

Aux contraires (L'exercice de la pensée à la pratique de la science)

Jean-Marc Lévy-Leblond, Éditions Gallimard.

Le rêve d'une théorie ultime

Stephen Weinberg. Éditions Odile Jacob.

J'ai fait une lecture croisée de ces deux livres, écrits tous les deux par des collègues physiciens théoriciens, et c'est leur analyse croisée que je voudrais présenter ici. Comme sans doute la majorité des lecteurs de la revue au titre en forme de manifeste, *Pour la Science*, je suis très affecté par la détérioration de l'image de la science qui, comme l'indique le point de vue de Jean-Jacques Duby, dans le numéro de décembre 1998, aboutit à une baisse des effectifs des études scientifiques.

Apparemment ni *Aux contraires* ni *Le rêve d'une théorie ultime* ne semblent susceptibles de beaucoup redorer le blason des sciences. *Aux contraires* reprend à son compte les sempiternels reproches que les médias font à la science : «Les triomphes de la science sont loin ; la machine à vapeur est oubliée, l'électronique banalisée, et le nucléaire n'a plus bonne presse.» Quant au *Rêve d'une théorie ultime*, il comporte une telle charge «contre la philosophie» et contre des disciplines de recherche qui pourraient entrer en compétition avec la physique des particules qu'il risque plutôt de provoquer une levée de boucliers contre la science lourde, dévoreuse de crédits publics.

Une lecture approfondie de ces deux livres, aux points de vue radicalement opposés, montre toutefois qu'il peuvent apporter une contribution très intéressante à ce débat si fondamental sur le rôle de la science dans la société.

Avec *Aux contraires*, Jean-Marc Lévy-Leblond veut «nous montrer la difficulté d'une pensée ferme», en passant en revue une série de douze couples conceptuels antinomiques que la science rencontre (vrai/faux, droit/courbe, continu/discontinu, absolu/relatif, constant/variable, certain/incertain, fini/infini, global/local, élémentaire/composé, déterminé/aléatoire, formel/intuitif, réel/fictif) et en nous montrant comment la démarche scientifique parvient à surmonter les inquiétudes qu'ils peuvent susciter.

Le livre s'ouvre sur une affirmation que je trouve très discutable : «car il est vrai, en un certain sens, que la «science ne pense pas», – c'est même le secret de son efficacité. La science fait un effort considérable pour ne pas penser» ; toutefois tout l'ouvrage nous montre la subtilité que déploie la pensée scientifique pour surmonter le malaise intellectuel que suscitent les antinomies conceptuelles. L'auteur semble très réticent à utiliser le terme de dialectique (sauf erreur de ma part, ce terme n'apparaît pour la première fois qu'à la page 112 : «On pressent qu'il va falloir transcender le dualisme onde/particule et penser le rapport continu/discret sur un mode plus dialectique que dichotomique») et, en conclusion, il récuse toute interprétation qui viserait à faire des antinomies conceptuelles des contradictions dialectiques inhérentes à la réalité physique.

Pourtant, tout au long de son livre, J.-M. Lévy-Leblond s'attache à nous faire percevoir le caractère profondément dialectique de la pensée scientifique. Au service de cette entreprise, qui est à mon avis couronnée de succès, l'auteur met sa grande culture, son expérience d'enseignant et un authentique talent littéraire. J'ai beaucoup apprécié, et je pense que les lecteurs de *Pour la Science* partageront mon avis, les explications qu'il donne et qui font preuve d'un immense talent pédagogique : ainsi la théorie quantique, qui traverse l'ensemble de l'ouvrage, me semble excellemment traitée. J'ai beaucoup apprécié, aussi, la subtile distinction entre les couples continu/discontinu et contigu/discret. Je me suis régalé à la lecture des multiples démonstrations du théorème de Pythagore, données dans le chapitre «intuitif/formel». Même si je ne partage pas son point de vue à propos de la constante de Boltzmann, j'ai trouvé éclairante sa discussion, dans le chapitre «constant/variable», des constantes de la physique, en termes de constantes universelles, fondamentales et dérivées.

J'ai cependant des critiques, qui ne sont pas toutes de la même importance. Les plus bénignes, d'abord. Comme toutes les antinomies conceptuelles passées en revue sont étroitement reliées, des redites étaient inévitables. Ainsi l'argument le plus intéressant évoqué dans «droit/courbe» s'est trouvé défloré, puisqu'il avait été déjà présenté dans le chapitre précédent, «vrai/faux». Le souci de précision terminologique de l'auteur est bien connu, et il est louable, mais il arrive, surtout avec le système complexe de guillemets utilisé dans l'ouvrage, que le lecteur soit un peu perdu : alors que le terme de relativité est à plusieurs reprises affublé de guillemets interrogatifs, des néologismes

proposés par l'auteur comme «pantopie» ou «implexité» ne sont mis entre guillemets qu'à leur première occurrence.

D'ailleurs, c'est à propos de la théorie de la relativité que je formule l'une de mes critiques les plus fortes. C'est Albert Einstein lui-même qui a ainsi nommé sa théorie et, même si quelques philosophes approximatifs ont confondu relativité et relativisme, il n'en demeure pas moins que la question de la relativité, c'est-à-dire la question de la dépendance de la description de la réalité objective par rapport au système de référence, est d'une importance fondamentale pour l'ensemble de la physique. C'est dans ce cadre qu'Einstein a établi sa théorie géométrique de la gravitation, selon laquelle tout changement de référentiel peut être remplacé, localement, par un champ gravitationnel adéquat, et, réciproquement, tout champ gravitationnel peut être remplacé, localement, par un changement adéquat de référentiel.

Dans sa présentation de la relativité générale, J.-M. Lévy-Leblond a préféré taire cette interprétation (qu'Einstein avait lui-même popularisé dès 1916, soit un an après son article original) et il lui a préféré celle, dont il est l'auteur, qui évacue toute interprétation géométrique et qui finit par banaliser l'interaction gravitationnelle. Ce faisant, l'auteur de *Aux contraires* se met à l'écart de tous les débats de la physique théorique contemporaine. Cela me ramène à l'objection la plus importante, par laquelle je commençais mon analyse : sous le prétexte que «la science ne pense pas», le livre n'aborde pas les problématiques les plus actuelles de la recherche.

Dans *Le rêve d'une théorie ultime*, consacré à la problématique des interactions fondamentales, Steven Weinberg apporte, à mon avis, un net démenti à l'affirmation que la science en train de se faire «ne penserait pas». Le principal défaut de ce livre est son ancienneté : il a été écrit, en anglais, alors que la décision de l'abandon du supercollisionneur américain SSC n'avait pas encore été prise par le Congrès des États-Unis. S. Weinberg avait fortement milité en faveur de ce projet, et on constate, *a posteriori*, que certains des arguments qu'il avait utilisés semblent non justifiés : les résultats obtenus avec le collisionneur LEP du CERN ont clairement montré que, même sans le SSC, les questions posées par le développement de la physique des particules devraient trouver des réponses avec le collisionneur européen LHC (*Large Hadron Collider*, soit «grand collisionneur à hadrons») qui doit entrer en fonction vers 2005.

Certains aspects critiquables du livre de S. Weinberg découlent de ce que

l'auteur se laisse emporter par son argumentation en faveur du SSC. Je pense, par exemple, que n'est pas admissible la façon dont il réduit le rôle des mathématiques : «En elles-mêmes, les mathématiques ne constituent jamais l'explication de quoi que ce soit ; elles sont simplement le moyen grâce auquel nous utilisons un ensemble de faits pour en expliquer un autre, et la langue dans laquelle nous exprimons nos explications.»

Toutefois ni les mathématiciens ni les philosophes, ni les biologistes, ni les physiciens de la matière condensée ne pourront se dispenser de prendre ce livre très au sérieux. S. Weinberg y précise ce qu'il entend par «théorie ultime» : il ne s'agit pas d'une théorie dont tout pourrait se déduire, mais «une théorie fondamentale ultime ne le sera qu'en un sens : elle mettra un terme à un certain type de science, la vieille quête de ces principes qui ne peuvent être expliqués par d'autres principes plus profonds».

Le problème que pose l'existence d'une telle théorie est un problème scientifique et un problème philosophique majeur qu'on ne peut pas éluder par une simple pirouette. La charge contre la philosophie que fait l'auteur n'est pas à la hauteur du reste du livre, et il est regrettable que, visiblement, S. Weinberg n'ait pas eu connaissance des travaux de philosophes (surtout francophones) qui ont sérieusement abordé la question (je pense en particulier à Ferdinand Gonseth).

Au strict plan de la physique théorique, la question de l'existence d'une éventuelle théorie ultime, au sens défini par S. Weinberg, suscite de nombreux débats auxquels il apporte des contributions majeures (pas seulement avec le livre présenté ici). L'interprétation, en termes de théories effectives, des théories quantiques de champs utilisées en physique des particules peut suggérer qu'aucune théorie n'étant capable de décrire la réalité physique jusqu'à des distances arbitrairement petites, la construction d'une théorie ultime restera un rêve. C'est nettement ce que pense un théoricien comme Howard Georgi qui, dans sa *Nouvelle physique*, plaisante amicalement S. Weinberg («s'en revenant du Texas, Weinberg, oh, oh / nous rapporte des dimensions à gogo...») et prophétise que «si nous nous laissons prendre au chant des sirènes de l'unification «ultime», supposée se produire à des dimensions si petites que nos collègues expérimentateurs ne peuvent plus nous aider, nous risquons d'avoir des ennuis, car nous perdons ainsi la possibilité d'élaguer les idées mortes, élagage qui distingue la physique de tant d'autres activités humaines moins intéressantes».

Au total, *Le rêve d'une théorie ultime* est un livre passionnant, tout à fait accessible aux lecteurs de *Pour la Science*, où l'auteur s'engage, fait l'effort de se mettre à la portée des lecteurs non spécialistes, parce qu'il essaie de convaincre. C'est avec franchise, voire avec rudesse, qu'il aborde de front les questions les plus difficiles (voire en particulier les deux derniers chapitres, intitulés «Face à l'ultime» et «Et Dieu dans tout ça ?»).

Gilles COHEN-TANNOUDJI

Vulgarisation

Invisibles, images de l'inaccessible

Patrice Lanoy. Cité des sciences/Somogy, éditions d'art, 1998.

L'émervaillement d'un Galilée observant les astres avec sa lunette, celui d'un Leeuwenhoek devant le spectacle donné par son microscope nous sont accessibles, quand nous imitons ces grands hommes, souvent au cours de l'adolescence. Il en reste une fascination pour les «images de la science», que ce livre alimente et dont il tire aussi profit.

L'admiration pour les beautés de la nature, ainsi révélées à l'aide d'instruments scientifiques, se double d'une question : que nous montrent les images ? Émile Meyerson narre cet épisode de l'histoire des sciences (*De l'explication dans les sciences. Corpus des œuvres de philosophie en langue française*, Éditions Fayard, 1975) : «Le père Scheiner ayant communiqué sa découverte des taches du Soleil à son provincial, celui-ci lui aurait répondu que cela ne pouvait être.» «J'ai lu, lui aurait-il dit, plusieurs fois mon Aristote tout entier et je puis vous affirmer que je n'y ai rien trouvé de semblable. Allez, mon fils, tranquillisez-vous et soyez certain que ce sont les défauts de vos verres ou de vos yeux que vous prenez pour des taches dans le Soleil.»

Cet exemple d'une image-document incompatible avec la scolastique se complète d'images qui, à l'inverse, servent de support à de nouvelles théorisations ; par exemple, celles de la planète Mars, où Schiaparelli voyait des canaux.

Ainsi toute image de science admet diverses lectures. Laquelle privilégier ? Un effort de vulgarisation est indispensable, avant de lancer de telles images à la tête du public. On doit spécifier

l'échelle, expliquer comment l'image a été obtenue, comment elle est présentée (éclairage ? couleurs vraies ou codées ?, etc.). Tout aussi important est l'accent à mettre sur ce que l'image ne montre pas, sur son vide et sur ses absences. L'iconographie a pour tâche d'aider la diffusion d'un savoir, et non celle d'une ignorance ou d'un obscurantisme : c'est évident, mais cela mérite d'être rappelé.

Examinons un exemple. L'image d'un nanotube de carbone orne la couverture de la revue *Science* (3 avril 1997) : un filin bleu repose sur deux espèces de concrétions jaune doré, avec de petites protubérances sphériques sur un fond verdâtre. Montrer, cela exige : de spécifier l'échelle (le nanotube a un diamètre de l'ordre du nanomètre) ; de préciser le mode de formation d'un nanotube, dépôt formé à partir d'une vaporisation, par un laser, de carbone dopé avec un mélange de nickel et de cobalt ; de dire que le fil de carbone moléculaire repose sur deux électrodes de platine ; d'expliquer l'origine des couleurs dans cette photographie ; d'annoncer qu'elle est obtenue par microscopie de force atomique (AFM), c'est-à-dire à l'aide d'une pointe très fine que l'on approche de la surface, afin de mesurer les forces exercées par les atomes individuels de la surface, etc.

Voilà le dilemme : on a le sentiment pessimiste que, quoi qu'on fasse, l'image restera inassimilable. Il est tentant de l'afficher sans tout son échafaudage compliqué, voire fastidieux ; mais le spectateur en est dès lors rendu passif, et donc ignorant.

Il est bien plus difficile de se donner la peine d'expliquer les conditions d'obtention du cliché et, ce faisant, d'initier une communication scientifique. C'est à cette seule condition qu'on ne transmettra pas d'idées fausses, en l'occurrence que le nanotube, en dépit de l'apparence, n'a rien d'un cordage. Il y faut donc un réel talent de vulgarisateur, couplé à une authentique maîtrise du domaine, en profondeur.

De surcroît, le seul intérêt de ces images, qui, pour être vues, exigent d'être présentées par un expert, est externe à la science, car les chercheurs leur préfèrent des schémas ! Pour préparer une conférence, j'interrogeais récemment le réseau Internet, avec des mots clés tels que «télomère», «chromosome», «appariement». Un moteur de recherche m'a aiguillé vers des sites présentant d'une part des images de la réalité, belles comme autant de poèmes (c'est-à-dire d'une grande opacité exigeant un gros effort pour accéder à leur signification) ; et, d'autre part, des schémas de pro-