

m'a donc peiné, c'est que S. Dehaene distribue les critiques et les éloges d'une manière qui coïncide trop étroitement avec les intérêts des réseaux actuels de pouvoir dans la science. Je trouve choquant, par exemple, qu'il qualifie systématiquement de «prestigieuses» des revues médiatiquement puissantes, mais bien connues aussi pour leur peu de fiabilité scientifique. Puisse cette remarque encourager le lecteur à prendre du recul par rapport au texte, mais non le dissuader d'en prendre connaissance.

*La bosse des maths* est un livre de terrain, écrit par un chercheur à la démarche originale, personnellement engagé dans la construction du savoir contemporain et dont les expériences nous concernent tous. Nous ne sommes pas tenus de le suivre dans ses conclusions, et lui-même a toute une vie pour évoluer, mais ne manquons pas de profiter des riches matériaux qu'il a assemblés, pour nourrir notre réflexion.

Jacques NINIO

## Physique

### Les atomes existent-ils vraiment ?

Bernard Diu. Éditions Odile Jacob, 1997.

**Q**uelle est l'origine de la régularité macroscopique du monde ? Lorsqu'un système physique isolé évolue, certains attributs macroscopiques mesurables prennent des valeurs infiniment plus probables que d'autres. Cette propriété rend notre monde physique reproductible et prévisible, ce qui est une autre manière de dire qu'un litre d'eau a des propriétés physiques reconnaissables en toutes circonstances.

Si tout ce qui bouge relève de la mécanique, tout ce qui s'échauffe, refroidit et, même, demeure à température fixe est du ressort de la thermodynamique. Rien ne semble trop grand pour elle, pas même l'Univers, ni trop petit, pas même le trou noir.

Née de la nécessité technique d'analyser «la puissance motrice du feu», selon les termes de son fondateur, Sadi Carnot, cette théorie d'une élégance mathématique glacée semble nier son origine pratique et ignée. La thermodynamique, science abstraite des objets macroscopiques, de tous les objets

macroscopiques, est une esthétique du peu. Il est, en effet, vraiment remarquable, étant donné le nombre considérable d'atomes qui le constituent, qu'un système de taille macroscopique puisse être décrit par une poignée de paramètres physiques, dont la température et l'obscur entropie, dont le nom fut ciselé par Rudolf Clausius, en 1865.

L'entropie, classiquement notée par la lettre S, est le concept crucial de la physique thermique. La précision et l'utilité de cette notion en font l'une des clefs de la physique en général, et de la cosmologie en particulier : l'idée d'entropie et de son accroissement presque inévitable de fait rend possible une vision évolutionniste du monde et donne aux choses un destin.

$\Delta S \geq 0$  (pour un système isolé), et le devenir prend possession du monde et des objets !

Cette définition, toutefois, est trop subtile pour donner la moindre intuition de la nature physique de l'entropie et de ce qu'elle mesure. Le concept, finalement, reste comme une simple formule à mémoriser. De nombreux textes tentent de lui donner chair en la considérant comme une mesure du «désordre» vers lequel tendraient spontanément les systèmes isolés, alors que rien n'est plus démocratiquement ordonné qu'un gaz en équilibre thermique.

L'interprétation statistique de l'entropie en tant que logarithme du nombre de micro-états quantiques recouvrant un macro-état possible du système ( $S = k \ln N$ ) est, en comparaison, relativement plus concrète et évidente, pourvu que l'on ait défini correctement les notions de micro- et macro-état et, bien sûr, de système. Le logarithme dans la définition de S est essentiel si l'on



Rudolf Clausius (1822-1888) introduisit le mot «entropie» en 1865.



Ludwig Boltzmann (1844-1906) fonda la théorie cinétique des gaz et définit l'entropie à partir du nombre de configurations microscopiques correspondant aux états microscopiques.

veut lier l'entropie et la température d'une manière simple. Ainsi les grandeurs nouvelles, par rapport à une description purement mathématique, purement thermodynamique, ainsi que les lois qui les régissent, sont dégagées du comportement collectif des particules microscopiques dont le mouvement est, en dernier ressort, déterminé par la seule mécanique. Le problème est qu'il n'est pas trivial de montrer, à partir de cette définition, que l'entropie d'un système macroscopique en interaction avec un autre croît inévitablement...

Je ne pouvais imaginer jusqu'alors que l'on puisse exposer sérieusement à une large audience le deuxième principe de la thermodynamique sans susciter de frustration ou de migraine. Enfin un gentilhomme de science parut.

Bernard Diu nous guide d'une main sûre dans le palais ombreux des glaces de l'entropie. Il fait lumière sur les merveilles du raisonnement thermodynamique et, au détour d'un couloir, il nous souffle un poème, comme pour nous réchauffer. Comment le remercier ?

Mais pourquoi laisser croupir au fond d'une oubliette de bas de page Prigogine le Téméraire, même s'il a construit sa réputation sur une conception inverse de la thermodynamique ? *Les atomes existent-ils vraiment ?* et *La fin des certitudes* ne s'éclairent-ils pas mutuellement ?

Et au chapitre de la pression, pourquoi ne pas mentionner que la pression négative, par le biais de l'équation d'état du vide quantique (pression = - densité d'énergie) joue un rôle déterminant en cosmologie, étant source d'une vertigineuse expansion de l'espace qualifiée d'inflation ?