

# Recension du livre « Extension du domaine de la thermodynamique. Anatomie d'une controverse »

par Emanuel Bertrand

Vincent Gerbaud

Laboratoire de Génie Chimique, Université de Toulouse, CNRS, INP, UPS, Toulouse, France

Extension du domaine de la thermodynamique. Anatomie d'une controverse. ISBN 978-2-406-14784-8, par Emanuel Bertrand. Edition Classiques Garnier. Volume 25 de la collection des Philosophies Contemporaines.

L'ouvrage d'Emanuel Bertrand m'a captivé. Il compte 422 pages en incluant une bibliographie dense de 200 références environ, un index de plus de 150 noms propres et se termine par le sommaire que je conseille de ne découvrir qu'à la fin de la lecture, comme une réminiscence des éléments découverts dans le livre, afin de se laisser emporter par la lecture et les réflexions. Le livre est structuré en plusieurs parties qui abordent des thèmes distincts qu'on pourrait explorer au gré de ses envies, mais qu'il faudrait plutôt parcourir du début à la fin pour apprécier sa construction progressive qui entrelace des points de vue historiques, éditoriaux, scientifiques et historiques, et nous emmène dans une enquête autour du best-seller de Ilya Prigogine et Isabelle Stengers : La Nouvelle Alliance. Ce livre paru aux éditions Gallimard en 1979 entremêle thermodynamique et philosophie autour d'une ambition : forger une nouvelle alliance entre science et nature à partir de la thermodynamique hors équilibre, celle des processus irréversibles. La lecture de la Nouvelle Alliance ne me semble pas un préalable essentiel. La mienne datait de quelques années et le livre d'Emanuel Bertrand m'a vite incité à relire la Nouvelle Alliance.

Emanuel Bertrand, auteur du livre « Extension du domaine de la thermodynamique. Anatomie d'une controverse », est physicien-thermodynamicien et historien des sciences. A l'image de Prigogine et Stengers qui insistent sur la condition humaine de chacun comme un élément limitant de la connaissance dans la controverse du déterminisme, Emanuel Bertrand rappelle dès le début le point de vue situé qu'il expose dans cet ouvrage et va au fil des pages s'attacher à révéler les parcours des scientifiques qu'il mentionne et comment cela les conduit à formuler une opinion vis-à-vis des thèses de la Nouvelle Alliance. Dans cet esprit, je précise aussi mon point de vue dans cette recension pour également en révéler les limites. Chercheur au CNRS en génie des procédés qui mêle mathématiques appliquées à la physique et la chimie à toutes les échelles, quantique incluse, j'ai fait de la thermodynamique l'un de mes principaux axes de recherche en explorant tout autant la thermodynamique à l'équilibre, la thermodynamique hors équilibre popularisée par Prigogine dans les années 60 que les nouvelles branches de la thermodynamique depuis les années 90. J'ai aussi lu quelques ouvrages de Philosophie des sciences et je m'intéresse de plus en plus aux questions de la science en interdisciplinarité et des liens entre Science et Nature.

Le titre et le sous-titre du livre d'Emanuel Bertrand ont très vite attisé ma curiosité ; le titre évoquant une extension du domaine de la thermodynamique pour laquelle j'ai mentionné mon intérêt, et le sous-titre parlant d'une controverse dont je n'avais pas connaissance. En miroir d'Ilya Prigogine, thermodynamicien et d'Isabelle Stengers, philosophe, Emanuel Bertrand invite le lecteur à explorer la thermodynamique hors équilibre en regard d'autres disciplines et surtout à l'examiner comme une discipline imprégnée de différents points de vue philosophiques et épistémologiques. Tour à tour, les parties du livre d'Emanuel Bertrand nous invitent à découvrir le best-seller de Prigogine et Stengers, son accueil parmi les scientifiques comme parmi le grand public, les partis pris du livre, ses omissions et la controverse sur le déterminisme qu'il a générée. Le livre nous amène aussi à examiner les positions philosophiques parfois ambiguës et évolutives des deux auteurs vis-à-vis de l'accès au réel en soi, leur

quête pour forger une nouvelle alliance entre sciences physiques et nature, son caractère asymétrique presque 'inavoué et les extensions souvent critiquables de la thermodynamique irréversibles à d'autres domaines des sciences.

Au fil des pages, Emanuel Bertrand décortique les intentions des auteurs de la Nouvelle Alliance et nous plonge dans l'intimité de sa rédaction, allant interviewer des proches de Prigogine et Stengers et même l'auteur Isabelle Stengers, révélant les discussions avec l'éditeur Gallimard et allant fouiller dans les sources d'inspiration de Prigogine et Stengers, et aussi dans leurs ancrages épistémologiques. Dans la controverse et dans la section traitant de la réception de la Nouvelle Alliance, Emanuel Bertrand s'attache en particulier à décrypter les postures des auteurs et celles des personnes impliquées à l'époque, examinant les épistémologies des différentes parties prenantes, auteurs de la Nouvelle Alliance compris. Ainsi, il révèle les fondations théoriques et épistémologiques des arguments des chantres de chacune des chapelles, suivant parfois sur de nombreuses années les évolutions de ces personnes qui en font parfois des transfuges à leur propre camp, puis les replaçant dans le contexte de recherches récentes. Emanuel Bertrand expose aussi de façon très didactique les concepts philosophiques qui permettent d'affiner la compréhension des postures des différentes personnes scientifiques citées. Enfin, il alimente tout au long du livre un questionnement profond et très actuel de la place des sciences face à la réalité et face la nature, examinant avec soin les différentes natures de la nature tout autant que les épistémologies des théories de mécanique classique et quantique et de thermodynamique. Il discute aussi avec une facilité révélatrice de sa maîtrise des sujets et de sa qualité pédagogique, les notions familières en thermodynamique d'entropie, d'échelle microscopique et macroscopique, de temps, d'irréversibilité, d'organisation des structures dissipatives, de dynamique et de réversibilité en mécanique classique, de non-localité, de non-séparabilité, d'observable en mécanique quantique mais aussi plus généralement d'ordre, de hasard, d'indéterminisme ou de lien au réel.

Bien plus que l'analyse d'une œuvre littéraire, Emanuel Bertrand donne vie à une fresque scientifique qui maintient le lecteur en haleine, ouvrant tour à tour des regards intimes sur des personnes ou des concepts, prenant de la hauteur pour décrypter et resituer les points de vue ou les postures. Je pressens aussi que le lecteur va devoir vivre activement son expérience de lecture car l'entrelacement des questions philosophiques et des concepts théoriques va probablement inviter chaque lecteur, comme il l'a fait pour moi, à questionner leur rapport philosophique à la quête de la connaissance.

Concernant le contenu relevant des sciences dures, je peux témoigner d'abord d'un point de vue de thermodynamicien. La thermodynamique est présente surtout au début dans la présentation synthétique de la Nouvelle Alliance et à la fin de l'ouvrage de Emanuel Bertrand traitant des liens entre thermodynamique et physique-chimie, biologie, sciences sociales, économie, philosophie et psychanalyse et traitant de la thermodynamique hors équilibre comme une nouvelle synthèse de la physique. Mais les questions de thermodynamique parsèment aussi le reste du livre, notamment l'analyse des publications faisant état de la parution de la Nouvelle Alliance dans la presse scientifique et débattant des arguments de Prigogine et Stengers sur l'entropie, l'irréversibilité, la stabilité des états organisés, souvent examinés en contrepoint des approches mécanistes réversibles héritières de Newton ou en examinant les passerelles avec la mécanique quantique. Un des points de débat est la distinction entre réversibilité à l'échelle microscopique et irréversibilité à l'échelle macroscopique. Au contraire, Prigogine et Stengers défendent la thèse d'une irréversibilité présente toujours et partout, où le cas particulier est la réversibilité. Un argument tient dans l'existence de fluctuations locales microscopiques et incontrôlées, illustratrices d'un indéterminisme intrinsèque et source de l'émergence de structures dissipatives à des échelles supérieures. En miroir de la Nouvelle Alliance qui contenait tout juste quelques formules, Emanuel Bertrand se met à la portée d'un lecteur non spécialiste en élaguant toute formule mais avec une précision, une rigueur et une facilité admirables. Emanuel Bertrand expose et discute sans détours les concepts de thermodynamique souvent abscons, tels que l'entropie, l'irréversibilité, la flèche du temps ou les structures dissipatives. Pour maîtriser un concept, il faut souvent avoir plusieurs clefs de compréhension et plusieurs définitions ; mais certaines sont plus

limpides que d'autres et c'est ce qui qualifie indéniablement celles que propose Emanuel Bertrand. Ce n'est pas une surprise venant d'Emanuel Bertrand, qui, sans qu'il n'en fasse état dans cet ouvrage, a reçu en 2001 pour son travail de thèse au Laboratoire de Physique Statistique de l'Ecole Normale Supérieure de Paris le prix Prigogine décerné par la communauté de thermodynamicien hors équilibre qui se réunit maintenant au Joint European Thermodynamic Conference tous les deux ans. Le chapitre sur l'extension du domaine de la thermodynamique des processus irréversibles à d'autres disciplines est révélateur des travers réductionnistes de la « thermodynamisation » à tout prix. On y discute aussi des opportunités que constituent les démarches analogiques mais aussi des dérives métaphoriques qu'elles peuvent engendrer, symptômes d'une « maladie d'entropisme » à vouloir convoquer énergie et entropie dans de nombreux contextes sans examiner les hypothèses d'application de ces concepts.

En ce qui concerne la philosophie des sciences dont je n'ai qu'une connaissance superficielle, j'ai apprécié l'exposition des postures épistémologiques des auteurs de la Nouvelle Alliance et celles des différents acteurs dans la controverse, opposant plusieurs courants philosophiques. Très ignorant, je me suis parfois perdu dans les comparaisons entre rationalistes, matérialistes, relativistes, tentant de discerner des passerelles ou des frontières fragiles et probablement critiquables avec des épistémologies réalistes ou constructivistes, mais les parties du livre consacrées au domaine interdisciplinaire des « sciences studies » (études des sciences et des techniques) puis au statut du réel m'ont aidé à mieux discerner ces courants et leurs nuances. Globalement cela a conforté mon propre questionnement philosophique autour de la science et la nécessité de l'enrichir. En effet, un apport majeur du livre d'Emanuel Bertrand est de révéler que chaque argument scientifique est inscrit dans une posture épistémologique. Rarement exposée au grand jour par les scientifiques eux-mêmes, une épistémologie sous-jacente semble pourtant toujours orienter leur argumentation. C'est le cas chez les auteurs de la Nouvelle Alliance tout autant que dans les opinions des scientifiques impliqués dans la controverse du déterminisme ou après celle-ci. Par exemple, l'ambition de Prigogine et Stengers de fonder leur nouvelle alliance réconciliant science et nature autour de la thermodynamique hors équilibre découlait du rejet de la séparation entre science et nature, prônée par Descartes et retrouvée chez les positivistes, et de ses conséquences dans le développement de la mécanique classique réversible de Newton. C'est aussi le cas dans les opinions exprimées durant la controverse sur le déterminisme, grossièrement caricaturée par une opposition entre certains courants de mathématiciens et de physiciens – thermodynamiciens, ou dans l'analyse des opinions des scientifiques lecteurs de la Nouvelle Alliance. Derrière leurs avis concordants ou divergents sur des concepts physiques, mathématiques ou thermodynamiques, il y a un aussi partage ou une opposition de conceptions du monde et d'épistémologies différentes.

Etant donné le succès d'édition de la Nouvelle Alliance, le travail d'Emanuel Bertrand implique nécessairement d'exploiter de très nombreuses références, dates et personnes. Mais malgré leur nombre, elles sont utilisées avec justesse dans le développement du livre, témoignant de la richesse quasi exhaustive du travail d'enquête d'Emanuel Bertrand, sans pour autant alourdir la lecture, tant le style adopté est élégant et facile à lire. Curieux ou spécialistes seront conquis par ce livre qui reste une de mes meilleures lectures de l'année. Le livre d'Emanuel Bertrand s'adresse donc à un public varié, possiblement accoutumé avec les sciences, et notamment avec un peu de physique et de thermodynamique ; et se posant des questions philosophiques. Pour autant des spécialistes de l'une ou l'autre de ces disciplines y trouveront leur compte. Plus spécifiquement, chaque scientifique pourrait trouver dans ce livre une raison d'aller explorer les fondements philosophiques de son travail car Emanuel Bertrand montre combien l'épistémologie sous-jacente à chaque travail scientifique guide autant les arguments et les méthodes que les opinions des personnes scientifiques.

En conclusion, le livre d'Emanuel Bertrand, « Extension du domaine de la thermodynamique. Anatomie d'une controverse » a été au-delà des mes attentes initiales. Il a été une source d'inspiration à plusieurs titres pour moi. Il m'a conforté sur de nombreux aspects de la thermodynamique hors équilibre, y apportant souvent de nouvelles nuances et a démontré combien cette discipline était particulièrement vivante. Il s'est aussi révélé être d'une actualité brûlante pour moi en m'invitant à approfondir le questionnement des fondements épistémologiques de mes travaux de recherche en sciences physiques,

chimiques et thermodynamiques et à réfléchir à la place des sciences dans une société dont l'éloignement de la nature a probablement contribué à amplifier les dérèglements globaux que nos sociétés affrontent, climat, écosystème et biodiversité pour n'en citer que quelques-uns. Ce livre m'a captivé pendant de longues heures et marquera un avant et un après ; clin d'œil à une brisure de symétrie temporelle irréversible évoquée à plusieurs reprises.