

ÉNERGIE & STABILITÉ

**ÉLÉMENTS
DE
PHILOSOPHIE NATURELLE
ET
D'HISTOIRE DES SCIENCES**

Claude Paul BRUTER

Professeur de Mathématiques

Université Paris 12

Préliminaires

Il ne semble pas, à ce jour, que beaucoup de travaux des sémioticiens aient porté sur la signification dans un sens large des termes et des symboles employés dans les sciences. Il y a peut-être là pour eux un nouveau champ d'études à explorer. La difficulté pour entrer dans ce domaine vient bien sûr de la formation même des sémioticiens actuels, une formation plutôt littéraire. L'accès en profondeur aux disciplines scientifiques est long et difficile. La lecture profitable des journaux de vulgarisation repose souvent sur une connaissance préalable et plutôt solide de la matière. Disposer de documents de synthèse et formateurs relativement accessibles pourrait être utile à ceux qui seraient tentés à expérimenter la voie d'études suggérée plus haut.

C'est la raison principale pour laquelle j'ai proposé à Paul Bouissac, avec qui par ailleurs je partage nombre d'affinités intellectuelles, de mettre en ligne les pages qui vont suivre. Son ouverture d'esprit l'a conduit à accepter cette proposition, je l'en remercie ici.

Le texte que j'ai écrit s'adresse à un public désireux de s'instruire et dont l'esprit est naturellement tourné vers la réflexion. Il comprend certes le public étudiant, et plus généralement le public universitaire et cultivé. En dehors du découpage de l'ensemble pour les besoins de l'édition du site je n'ai point modifié le contenu du texte premier.

Les lignes qui vont suivre en constituent un avant-propos : il donne quelques-unes de mes motivations pour écrire ce texte, et *in fine* une indication sur le contenu. Je le fais suivre ici de la table des matières, en laquelle on peut voir un premier résumé.

Dans une large mesure, certains chapitres peuvent être lus indépendamment des autres. C'est le cas en particulier des chapitres I et VIII. Les chapitres V à VII inclus forment un ensemble qu'on peut également lire de façon indépendante des précédents ou du dernier ; toutefois les liens de ces chapitres avec ceux qui les précèdent immédiatement sont évidemment resserrés.

Motivation et très bref résumé introductif

Le présent ouvrage s'adresse aux publics dont l'intérêt et la réflexion se portent sur les fondements des sciences, et plus généralement sur les soubassements de la philosophie naturelle. Son contenu historique concerne la genèse et l'évolution de deux concepts parmi les plus importants de la pensée scientifique. Ces éléments d'histoire des sciences seront sans doute utiles notamment aux étudiants en sciences et en philosophie, apportant une assise aux enseignements spécialisés qu'ils reçoivent.

L'une des principales raisons qui ont présidé à la rédaction du livre est d'ailleurs d'ordre pédagogique. Les enseignements sont, en général, d'une qualité technique remarquable. Ils présentent pourtant parfois, à mon sens, au moins deux faiblesses de conception, liées entre elles, et qui semblent s'être de plus en plus profondément ancrées au cours de ces deux derniers siècles. La première faiblesse vient de la présence excessive de l'abstraction au dépens du réalisme et du pragmatisme, et donc au dépens de la simplicité et de l'accès à une première compréhension immédiate. De tels enseignements s'accompagnent par suite, et également, d'une forme de présentation autoritaire et d'assujettissement au dogmatisme qui détournent l'esprit de la réflexion sur les fondements des sciences. Une expérience de Maxwell en témoigne : l'appendice 1 la relate. De ces défauts résulte probablement, si l'on se place d'un point de vue global, qu'à partir des années 1840 environ, la science française par exemple s'est montrée finalement moins profondément créative que ses autres consœurs européennes : si Newton est anglais, la formation d'Einstein est allemande ; l'histoire ne manque pas de souligner l'étendue des discussions d'ordre philosophique que le jeune Einstein eut avec ses mentors et avec ses amis. Dans ces deux écoles, la philosophie naturelle a toujours occupé une place à part entière, elle a contribué à rendre la pensée féconde, a servi de terreau fertile à l'éclosion des théories physiques modernes – théorie de la relativité, théorie quantique, théorie des cordes. En témoigne, par exemple, le nombre élevé d'articles très importants parus dans les journaux britanniques portant le terme *philosophical* dans leur titre, et l'on sait que l'ouvrage majeur de Newton s'intitule *Philosophiæ naturalis principia mathematica* (1687). Certes, cette expression de philosophie naturelle concerne plus particulièrement le règne physique¹. Mais son acception

¹ Extrait du *Treatise on Natural Philosophy* [58] :

« PREFACE.

Les causes primordiales ne nous sont point connues ; mais elles sont assujetties à des lois simples et constantes, que l'on peut découvrir par l'observation, et dont l'étude est l'objet de la philosophie naturelle.- Fourier.

est plus étendue, moins contraignante que le terme physique. Elle est une porte ouverte sur l'enrichissement et l'approfondissement du savoir.

La pratique de cette philosophie naturelle était également très présente chez nos savants du XVIII^e siècle : l'œuvre encyclopédique de d'Alembert et de Diderot en porte largement témoignage. Il convient assurément de la réintroduire dans la formation scientifique d'aujourd'hui. Sans doute, depuis toujours, ici ou là, divers auteurs contribuent à en maintenir la vitalité locale. Mais leur voix est pratiquement sans effet. Seul un enseignement officiel plus largement répandu, consistant, pourrait conduire à des résultats bénéfiques.

Le contenu de cet opuscule introductif doit être davantage jugé comme un appel à la réalisation d'un tel projet. L'aspect conceptuel y est privilégié par rapport à tout autre. Un premier chapitre, court, insiste sur le poids du symbolisme dans notre relation avec le monde.

Le thème que je n'aborde pas est celui de la nature de l'espace, mais il est bien sûr présent en filigrane. L'énergie en est un attribut essentiel : un chapitre lui est consacré. L'historique de la notion s'étend jusqu'au moment où le terme s'impose, peu après 1852.

Le second concept abordé ici, aussi important que le précédent, est celui de stabilité. Energie et stabilité entretiennent des rapports étroits. Ces deux concepts jouent un rôle majeur dans la représentation et la compréhension des phénomènes.

L'ouvrage se conclut sur une présentation condensée de l'œuvre de Platon, où l'on voit apparaître, souvent encore en arrière-plan, les problématiques et les concepts fondamentaux de la science moderne, où l'on voit éclore les pratiques intellectuelles qui ont modelé son développement : une œuvre fondatrice et cruciale dans l'histoire de la pensée scientifique.

Plan du cours

Chapitre I Introduction : Le pouvoir du monde symbolique

Chapitre II L'émergence du concept et du terme énergie en physique

II.1 Des notions équivalentes au temps d'Aristote ?

II.2 Du XIV^e jusqu'à la fin du XVIII^e siècle

II.3 Le XIX^e siècle

Chapitre III Une propriété essentielle de l'énergie physique : l'invariance

III.1 La conception des Anciens : une vision globale et immuable

III.2 Introduction du point de vue local : l'équilibre, depuis Archimède jusqu'au XIX^e siècle

III.3 Le principe de la conservation de l'énergie

Chapitre IV Force et Energie

IV. 1 Le regard local : la force

IV.2 La classification et la décomposition des forces

IV.2.1 *L'aspect phénoménologique*

IV.2.2 *L'aspect formel*

IV.3 Le point de vue global : l'énergie

Chapitre V La stabilité dans son acception classique

V.0 Introduction

V.1 La stabilité (relative) : le concept et le terme au cours de l'histoire

V.2 La stabilité absolue ou l'invariance

V.2.1 *Dans le monde observable*

V.2.2 *Le cas de la physique théorique ou physique mathématique*

V.2.3 *Mathématiques et invariance*

V.2.4 *Sur l'invariance par symétrie comme critère de stabilité*

Chapitre VI Singularité, extrémalité et bifurcation, ou, les attributs de la stabilité

VI.1 La singularité et l'extrémalité

VI.2 La bifurcation et la restructuration

VI.2.1 *L'idée de bifurcation*

VI.2.2 *Déstructuration et restructuration*

VI.2.3 *La rupture de symétrie en tant que bifurcation*

VI.2.4 *Sur l'inventaire et l'emploi des formes de bifurcation*

Chapitre VII Le caractère fonctionnel de la stabilité et les questions philosophiques attenantes

VII.1 La question de la continuité

VII.2 Un aspect fonctionnel de la stabilité : la stabilisation par création d'un organe de régulation

VII.3 Le principe métaphysique de stabilité

Chapitre VIII PLATON, un des fondateurs de la démarche scientifique

VIII.0 Introduction

VIII.1 Méthodes pour découvrir la cause et trouver l'explication

VIII.1.1 La vocation scientifique de Platon

VIII.1.1.1 *La recherche de la cause*

VIII.1.1.2 *La recherche de la preuve : la démonstration*

VIII.1.2 *Les règles méthodologiques de Platon*

VIII.1.2.1 *Définir*

VIII.1.2.2 *Classifier*

VIII.1.2.3 *Le savant procède par synthèse et analyse, et recherche l'universel*

VIII.1.2.4 *La méthode hypothétique*

VIII.1.2.5 *La méthode analogique*

VIII.2 *Quelques concepts apparaissant dans l'œuvre de Platon et occupant une place éminente dans la philosophie naturelle de notre temps*

VIII.2.1 *De la Sensation à l'Empreinte, à la Représentation*

VIII.2.2 *Le Lieu, la Place, le Réceptacle, en d'autres termes : l'Espace*

VIII.2.3 *Le Mouvement*

VIII.2.4 *La Lutte, la Guerre : le Défi*

VIII.2.5 *La Stabilité : le Principe de Platon*

VIII.2.5.1 *Le principe*

VIII.2.5.2 *Finalité et extrémalité*

VIII.2.5.3 *Rareté et singularité versus densité*

VIII.2.5.4 *Tempérance, démesure, contraire, harmonie : régulation*

VIII.2.5.5 *Le changement d'état : l'instant, la bifurcation*

VIII.2.6 *Platon et la physique théorique*

VIII.2.7 *Le Hasard, la Nécessité, et les antinomies platoniciennes*

APPENDICE I

APPENDICE II

APPENDICE III

BIBLIOGRAPHIES

Chapitres I à IV

Chapitres V à VII

Chapitre VIII