les deux cas le même, et ce n'est rien d'autre que l'expression abrégée du même processus de pensée précis par des signes algébriques qui est utilisée, lorsque, comme cela se passe plus fréquemment, les équations différentielles elles-mêmes sont prises comme points de départ d'une théorie physique. [Boltzmann 1904, 358-359].

Ce qui est vrai dans le cas de l'espace et de la matière ne l'est pas moins dans celui du temps. Boltzmann pense qu'en fait on ne peut même pas être certain a priori de la continuité de celui-ci, au sens dont il s'agit.

On peut dire de lui qu'il s'est battu jusqu'à la fin de sa vie en faveur non seulement de la légitimité, mais également de la supériorité (au moins dans l'état présent de nos connaissances, car il ne peut y avoir dans ce domaine que des certitudes provisoires) des représentations discontinuistes et atomistes et qu'il est mort avec le sentiment d'avoir plus ou moins perdu la partie contre les représentants de la conception continuiste et énergétiste. Ses convictions sur ce point étaient si fermes qu'à un congrès qui s'était tenu à Halle quelques années avant la confrontation fameuse qui eut lieu à Lübeck en 1895, il avait répondu aux objections formulées par Ostwald et Planck en réitérant avec force sa conviction de la vérité de l'atomisme et avait dit pour finir : «Je ne vois pas de raison de ne pas considérer également l'énergie comme divisée de façon atomistique !» [Stiller 1988, 97]. Ostwald, qui rapporte cette conversation à

2 Si l'on croit Jan van Plato (*Creating Modern Probability, Its Mathematics, Physics and Philosophy in Historical Perspective*, Cambridge University Press, Cambridge, 1994, p. 80), le

laquelle participaient Boltzmann, Hertz, Planck et lui-même et dans laquelle il avait défendu avec Planck le point de vue de la supériorité de la thermodymanique pure sur les considérations cinétiques, dit qu'il prit sur le moment comme une exagération délibérée et amusante la remarque de Boltzmann, qui suggérait une réunification possible de l'atomisme et de l'énergétique, et qu'il ne se souvient pas de la façon dont Planck, qui allait exploiter ensuite brillamment cette idée, a réagi à la déclaration de Boltzmann[2]

---

lien qui existe entre l'attitude de Boltzmann et l'émergence de l'idée de quanta d'énergie, au sens propre de l'expression, est cependant plus contingent et indirect qu'on ne le croit généralement : "C'est un accident historique remarquable que la façon combinatoire dont Boltzmann traite les problèmes de physique statistique se soit révélée importante pour la dérivation que Planck a donnée de sa loi de la radiation. Chez Boltzmann il n'y avait naturellement pas d'idée de la quantification de l'énergie. Pour lui, le discret était plus facile à comprendre, bien qu'il ait dit également que 'toute infinité dans la nature ne signifie jamais rien d'autre qu'un processus d'approximation d'une limite'(*Über die Beziehung zwischen dem zweiten Hauptsatze der mechanischen Wärmetheorie und der Wahrscheinlichkeitsrechnung respektive den Sätzen über das Wämegleichgewicht*, 1877, 167). Comme le fait remarquer Broda [*op. cit.*, 35], Boltzmann avait utilisé dès 1872, donc 28 ans avant que ne soit formulée l'hypothèse des quanta proprement dite, une procédure de quantification de l'énergie (autrement dit, un traitement atomistique de l'énergie comme composée de "particules" indivisibles) dans les déductions statistiques, mais seulement comme artifice mathématique et sans que la quantification apparaisse dans les formules finales. Il faut remarquer, cependant, que les opinions divergent sur la nature exacte de l'étape supplémentaire qui a été franchie en 1900 par Planck et même sur la question de savoir si c'est bien à lui, et non pas plutôt à Einstein et Ehrenfest, que doit être attribuée la première formulation de l'idée de la "discontinuité quantique" comme une hypothèse sérieuse. Cf. par exemple Stephen G. Brush, *Statistical Physics and the Atomic Theory of Matter, from Boyle and Newton to Landau and Onsager*, Princeton University Press, Princeton, 1983, 11 : «Les articles publiés par Planck en 1900 ne suscitèrent pas beaucoup d'excitation dans le monde de la physique, même si ceux qui s'intéressaient sérieusement au problème de la radiation du corps noir reconnurent que sa formule fournissait un accord satisfaisant avec les données expérimentales.Planck lui-même ne cherchait pas à approfondir la signification de son hypothèse quantique ou à développer ses applications à d'autres situations. En fait, on ne peut même pas dire clairement s'il entendait proposer une quantification *physique* de l'énergie à ce stade, ou s'il introduisait simplement des "éléments d'énergie" pour des raisons de commodité mathématique dans l'effectuation de calculs combinatoires». Planck indique que ce fut une grande satisfaction pour lui, à côté de bien des déceptions subies par ailleurs, de recevoir, en réponse à l'envoi de son mémoire sur l'hypothèse des quanta, une lettre de Boltzmann dans laquelle celui-ci exprimait son intérêt et son accord de principe. Jusque là, Planck, qui avait en outre la malchance d'avoir eu pour élève Zemerlo et d'avoir approuvé la publication de sa critique de la déduction du "théorème-H", avait été considéré par Boltzmann comme un défenseur pour le moins mitigé et peu fiable de la théorie atomique.

3. Boltzmann et la philosophie

Lorsque Boltzmann est revenu à Vienne en 1902, il s'est en quelque sorte succédé à lui-même comme Professeur ordinaire de physique théorique, puisqu'il n'avait pas été remplacé durant son séjour à Leipzig. Mais il est devenu également le successeur de Mach, puisqu'il a repris, à partir du semestre d'hiver 1903-1904, la charge des *Leçons sur la philosophie de la nature* (Histoire et théorie des sciences inductives), dont celui-ci avait été le titulaire. La *Leçon inaugurale* de Boltzmann fut véritablement un triomphe. On avait eu beau réserver la plus grande salle disponible, elle se révéla insuffisante pour contenir les quelque 600 auditeurs et spectateurs ou voyeurs qui s'étaient déplacés[3]. Quelque temps après, Boltzmann fut reçu par l'empereur François-Joseph, qui lui exprima sa satisfaction de le voir revenu en Autriche. Ce n'est pas une exagération de dire qu'il eut, d'une certaine façon, à ce moment-là l'occasion de découvrir ce qu'était réellement la philosophie. Jusque là il n'avait publié qu'un article proprement philosophique, il n'avait eu que peu de contacts directs avec les productions des philosophes et s'il avait effectivement participé à des controverses et à des débats philosophiques très animés avec des adversaires comme Mach, Ostwald et Helm, c'était essentiellement avec des scientifiques et sur des problèmes de philosophie des sciences. Le texte des Leçons qu'il a données pendant les trois dernières années de sa vie ne dissimule à aucun moment le fait que leur auteur est, à bien des égards, un novice dans la discipline et que, l'abordant pour la première fois réellement, sans formation philosophique préalable et en toute candeur, il est, c'est le moins qu'on puisse dire, plutôt étonné de ce qu'il y trouve. D'une certaine façon, son expérience n'est pas sans analogie avec celle du jeune Wittgenstein, qui venait, lui aussi d'une autre discipline, et qui a parlé en 1912, devant son ami David Pinsent, de la "surprise naïve" qu'il avait éprouvée en découvrant que les philosophes, qu'il «avait adorés dans l'ignorance», étaient en fin de compte «stupides et malhonnêtes et commettaient des erreurs répugnantes». L'auteur des *Leçons sur la philosophie naturelle* (un titre qui a, dans son esprit, quelque chose d'un peu ironique, étant donné ce que l'expression «philosophie naturelle» désignait pour Newton, à savoir tout simplement la physique elle-même ; sur ce point (cf.[Boltzmann 1903-1906, 107]) est tout à fait conscient du caractère un peu

---

3 Le texte de la *Leçon inaugurale*, qui avait été donnée le 26 octobre 1903, fut publié dans *Die Zeit* (11 décembre 1903). Boltzmann précise qu'il respecte le sens, mais pas forcément la lettre des propos qu'il a tenus ce jour-là. La version publiée par *Die Zeit* est reproduite, sous le titre "Ein Antrittsvorlesung zur Naturphilosophie", dans *Populäre Schriften*, p. 338-344.

incongru et très problématique de sa démarche et il se justifie avec son humour habituel en disant qu'«il se pourrait tout de même bien qu'un loup dans la bergerie soit plus utile qu'un mouton de plus».

Boltzmann, qui a ironisé sur le nom de Berkeley en remarquant qu'il était celui d'un philosophe anglais très réputé, auquel «on reconnaît même la gloire d'être l'inventeur de la plus grande folie dont un cerveau humain ait jamais accouché, celle de l'idéalisme philosophique, qui nie l'existence du monde extérieur», concentre la plupart de ses attaques sur les représentants de l'idéalisme en général et de l'idéalisme allemand en particulier. Pour donner une idée de la façon dont il s'exprime généralement sur ce point, on peut citer par exemple le passage suivant de sa *Leçon inaugurale* :

> Si je n'ai cédé qu'avec hésitation à l'appel qui m'incitait à m'immiscer dans la philosophie, des philosophes se sont immiscés d'autant plus souvent dans la science naturelle. Cela fait déjà longtemps qu'ils ont marché sur mes brisées. Je n'ai même pas compris ce qu'ils voulaient dire, et j'ai voulu pour cette raison m'informer mieux sur les doctrines fondamentales de toute philosophie.
>
> Pour puiser immédiatement dans les profondeurs les plus profondes, j'ai recouru à Hegel ; mais quelle verbosité sans aucune clarté ni réflexion ne devais-je pas trouver là ! Ma mauvaise étoile m'a conduit de Hegel à Schopenhauer. Dans la préface du premier ouvrage de ce dernier qui m'est tombé entre les mains, j'ai trouvé le passage suivant, que je vais lire ici mot pour mot : «La philosophie allemande est là accablée par le mépris, objet des railleries de l'étranger, rejetée par la science honnête comme une ... Je supprime ce qui suit par égard pour les dames présentes. [...] Les têtes de la jeune génération savante actuelle sont désorganisées par le non-sens hégélien. Inaptes à la pensée, non dégrossies et abasourdies, elles deviennent la proie du matérialisme plat qui est sorti de l'œuf du basilic.» Or j'étais assurément d'accord avec cela, seulement j'ai trouvé que Schopenhauer aurait tout à fait bien mérité, lui aussi, ses propres coups de massue.
>
> Seulement, même les calculs de Herbart sur les phénomènes de la psychologie me firent l'effet d'un persiflage sur les calculs analogues dans les sciences exactes, même chez Kant, j'ai été si peu capable de comprendre différentes choses que j'ai presque fait la supposition, étant donné l'acuité dont il fait preuve par ailleurs, qu'il voulait jouer un tour au lecteur ou même faisait semblant [Boltzmann 1903-1906, 153-154].

D'une certaine façon, Boltzmann est entièrement d'accord avec Socrate pour dire que le propre du philosophe est de savoir essentiellement qu'il ne sait rien. Dans sa *Leçon inaugurale*, il cite Faust : «Je dois enseigner avec une sueur amère ce que je ne sais pas moi-même». Mais, aussi convaincu qu'il puisse être de ne rien savoir, le philosophe ne sait généralement pas non plus pour-

quoi il ne sait pas, c'est-à-dire comment il est possible que le besoin de savoir s'exprime avec autant de force dans des cas où il n'est manifestement pas possible de savoir. Pour le dire d'un mot, la réponse est donnée aux yeux de Boltzmann par la théorie darwinienne de l'évolution, dont il a été depuis le début un adepte enthousiaste. La philosophie apparaît lorsque l'instinct de connaissance continue à s'exercer au-delà des fins pour lesquelles il a été conçu et auxquelles il est adapté. Le vrai travail philosophique est celui qui consisterait justement à se déshabituer de poser des questions qui n'ont aucun sens et qui, de par leur nature, sont condamnées à ne recevoir jamais aucune réponse. Boltzmann ne croit pas du tout que les questions qui sont exclues du domaine de la science doivent nécessairement pouvoir être résolues d'une autre façon, par exemple par le recours à la spéculation métaphysique ou à l'intuition mystique, et il ne considère pas que nous soyons privés par là de quoi que ce soit que nous pourrions légitimement exiger. «Ma doctrine présente, écrit-il, est totalement différente de celle selon laquelle certaines questions tombent en dehors des limites de la connaissance humaine. Car selon cette dernière doctrine il y a là un manque, une imperfection de la faculté de connaissance humaine, alors que je considère l'existence de ces questions, de ces problèmes elle-même comme une illusion des sens. Si l'on n'y réfléchit que superficiellement, on est assurément surpris qu'après que l'illusion des sens est reconnue, la pulsion qui incite à répondre à ces questions ne cesse pas. L'habitude de pensée est beaucoup trop puissante pour nous lâcher» [Boltzmann 1904, 355].

Le travail philosophique comporte donc un aspect négatif, qui consiste à essayer de dissiper, autant que possible, complètement l'illusion, ce qui, comme pour les illusions des sens, ne signifie malheureusement pas, bien entendu, la faire disparaître une fois pour toutes. Dans une conférence sur Schopenhauer, Boltzmann parle de la métaphysique comme d'une «migraine intellectuelle» dont il faut s'efforcer de délivrer l'humanité. Mais il insiste tout autant sur le fait que la philosophie a également une fonction légitime et un rôle indispensable à jouer : «La tâche de la philosophie de l'avenir est d'après ma conception de formuler les concepts fondamentaux d'une manière telle que l'on obtienne dans tous les cas des instructions aussi précises que possible pour une intervention appropriée au but dans le monde des événements» [*Über eine These Schopenhauers*, 400-401]. Il s'agit, dit-il encore, «de remplacer la logique et la métaphysique qui jusqu'ici se sont transmises inconsciemment par hérédité et nous ont été inculquées a priori comme par magie par une idée consciemment rationnelle» [Boltzmann 1903-1906, 113]. Le but de la philosophie savante n'est donc pas d'ajouter une superstructure d'hypothèses ou de spéculations métaphysiques aux constructions de la science, mais plutôt de donner une forme consciente et organisée à des convictions instinctives que nous possédions déjà et appliquions sans nous en rendre compte. En combinant les obligations de la science avec ce que devraient être désormais, pour ceux

qui ont compris la leçon de Darwin, celles de la philosophie, on aboutit à une représentation des tâches futures de la connaissance qui prend la forme suivante : «Nous devons [...] modifier toutes les lois de la pensée d'une manière telle qu'elles mènent par tous les chemins au même but, qu'elles correspondent à l'expérience et qu'en revanche la propension à tirer au-delà de la cible soit endiguée convenablement. Même si l'on n'atteint jamais complètement cet idéal, on peut néanmoins s'en rapprocher. On verrait alors cesser cette inquiétude, ce sentiment pénible que c'est une énigme que nous soyons là, que le monde simplement soit et soit précisément comme il est, qu'il est impossible de comprendre la cause de cette connexion régulière entre la cause et l'effet, etc., etc. Les hommes seraient libérés de la migraine intellectuelle qu'on appelle métaphysique» [*ibid.*, 402].

Lorsqu'il réfléchit, à la fin de sa vie, sur les relations de la philosophie et des sciences, Boltzmann observe avec satisfaction qu'entre le moment où il a commencé sa carrière scientifique et le début du vingtième siècle, l'attitude des milieux scientifiques à l'égard de la philosophie s'est modifiée dans des proportions considérables. Faisant allusion à la réaction positiviste et antimétaphysique qui a suivi la grande époque de l'idéalisme allemand, il écrit : «Mon aversion contre la philosophie était d'ailleurs à ce moment là partagée par presque tous les chercheurs dans les sciences de la nature. On persécutait toute orientation métaphysique et on cherchait à l'extirper radicalement ; mais cette disposition n'a pas duré. La métaphysique semble exercer sur l'esprit humain un charme irrésistible, qui, en dépit de tous les essais malheureux que l'on a pu faire pour lever son voile, ne perd rien de sa puissance. La pulsion qui incite à philosopher semble être innée en nous de façon inextirpable. Non seulement Robert Mayer, qui était de part en part philosophe, mais également Maxwell, Helmholtz, Kirchhoff, Ostwald et beaucoup d'autres y ont sacrifié volontairement et ont reconnu ses questions comme étant les plus élevées qui soient, de sorte qu'elle est à nouveau là aujourd'hui comme la reine des sciences» [*ibid.*, 154]. A la fin de sa vie, Boltzmann était de plus en plus persuadé que la solution des questions les plus importantes exigerait la collaboration des scientifiques et des philosophes et que la tâche la plus urgente pour l'avenir était celle qui consisterait à essayer de développer celle-ci au maximum. Il semble, du reste, que dans les dernières années il ait fréquenté davantage les séances de la Société Philosophique que les Instituts de physique spécialisés.

4. La théorie darwinienne et ses conséquences épistémologiques

Comme je l'ai dit, Boltzmann a été un défenseur plus que convaincu de la théorie darwinienne et il a immédiatement essayé de l'étendre à d'autres domaines, en particulier celui de la théorie de la connaissance et de la philosophie des sciences. «Si vous me demandez, a-t-il écrit, quelle est ma conviction

sur la question de savoir si on appellera le XIXe siècle le siècle de l'acier ou le siècle de la vapeur ou le siècle de l'électricité, je réponds sans hésitation qu'il s'appellera le siècle de la conception mécanique de la nature, le siècle de Darwin» [Boltzmann 1886, 28]. D'une façon qui peut sembler aujourd'hui assez surprenante et qui avait déjà de quoi surprendre à son époque, il qualifie régulièrement la théorie darwinienne de théorie mécanique et la considère comme une conquête décisive du mécanisme sur le terrain des sciences de la vie [4]. Dans *Über die Prinzipien der Mechanik* (1900), il n'hésite pas à affirmer que «le Dieu par la grâce duquel règnent les rois est la loi fondamentale de la mécanique» et que c'est la mécanique qui explique à la fois que nous vivions dans un Etat monarchique bien ordonné et que nous ayons plaisir à entendre nos fils lire Plutarque et Schiller et s'enthousiasmer pour les discours et les actes de républicains exaltés [*Populäre Schriften*, 317]. La théorie darwinienne lui semble constituer une preuve décisive du fait que le Dieu auquel il songe est bien celui qui, en fin de compte, gouverne le monde des êtres vivants et les pro-

---

4 Le "mécanisme" dont il est question ici ne signifie évidemment pas, pour Boltzmann, la même chose que la théorie mécanique et encore moins la théorie dans son état actuel. À la question de savoir si une machine construite de façon à être capable de simuler en tous points le comportement du corps humain serait ou non en mesure d'éprouver des sensations, il donne la réponse suivante: "Nous allons imaginer la possibilité d'une machine qui a l'apparence de notre corps et qui se comporte et se meut également comme lui. Son intérieur doit contenir un constituant qui, sous l'action de la lumière, du son, etc., par l'intermédiaire d'organes qui sont exactement comme nos sens et les nerfs qui s'y rattachent, reçoit des sensations. Ce constituant doit avoir la capacité supplémentaire de conserver ces impressions et, en transmettant ces images, d'exciter des fibres nerveuses de façon à leur faire produire des mouvements qui sont tout à fait identiques aux mouvements de notre corps. Les mouvements réflexes inconscients seraient alors naturellement des mouvements dont les innervations ne pénètrent pas suffisamment en profondeur dans l'organe central pour que des images mémorielles se forment à ce même endroit. On dit qu'il est a priori clair que cette machine se comporterait certes extérieurement comme un homme, mais ne sentirait rien. Elle retirerait assurément la main brûlée aussi vite que nous, mais, ce faisant, n'éprouverait aucune douleur. Je crois que l'on dit cela uniquement parce que l'on ne se représente en fait qu'une horloge, et non une machine aussi compliquée, de même que les gens sans cuture physique me disent souvent qu'il est pour eux (nous dirions a priori) clair que dehors dans l'espace universel on devrait encore savoir ce qui est en haut et ce qui est en bas ou que, si la terre tournait, on devrait le sentir. Ces personnes ne peuvent précisément pas s'imaginer dehors dans l'espace universel, se représenter les relations cosmiques" ("Über die Frage nach der objektiven Existenz der Vorgänge in der unbelebten Natur", (1897), *Populäre Schriften*, 183-184). Mais il est évidemment essentiel, pour Boltzmann, de préciser que : «Par machine, je n'entends naturellement ici rien de plus qu'un système qui est construit à partir des mêmes constituants selon les mêmes lois naturelles que la nature inanimée, mais non un système qui est représentable par les lois de la mécanique analytique actuelle; car nous ne savons pas encore le moins du monde si la nature inanimée dans sa totalité est représentable par celles-ci» [Boltzmann 1886, 183].

cessus de la vie en général, en dépit du fait que la finalité qui s'y manifeste semble exiger un type d'explication fondamentalement différent. Grâce à Darwin, nous savons désormais que même les processus intellectuels réputés "supérieurs" et l'émergence de concepts comme ceux de la beauté et de la vérité eux-mêmes peuvent en principe être expliqués en termes mécaniques : «L'explication de la beauté merveilleuse des fleurs, de la richesse des formes du monde des insectes, de l'adéquation de la structure des organes du corps humain et animal, tout cela [...] appartient au domaine de la mécanique. Nous comprenons à quel point il était utile et important pour notre espèce que certaines impressions sensorielles nous chatouillent agréablement et soient recherchées par nous, et que d'autres nous répugnent. Nous voyons à quel point il était avantageux de construire des images les plus exactes possibles de l'environnement dans notre esprit et de séparer rigoureusement ce qui en elles concordait avec l'expérience de ce qui ne concordait pas, du faux. Nous pouvons donc expliquer mécaniquement la genèse des concepts de beauté aussi bien que de vérité» [*ibid.*, 314]. Dans son hommage à la mémoire de Kirchhoff, Boltzmann cite un sonnet de Chamisso, qui évoque l'hécatombe que Pythagore se sentit obligé d'offrir aux dieux après la découverte de son théorème. Le poème évoque l'épouvante qui s'empare désormais des bœufs à chaque fois qu'une vérité nouvelle est sur le point d'être découverte par l'humanité. Et Boltzmann s'exclame : «Ne résonne-t-il pas aujourd'hui plus fortement que jamais, le mugissement de tous les obscurantistes, de tous les ennemis de la libre expression des opinions et de la libre recherche contre le nouveau théorème de Pythagore, la théorie de Darwin ?» [Boltzmann 1887, 75]

Une des conséquences les plus importantes que Boltzmann a tirées de la découverte de Darwin, dans le domaine de la théorie de la connaissance, est qu'il n'existe pas de vérités a priori, au sens auquel les philosophes l'entendent habituellement. C'est un des points sur lesquels il s'est opposé explicitement à Hertz. Il rejette le point de vue néo-kantien de celui-ci et soutient que demander à une théorie scientifique, en plus de ce qu'on exige habituellement d'elle, qu'elle satisfasse certaines exigences qui résultent de la constitution de notre esprit et des lois de la pensée elle-même est inutile :

> Ce que nous demandons à une théorie quelconque est qu'elle soit correcte et économique ; dans ce cas-là elle correspond *eo ipso* aux lois de la pensée. Je ne crois pas qu'il soit nécessaire de formuler cette dernière chose comme un réquisit spécial [Boltzmann 1897, 164].

Boltzmann ne croit donc pas que ce que Hertz appelle l'"admissibilité logique", c'est-à-dire l'accord avec les lois formelles de la pensée, constitue une exigence supplémentaire qui vient s'ajouter à celles de la correction et de l'adéquation pragmatique. Selon lui, les "lois de la pensée", comme on les appelle, «ne seront au sens de Darwin rien d'autre que des habitudes de pensée héritées»

[*Über eine These Schopenhauers*, 397]. Boltzmann considère donc que c'était une erreur regrettable de la part de Kant de les considérer comme a priori ; car elles ne le sont pas, si ce n'est dans le sens suivant :

> Nos lois de pensée innées sont assurément la précondition de notre expérience compliquée, mais elles ne l'étaient pas chez les êtres vivants les plus simples. Chez ceux-ci elles sont nées lentement, également par l'intermédiaire de leur expérience simple, et se sont transmises aux êtres qui possèdent un degré d'organisation plus élevé. C'est ce qui explique qu'il y ait là-dedans des jugements synthétiques qui ont été acquis par nos ancêtres, mais qui sont pour nous innés, donc a priori. De là résulte leur force contraignante, mais non leur infaillibilité [Boltzmann 1904, 356].

La question n'est pas de savoir si nous devons ou non admettre que certaines de nos représentations sont a priori car, admet Boltzmann,

> Il est tout à fait certain, que nous avons des représentations a priori. D'après la théorie darwinienne, sur le sol de laquelle je me tiens, c'est également tout à fait clair. Certains concepts ont déjà été acquis par nos ancêtres, leur connaissance s'est transmise peu à peu à leurs héritiers et nous est parvenue. Chez les animaux, c'est une chose beaucoup plus marquée que chez nous ; on peut prendre comme exemple l'art de la construction du nid chez les oiseaux, l'art de filer la soie chez le vers à soie. Pourquoi l'art de penser ne devrait-il pas être également inné à l'homme ?
>
> Si nous n'avions que des sensations et si nous n'avions aucune disposition à nous imaginer en plus de cela des objets, nous ne pourrions jamais parvenir à quelques connaissances des faits que ce soit. Nous devons déjà posséder a priori certaines choses, pour pouvoir nous construire le monde [Boltzmann 1903-1906, 160].

Les lois de la pensée ne sont donc en fin de compte rien de plus que le résultat d'une longue évolution qui leur a conféré non pas une vérité inconditionnelle, mais simplement une stabilité particulière et une fermeté exceptionnelle, qui sont telles que nous sommes amenés à tort à les considérer comme intrinsèquement inébranlables. Comme on peut s'en rendre compte, Boltzmann admet implicitement que même les lois de la logique et des mathématiques, n'étant pas a priori, au sens où on l'entend habituellement, ne sont pas nécessairement, comme on le croit généralement, à l'abri d'une révision possible. Nous pourrions après tout, même en ce qui concerne la logique elle-même, léguer à nos descendants lointains des principes sensiblement différents de ceux que nous avons reçus de nos ancêtres et qui seraient considérés par eux comme innés, bien qu'ils soient le résultat d'une modification acquise progres-

sivement[5]. On est tenté de croire que des principes logiques comme le principe de non-contradiction ou celui du tiers exclu résultent simplement de définitions que nous avons données. Mais d'après Boltzmann il n'en est rien : «On pourrait croire qu'il y a des conclusions qui peuvent être inférées uniquement à partir de définitions, qui n'ont rien à voir avec l'expérience et n'ont par conséquent pas besoin d'une confirmation par elle. Mais je crois que, si la conclusion contient quoi que ce soit de nouveau, une manipulation a dû être entreprise sur elle, qui doit d'abord à nouveau être testée sur l'expérience quant à sa correction» [Boltzmann 1903-1906, 170]. Boltzmann cite sur ce point un Sophiste grec qui avait déjà réussi à trouver une exception caractéristique à la validité supposée universelle du principe du tiers exclu[6]. Il aurait pu, bien entendu, citer Aristote lui même, pour qui les énoncés qui ont trait à des événements futurs contingents constituent, justement, une exception de cette sorte.

En qualifiant les propositions géométriques de jugements a priori, comme le fait Kant, nous ne faisons pas grand-chose de plus, selon Boltzmann, qu'indiquer que nous renonçons à nous interroger davantage sur leurs sources et sur

---

5 La position de Boltzmann sur ce que des considérations proprement logiques nous permettent par elles-même d'imposer a priori aux phénomènes apparaît clairement dans une lettre à Mach de 1893. A Mach, qui croit pouvoir déduire les lois de conservation de la causalité, Boltzmann répond en défendant l'idée que ce sont de simples propositions d'expérience: « ... La main sur la conscience, pourquoi Stevin s'attend-il à ce que sa chaîne ne tourne pas autour du plan incliné? Parce que cela aurait contredit une vaste série d'expériences, connectées les unes aux autres de façon inconsciente. S'il avait fait l'expérience et qu'elle ait tourné, il n'aurait certainement pas (du moins, pas avec raison, à mon avis) dit: "Cela contredit la logique", mais: "C'est une chose nouvelle pour moi, je ne me serais pas attendu à cela." Comment aurait-il pu, en se servant de la logique, amener la chaîne au repos?» (Cf. K.D. Heller, *Ernst Mach: Wegbereiter der modernen Physik*, Wien, 1964, p. 27-28.) Dans une autre lettre de la même année Boltzmann avait écrit: "... Je crois que l'impossibilité du *perpetuum mobile* est une pure proposition d'expérience, qui, dans des cas non encore examinés, peut à chaque instant être réfutée par l'expérience. Le fait que je considère cela, pour ce qui concerne le 1er principe, comme énormément improbable, mais pas même tellement improbable, pour ce qui concerne le 2ème principe, est une opinion purement subjective, indémontrable" [*ibid.*, p. 27]. La tendance générale de Boltzmann est, dans toutes les questions de ce genre, de faire dériver au maximum ce que nous sommes tentés d'imputer aux exigences immédiates de la "logique" (au sens strict ou élargi) d'une action indirecte et au besoin à très long terme de l'expérience elle-même sur notre esprit. C'est la réalité elle-même qui, par le mécanisme de l'évolution, nous a imposé progressivement les lois que nous sommes tentés de considérer comme une contribution a priori que notre esprit apporte à la connaissance des phénomènes.

6 Boltzmann songe ici à un paradoxe qui, sous une forme modernisée, pourrait s'énoncer : "J'écris sur une feuille de papier : 1) Toutes les feuilles sont bleues. 2) Le ciel est toujours vert. 3) Toutes les phrases qui sont écrites sur la feuille sont fausses. La question qui se pose est de savoir si la troisième proposition est fausse ou vraie" [Boltzmann 1903-1906, 170].

leur légitimité : «Si elles sont données a priori, il n'y a plus besoin d'un examen des sources, il n'est justement plus possible dans ces conditions d'en discourir davantage ; mais en pratique cela n'a absolument rien d'un avantage, car comment pouvons-nous, si elles nous sont données a priori, savoir si elles sont correctes ou non, quelles sont celles qui sont des jugements a priori corrects et quelles autres sont de simples préjugés que nous trouvons dans notre esprit et que nous devons extirper» [Boltzmann 1903-1906, 222]. Le fait que des propositions de cette sorte soient peut-être, effectivement, des préconditions de notre expérience des objets externes, ne signifie malheureusement pas que nous les connaissions, d'une façon spéciale et qui ne doit rien à l'expérience, avant de faire des expériences, et encore moins que nous en ayions une connaissance infaillible. L'erreur commise sur ce point est celle qui consiste à s'imaginer que les intuitions a priori et les jugements a priori sont absolument certains et a priori certains, alors que l'apriorité qui leur est attribuée nous renseigne assurément sur leur provenance, mais en aucune façon sur leur certitude. Il est vrai que les habitudes de pensée que nous avons héritées de nos ancêtres ont été d'une certaine manière testées de toutes les façons possibles et n'ont survécu que parce qu'elles étaient sans doute les plus "aptes". Seul a pu se transmettre d'une génération à l'autre et jusqu'à nous ce qui garantissait à l'espèce humaine une maîtrise correcte de son expérience ; et c'est ce qui confère aux principes a priori une "apparence de nécessité". Mais il ne s'agit de rien de plus qu'une apparence. Même si l'on adopte une perspective théologique, rien n'oblige à supposer que des connaissances a priori qui nous ont été octroyées directement par Dieu doivent nécessairement être correctes. Il se pourrait que les concepts qui nous semblent a priori soient exactement dans la même position que l'œil, qui, aussi perfectionné qu'il soit, n'en a pas moins ses faiblesses et ses déficiences. «Même si tous nos instruments sensoriels sont de deuxième main et nous viennent de Dieu, ils ne s'en sont pas moins, remarque Boltzmann, éduqués peu à peu par la voie naturelle» [*ibid.*, 161]. Rien ne prouve qu'il n'en aille pas exactement de même pour nos organes intellectuels et nos instruments conceptuels en général.

Boltzmann soutient que, puisque nous ne savons pas encore exactement ce qu'est, par exemple, une chose comme le nombre, il est très présomptueux de s'imaginer que nous savons ce qui est empirique et ce qui est a priori, ce qui est subjectif et ce qui est objectif, ce qui est analytique et ce qui est synthétique, ce qui est immanent et ce qui ne l'est pas, etc. Comme si Dieu ne nous avait pas seulement donné des connaissances a priori, mais également une connaissance immédiate et assurée de ce qui est a priori et de ce qui ne l'est pas et un usage infaillible ou en tout cas suffisamment sûr de concepts comme ceux qui viennent d'être mentionnés. Bien avant Quine, Boltzmann conteste l'existence de dichotomies comme celles de l'a priori et de l'a posteriori, de l'analytique et du synthétique, etc. et défend, sur les questions de cette sorte, une

position que l'on pourrait sans doute déjà considérer comme une sorte de gradualisme pragmatique : «Tous nos concepts proviennent de la même source, sont acquis de la même façon. Une chose est plus apriorique, une autre plus apostériorique, l'une est plus synthétique, l'autre plus analytique ; mais nous ne pouvons pas dire que quelque chose est absolument synthétique, parce que nous ne pouvons pas non plus, en réalité, tracer une limite nette entre les concepts "analytique" et "synthétique"» [*ibid.*, 161].

Il semble, il est vrai, y avoir une distinction qui n'est pas seulement de degré, mais bien de nature entre une proposition mathématique comme "2 + 2 = 4" et une proposition empirique comme celle qui énonce que la cigogne a un long bec. Boltzmann soutient pourtant que la différence n'est pas qualitative, mais seulement quantitative [*ibid.*]. La première proposition semble nécessaire et immuable et elle peut être démontrée, la deuxième est contingente et pourrait, semble-t-il, très bien ne pas être vraie ou cesser de l'être. Mais Boltzmann n'est pas convaincu que nous fassions un usage satisfaisant des concepts de nécessité et de contingence, lorsque nous invoquons la nécessité et l'immuabilité supposées des propositions mathématiques pour les qualifier d'a priori et les opposer aux propositions d'expérience. Car, de même que ce qui nous semble nécessaire ne l'est pas forcément pour autant, ce qui nous semble contingent ne l'est peut-être, lui aussi, qu'en apparence : «Tout ce qui est est nécessaire ; il n'y a rien qui pourrait tout aussi bien être autrement. La différence entre l'expérience que 2 + 2 = 4 et l'expérience que la cigogne a un long bec n'est pas qualitative, mais quantitative. Le fait que la première proposition soit réalisée est une chose que nous pénétrons aisément du regard et c'est pour cela que le contraire nous semble impossible. Lorsque nous considérons les choses compliquées que nous ne pouvons pas regarder jusqu'au fond, de nombreux éléments nous paraissent contingents. Si nous pouvions pénétrer clairement du regard tous les liens qui existent entre les choses de la nature, tout nous apparaîtrait comme nécessaire dans les circonstances concernées. Il est donc suffisamment clair que le mot "contingent" n'a qu'une signification relative par rapport à moi : est contingent ce que mon regard ne pénètre pas, ce qui par conséquent n'apparaît pas comme nécessaire à mon esprit» [*ibid.*].

On a l'habitude de faire une différence entre le concept de nombre et des concepts comme ceux d'espace, de temps ou de matière. Dans le cas du nombre, tout semble donné a priori et avec nécessité. Le concept de l'espace et celui du temps contiennent, en revanche, déjà un certain nombre de déterminations qui sont empruntées à l'expérience et qui, semble-t-il, pourraient très bien être autres. Le concept de matière et les concepts physiques en général semblent comporter un nombre encore plus grand de caractéristiques qui sont simplement accidentelles. Boltzmann pense qu'il n'y a là aucune différence qui soit de nature purement qualitative. Ce qui est contingent est simplement ce dont

nous ne sommes pas capables d'apercevoir les raisons internes. Mais elles existent dans un cas comme dans l'autre : le concept de nombre semble effectivement plus pur et même tout à fait pur, mais il est comme ceux d'espace ou de matière dérivé de faits d'expérience ; ce qui se passe est simplement que le système des nombres est beaucoup plus transparent pour nous et son organisation beaucoup plus facilement pénétrée que celle de l'univers des objets physiques [cf. *ibid.*, 204]. Il résulte de cela que tout est également nécessaire et qu'il n'est pas possible d'opposer, comme on le fait souvent, la nécessité logique et la nécessité naturelle ou la nécessité des lois logiques et la contingence des lois de la nature.

Une des choses les plus remarquables dans le cas de Boltzmann est certainement que, bien qu'il n'ait jamais considéré les théories scientifiques les plus abstraites elles-mêmes autrement que comme des instruments au service de fins qui se situent toujours encore dans la continuité du processus de l'adaptation biologique, il n'a jamais compris cela comme une façon de les rabaisser ou de les dévaloriser. C'est, en fait, exactement le contraire qui est vrai, puisqu'il s'est présenté invariablement comme un défenseur passionné des droits de la théorie et de la liberté de l'imagination théorique. Il a même à certains moments adopté un ton que l'on peut qualifier de lyrique pour célébrer la beauté des théories en général et comparé certaines d'entre elles, en particulier la théorie dynamique des gaz de Maxwell, à des œuvres musicales grandioses. (Il n'est peut-être pas sans intérêt de rappeler ici que Boltzmann avait des talents de pianiste bien supérieurs à ceux d'un amateur ordinaire et qu'il avait été sur ce point l'élève d'Anton Bruckner). On peut remarquer également qu'il n'a jamais accepté l'opposition que l'on fait habituellement entre la théorie et la pratique et entre le point du vue du théoricien et celui du praticien (il n'était en fait pas moins passionné par les applications pratiques de la science et par les progrès de la technique que par la théorie pure elle-même). «On serait presque tenté d'affirmer, a-t-il dit, qu'en laissant de côté entièrement sa mission intellectuelle, la théorie est aussi encore ce que l'on peut concevoir de plus pratique, d'une certaine façon la quintessence de la pratique [...] » [Boltzmann 1890, 79].

5. Classicisme et révolution

On a souvent insisté sur le fait que, bien que Boltzmann ait survécu encore dix ans à la découverte de la radioactivité et six ans à la formulation de la théorie des quanta, et ait même encore pu lire la première publication d'Einstein sur la théorie de la relativité spéciale, il a continué jusqu'au bout à travailler et à penser dans le cadre de la physique classique. Au tournant du siècle, dans sa conférence sur *L'évolution des méthodes de la physique théorique* (1899), après avoir retracé les étapes de l'évolution de la physique théorique

depuis l'époque de ses études scientifiques, il se présente lui-même de la façon suivante :

> Comme les choses ont changé depuis cette époque ! Au vrai, lorsque je considère rétrospectivement toutes ces évolutions et ces bouleversements, je me fais l'effet d'un vieillard qui a vécu trop de choses dans le domaine de la science. En vérité, j'aimerais dire que je suis resté le seul de ceux qui embrassaient encore les choses anciennes de toute leur âme, je suis du moins le seul qui, dans la mesure de ses moyens, lutte encore pour elles. Je considère comme la tâche de ma vie de contribuer, par une élaboration aussi claire et logiquement ordonnée que possible des résultats de la théorie classique ancienne, pour autant que c'est en mon pouvoir, à ce que les choses que, selon ma conviction, elle contient de bonnes et d'utilisables pour toujours ne doivent pas un jour être découvertes pour la deuxième fois, ce qui ne serait pas le premier cas de cette sorte dans la science.
>
> Je me présente par conséquent à vous comme un réactionnaire, un attardé, qui, face aux novateurs, a une passion pour l'ancien, le classique ; mais je crois que je ne suis pas borné, pas aveugle aux avantages de la nouveauté [...] [Boltzmann 1899, 205].

D'après Broda, on peut risquer l'hypothèse que Boltzmann est un des trois grands physiciens de l'époque classique : «Isaac Newton a fondé la physique comme construction intellectuelle unitaire, James Clerk Maxwell a rendu compréhensibles à l'aide du concept de champ les phénomènes de l'électromagnétisme, y compris de la lumière, et Ludwig Boltzmann a interprété la théorie de la chaleur, donc la thermodynamique, à l'aide de ses travaux sur la statistique moléculaire» (Cité par Wolfgang Stiller [Stiller, *op. cit.*, 157]).

Il n'en est que plus surprenant de constater à quel point le conservateur Boltzmann a été aussi, dans les faits, un physicien révolutionnaire, qui a ouvert des voies nouvelles dans une multitude de domaines, la physique théorique en général, la théorie des quanta, la théorie cinétique des gaz et la thermodynamique modernes, la physique statistique et la théorie ergodique, la théorie de l'information, etc. J'ai essayé, pour ma part, de donner une idée de la façon dont il a été également novateur dans le domaine de la théorie de la connaissance et de la philosophie des sciences, puisqu'on peut dire de lui sans aucune exagération qu'il a été un des promoteurs de la théorie de la connaissance et de l'épistémologie évolutionnistes, en même temps que de ce qu'on appelle aujourd'hui la naturalisation de l'épistémologie, et qu'il a même, à partir de considérations qui sont, il est vrai, bien différentes, puisqu'elles découlent essentiellement de ses convictions darwiniennes, anticipé directement la critique que Quine a formulée contre la possibilité de tracer une ligne de démarcation stricte entre l'ana-

lytique et le synthétique et entre l'a priori et l'a posteriori. Il est inutile, je crois, d'insister sur le degré auquel les conceptions et les convictions épistémologiques de Boltzmann sont proches de celles de Popper, qui, du reste, le savait parfaitement et le signale lui-même, et sur la parenté qui existe entre ses idées et celles du Cercle de Vienne sur la nature des problèmes philosophiques et sur la façon dont on peut espérer les résoudre.

Puisqu'il est question ici des relations intellectuelles entre la France et l'Autriche, je me permettrai de terminer en citant et en commentant brièvement une constatation que fait Poincaré dans ses *Dernières Pensées*. Après avoir d'abord résisté assez fortement aux hypothèses et aux "images", comme les appelait Boltzmann, de l'atomisme, Poincaré est devenu tout à la fin de sa vie un atomiste convaincu. Six ans après la mort de Boltzmann, il constate que les conceptions atomistes sont à nouveau à l'ordre du jour : «Depuis quelque temps, la tendance est à l'atomisme, la matière nous apparaît comme formée d'atomes indivisibles, l'électricité n'est plus continue, elle n'est plus divisible à l'infini, elle se résout en électrons tous de même charge, tous pareils entre eux ; nous avons aussi depuis quelque temps le magnéton, ou atome de magnétisme. A ce compte, les quanta nous apparaissent comme des atomes d'énergie. Malheureusement la comparaison ne se poursuit pas jusqu'au bout» [Poincaré 1913, 82]. Poincaré n'est pas convaincu que l'idée de l'atome d'énergie soit réellement en mesure de surmonter les difficultés considérables auxquelles elle se heurte pour l'instant. Mais il se demande si la discontinuité ne va pas régner finalement sur l'univers physique et si son triomphe peut être considéré comme définitif. La réponse qu'il donne est qu'il est beaucoup trop tôt pour formuler un avis sur ce point. En revanche, il admet que l'atome chimique est, pour sa part, devenu, au moment où il écrit, une réalité incontestable :

> La théorie cinétique des gaz a reçu pour ainsi dire des étais inattendus. De nouvelles venues se sont exactement calquées sur elle ; ce sont d'une part la théorie des solutions, d'autre part la théorie électronique des métaux. Les molécules des corps dissous, de même que les électrons libres auxquels les métaux doivent leur conductibilité électrique, se comportent comme les molécules gazeuses dans les enceintes où elles sont enfermées. Le parallélisme est parfait et on peut le poursuivre jusqu'à des coïncidences numériques. [...] Les brillantes démonstrations du nombre des atomes faites par M. Perrin ont complété ce triomphe de l'atomisme. Ce qui entraîne notre conviction, ce sont les multiples concordances entre des résultats obtenus par des procédés entièrement différents. [...] L'atome du chimiste est maintenant une réalité ; mais cela ne veut pas dire que nous sommes près de toucher les éléments ultimes des choses. ["Les rapports de la matière et de l'éther", [*ibid.*, 197-199].

En fait, il n'est pas certain que Boltzmann, s'il avait vécu jusqu'à ce moment-là, aurait accepté de dire que l'atome chimique était devenu enfin une réalité. Il aurait, en tout cas, insisté sur la nécessité de bien comprendre ce que l'on veut dire lorsqu'on formule des assertions de cette sorte. Dans ses *Leçons sur la philosophie naturelle,* il va même jusqu'à dire que : «Les atomes ne sont en fait que des symboles imaginés [*gedachte Symbole*] pour obtenir des images, pour intervenir de façon correcte ; ils ne peuvent pas exister indépendamment de celui qui pense» (p. 111). Lorsqu'on dit que les atomes sont réels, on ne peut par conséquent vouloir dire rien de plus que ceci : ils constituent des représentations qui jusqu'ici n'ont pas été contredites par la réalité et qui se sont révélées en outre les plus adaptées et les plus efficaces que nous soyions jamais parvenus à imaginer. Mais il n'y a malgré tout absolument rien qui nous autorise à considérer celles-ci comme définitives.

Boltzmann souligne régulièrement que nous ne savons pas et ne pouvons pas savoir si des conceptions complètement différentes ne s'imposeront pas un jour. «L'atomisme, écrit-il, n'est pas une mauvaise conception du monde, mais c'est ce concept de conception du monde qui est mauvais ; on ne doit pas se lier à des conceptions du monde déterminées» [Boltzmann 1903-1906, 295]. «Peut-être, admet-il, l'hypothèse atomiste sera-t-elle délogée un jour par une autre, peut-être, mais pas probablement» [Boltzmann 1886, 31]. Il a été souvent présenté comme le champion du réalisme en général et du réalisme scientifique en particulier, et l'homme qui croyait notamment dur comme fer à la réalité matérielle des atomes. En un sens, c'est bien ce qu'il était. Mais, en même temps, si l'on accepte les conséquences ultimes du point de vue darwinien qu'il adopte, le genre de réalisme que l'on obtient ne peut pas être celui dont on rêvait. Car la vérité des théories et des représentations en général reste toujours une chose essentiellement pratique et qui doit se juger dans la dimension de la pratique, et non dans celle d'une correspondance que nous pourrions chercher à établir entre nos représentations et la réalité telle qu'elle est en soi. Pour les besoins de l'adaptation et de la survie, il est indispensable que nous réussissions à construire des représentations qui conduisent à des interventions appropriées et réussies sur la réalité ; mais nous ne pouvons pas prétendre savoir et il ne nous est pas nécessaire ni même simplement utile de savoir si nos représentations correspondent où non à la réalité dans le sens métaphysique auquel les théories de la connaissance traditionnelles comprennent généralement la question. Boltzmann pense que les questions métaphysiques que nous ne parvenons pas à résoudre sont des questions que nous n'avons pas non plus besoin de résoudre et qui, par conséquent, sont de pseudo-questions non pas, comme on le dira plus tard, pour des raisons que seule l'analyse logico-linguistique est en mesure de révéler, mais déjà simplement parce qu'elles ne correspondent à aucun besoin réel : elles ne résultent, en fait, que de l'apparence ou de l'illusion d'un besoin. Chercher à utiliser l'instinct de connaissance au-delà

de sa raison d'être et de ses possibilités n'est pas une façon simplement maladroite d'essayer de satisfaire un besoin réel de connaissance.

Citant un de ses auteurs préférés, Schiller, Boltzmann écrit : «Schiller remarque à propos des chercheurs de son époque : «Pour attraper la vérité ils tirent avec des filets et des pinces ; mais d'un pas qui est celui de l'esprit elle passe en plein milieu.» Combien il aurait douté, en voyant l'équipement de la physique et de la chimie actuelles, qu'il soit possible d'attraper la vérité avec un tel chaos d'appareils, et c'est une impression semblable que l'on a aujourd'hui dans les lieux de travail des minéralogistes, des botanistes, des zoologistes, des physiologistes, etc. Ce n'est pas seulement comme de simples dispositifs pour rendre utilisables de façon nouvelle les forces de la nature que je vois les appareils en question, non, je les considère avec un respect beaucoup plus grand, j'ose dire que je vois en eux les véritables dispositifs pour dévoiler l'essence des choses. Bien des problèmes sont, il est vrai, dans cette affaire de l'espèce de la question adressée une fois à un peintre, à qui l'on demandait quel était le tableau qu'il avait dissimulé derrière un grand rideau : «Le rideau lui-même est le tableau !», répondit-il, car, sommé de tromper les connaisseurs par son art, il avait peint un tableau qui représentait un rideau. Le voile qui nous dissimule l'essence des choses ne pourrait-il pas être analogue à ce rideau peint ?» [Boltzmann 1886, 27] Il se pourrait donc que dévoiler l'essence des choses avec ses instruments, ses concepts et ses théories soit précisément ce que la science fait, dans le seul sens légitime que l'on puisse donner à une idée et une prétention de cette sorte.

Selon Boltzmann, «dire que la théorie moléculaire n'a qu'une valeur historique, serait comme si un machiniste disait que l'organisation interne de sa machine n'a qu'une valeur historique» [Boltzmann 1903-1906, 295]. Il a, effectivement, toujours défendu l'idée que la physique et la science en général ne doivent pas s'efforcer simplement de sauver les phénomènes, mais également de comprendre les mécanismes internes qui sont responsables de leur occurrence et des lois de leur enchaînement. Mais les meilleures théories ne sont jamais que des images hypothétiques, que nous ne devons pas confondre avec la réalité elle-même. On peut, bien entendu, continuer et on continuera probablement à se demander si nos images ne sont pas également capables de ressembler à la réalité dans un sens plus fort et plus intéressant que celui dont il s'agit. Mais une fois que nous avons dit tout ce que le point de vue naturaliste et évolutionniste défendu par Boltzmann nous autorise à dire sur ce point, nous devons également comprendre que tout ce que l'on peut essayer de dire de plus est et reste, justement, de la philosophie et même probablement de la métaphysique.

Bibliographie

Boltzmann, Ludwig

1877 Üeber die Beziehung zwischen dem zweiten Hauptsatze der mechanischen Wärmetheorie und der Wahrscheinlichkeitsrechnung respektive den Sätzen über das Wämegleichgewicht

1886 "Der zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie", Populäre Schriften.

1887 "Gustav Robert Kirchoff", Populäre Schriften.

1890 "Über die Bedeutung von Theorien", Populäre Schriften.

1897 "Über die Frage nach der objektiven Existenz der Vorgänge in der unbelebten Natur", Populäre Schriften.

1899 "Über die Entwicklung der Methoden der theoretischen Physik in neuerer Zeit", Populäre Schriften.

1904 "Über statistische Mechanik", Populäre Schriften.

1905 *Populäre Schriften*, Johann Ambrosius Barth, Leipzig.

1990 *Principien der Naturfilosofi*, Lectures on Natural Philosophy, 1903-1906, herausgegeben von Ilse M. Fasol-Boltzmann, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg.

Brush, Stephen G.

1983 Statistical Physics and the Atomic Theory of Matter, from Boyle and Newton to Landau and Onsager, Princeton University Press, Princeton.

Heller, K. D.

1964 Ernst Mach : Wegbereiter der modernen Physik, Wien.

Plato, Jan van

1994 Creating Modern Probability, Its Mathematics, Physics and Philosophy in Historical Perspective, Cambridge University Press, Cambridge.

Poincaré, Henri

1913 "L'hypothèse des quanta", in *Dernières Pensées*, Flammarion, Paris. "Les rapports de la matière et de l'éther", *ibid.*

Stiller, Wolfgang

1988 Altmeister der klassischen Physik, Wegbereiter der Quantenphysik und Evolutionstheorie, VEB Johann Ambrosius Barth, Leipzig.