

# Espace, temps et mouvement

*La science au fil des âges*

*Une anthologie d'histoire et de philosophie des sciences*

Francis Beaubois ; Vuibert 2008.

Ce livre propose une réflexion sur l'épistémologie des sciences en s'appuyant sur de très nombreux extraits de textes judicieusement sélectionnés de grands scientifiques ou de grands philosophes. En montrant comment les idées scientifiques fondamentales ont émergé, l'auteur veut préparer le terrain à la formation de futurs scientifiques mais donner également à tous une culture scientifique qui contribue à former de futurs citoyens lucides.

Dans l'avant-propos l'auteur indique qu'au lieu « *d'écrire une histoire chronologique des sciences* » (se limitant à la physique chimie) il a « *préféré travailler sur le programme de seconde fixé par l'Éducation Nationale* ». « *Il m'a semblé intéressant, dit l'auteur, de prendre l'histoire des sciences comme moyen d'aborder ou d'approfondir les différentes notions enseignées aux élèves* ». Le plan du livre est donc grande partie « *calqué sur les articulations du programme de seconde* ».

## La fondation du savoir

L'ouvrage commence par une longue introduction à caractère philosophique, dans laquelle l'auteur cherche à définir ce que l'on entend par science. La science est elle une réalité en soi ?

Il rappelle que pour Platon la vraie réalité est celle des idées, que pour Aristote « *il n'y a de science que du général* ». Mais une question se pose : « *la science découvre-t-elle la nature ou l'invente-t-elle ?* » « *L'observateur ne serait-il qu'un seau vide que les connaissances acquises par les sens rempliraient ?* ». « *Le monde est-il « habillé » par le regard de l'observateur, qui pose sur lui une grille d'interprétation ?* » C'est ce que semble penser E. Kant : « *Les choses se règlent sur l'esprit et non point l'esprit sur les choses* », « *Nous ne connaissons à priori des choses que ce que nous y mettons nous-même. Nous ne voyons pas les choses telles qu'elles sont, mais telles qu'elles nous apparaissent* ». Au XXe siècle K. Popper propose une méthode permettant de qualifier une théorie de scientifique ou non... « *Le critère de la scientificité réside dans la possibilité de l'invalider, de la réfuter* ». Une théorie ne peut être considérée comme scientifique que si elle est susceptible d'être falsifiée. Dans ce cadre l'astrologie ou la psychanalyse ne sont pas des sciences.

L'histoire des sciences nous apprend que très souvent une vérité est une « *erreur en sursis* ». Beaucoup de théories scientifiques vont « *contre l'évidence des sens* ». Chacun voit le Soleil ou la Lune se lever ou se coucher et ne voit pas la Terre tourner. La science s'oppose aux formes magiques des savoirs.

Alors au final comment juger la validité d'une théorie scientifique ? Pratiquement lorsqu'elle jouit d'un large consensus au sein de la communauté scientifique.

## La « déraisonnable efficacité des mathématiques » (E.Wigner) (24)

L'auteur évoque la rupture radicale du début du XXe siècle, particulièrement bien décrite par le philosophe Cornélius Castoriadis : (p.11) « *Ce qui a succombé aux explosions successives des quanta, de la relativité, des relations d'incertitude...c'est l'idéal de la science galiléenne* » C'est un « *savoir constituant son objet comme processus en soi, un savoir indépendant du sujet, repérable sur un référentiel spatio-temporel valable pour tous, privé de mystère...exprimable enfin dans un langage mathématique à la puissance illimité, dont ni la préadaptation miraculeuse à l'objet, ni la cohérence interne ne semblait poser de question* »

Il analyse le rôle des mathématiques : bien plus qu'un langage ou un simple instrument, elles sont comme une sorte d'extension de notre cerveau. « *Elles sont efficaces car elles formalisent ce que nous percevons de la nature* ». (25) La machinerie mathématique « *fonctionne miraculeusement bien* » au point que Dirac dira : « *Mes équations sont plus intelligente que moi* »

## Une science achevée ?

Dans l'introduction, l'auteur met en garde les enseignants contre une image fautive de la science et des scientifiques, « *de les installer au panthéon du savoir absolu, du monopole des connaissances vraies* ». (33) Il les incite également à ce prémunir « *d'un modèle global de développement linéaire des sciences* »

La science en effet est questionnement et recherche d'une vérité en continuelle évolution. (31). Périodiquement quelques scientifiques supposent que la science est pratiquement achevée. C'est ainsi qu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle un grand scientifique Lord Kelvin affirmait :

« *La connaissance en physique est semblable à un grand ciel bleu, à l'horizon duquel subsistent seulement deux petits nuages* ». ces deux petits nuages étaient le résultat négatif de l'expérience de Michelson et la « catastrophe ultra violette » autrement dit le « rayonnement du corps noir » ! Le premier nuage donna naissance à la théorie de la Relativité, le second à la physique quantique... Cette introduction s'achève par des extraits de 15 textes philosophiques.

Le livre comprend deux grandes parties :

- Se repérer dans l'espace et le temps
- La science du mouvement

Pour chacune je vais donner une brève description.

### Partie 1- Se repérer dans l'espace et le temps

Elle reprend des questions classiques mais qui peuvent s'introduire à l'aide de textes historiques. Ainsi, dans le paragraphe Gulliver et le plus grand des dinosaures du chapitre sur **les échelles de longueur dans l'Univers**. L'auteur cite Galilée in *Discours concernant deux sciences nouvelles* Puf, 1995 : « *Si l'on voulait conserver chez un géant particulièrement grand la proportion qu'ont les membres chez un homme ordinaire, il faudrait ou trouver une matière bien plus dure et plus résistante pour en constituer les os, ou admettre que sa robustesse serait proportionnellement beaucoup plus faible que celle des hommes de tailles médiocre ; sinon, à augmenter sans mesure sa hauteur, on le verrait plier sous son propre poids et s'écrouler. A l'inverse, on observe que, quand le corps diminue, les forces ne diminuent pas dans le même rapport, la résistance des corps très petit devenant même proportionnellement plus grande ; ainsi je crois qu'un petit chien pourrait porter sur son dos deux ou trois petits chiens de même taille, mais je ne pense pas qu'un cheval puisse porter un seul cheval ayant la même taille que lui* »

Cet extrait de texte de Galilée me paraît constituer une entrée particulièrement intéressante non seulement pour parler de force mais également pour aborder les questions d'aires ou de volumes. Il cite aussi J. Swift, dans les voyages de Gulliver (58) : Le géant égaré au royaume des Lilliputiens explique : « *Les mathématiciens de Sa Majesté, ayant pris la hauteur de mon corps [...] et supputé sa grosseur, et la trouvant par rapport à la leur comme 1874 est à un, ils avaient inféré de la similarité de leur corps que je devais avoir un appétit de 1 874 fois plus grand que le leur...* ».

Mais lit-on encore Galilée en 2010 ? Dans le numéro 1 113 de la revue de Science et Vie on peut lire page 30 que l'insecte le plus fort du monde est un ...bousier ! Deux scientifiques Rob Knell et Simmons ont calculé que le coléoptère (...) peut pousser 1 141 fois son poids - l'équivalent de 80

tonnes pour une personne de 70 kilogrammes... On retrouve la même information dans plusieurs journaux par exemple dans le Figaro du 24 mars 2010.

Ces énoncés devraient permettre à des élèves de seconde de découvrir que la force varie comme le carré de la taille et la masse comme le cube.

Dans un chapitre sur **l'arpentage de la Terre**, l'auteur indique l'étymologie du mot *géo-métrie* ; il rappelle les différentes méthodes de la mesure des distances à la surface de la Terre : (Triangulation, Thalès, télémétrie, hauteur d'un immeuble).

A propos de la mesure du diamètre du globe terrestre il rappelle les problèmes rencontrés :

Quelle forme pour la Terre ? Ératosthène vs Anaxagore, la notion de modèle, la mesure de l'arc de méridien et la triangulation, la définition du mètre et avènement du système métrique

Le chapitre sur **l'arpentage de l'Univers** concerne l'astronomie. La liste des différents paragraphes est éloquent :

- La distance aux astres du système solaire : Diamètre apparent, distance Terre-Lune, distance Terre- Soleil, parallaxe, unité astronomique.
- La distance aux étoiles.
- Géocentrisme ou héliocentrisme...
- Au delà des étoiles : les distances extragalactique : *utilisation des courbes lumière-luminosité des Céphéides.*
- L'architecture du cosmos : Représentation de l'Univers, notre Galaxie et l'Univers, voir loin, c'est voir le passé.

Dans le chapitre sur **La mesure du temps**, l'auteur commence par énoncer **les paradoxes du temps**. Ainsi, *pour* E. Klein la physique tend à nier le temps en faisant appel à des « *idéaux immobiles* ». Il formule les questions telles que : Comment le concept d'histoire, qui suppose que le monde se modifie au cours du temps, est lié à celui de loi, qui évoque au contraire l'immuabilité ? Le monde doit-il être vu plutôt comme un système ou plutôt comme une histoire ? « *La physique a-t-elle vocation à décrire l'immuable ou bien doit-elle être la législation des métamorphoses ? Telle est la question.* » (M. Cazenave).

Il compare les constructions : « *La physique d'aujourd'hui demeure écartelée entre deux piliers de la pensée grecque : d'un côté, Parménide, le philosophe de l'immobilité fondamentale ; de l'autre Héraclite le philosophe du devenir et de la mouvance* », celui qui disait « *on ne se baigne jamais deux fois dans le même fleuve* »

Il développe ensuite plusieurs paragraphes :

- Le temps et sa mesure (du cadran solaire à l'horloge atomique en passant par la clepsydre, le sablier, l'horloge à poids, l'horloge à quartz...)
- Vers un étalon universel de temps.
- Le temps et la navigation

## Partie 2 - La Science du mouvement

Dans la suite logique de la première partie puisque le mouvement ne peut pas se décrire sans les concepts d'espace et de temps, cette partie comporte deux chapitres dont nous indiquons ici les paragraphes successifs.

### **Le problème du mouvement et le principe d'inertie**

- Le problème du mouvement (Le paradoxe de Zénon d'Élée, la Terre est-elle immobile, le problème du mouvement chez Aristote, la théorie de l'impétus)
- L'émergence du principe d'inertie et ses conséquences
- Relativité et référentiel... (*référentiels galiléens, changement de référentiel, existe-t-il un référentiel absolu ?* (avec évocation du seau de Newton) ; *L'espace selon Einstein.*

### **Ce qui fait mouvoir la Lune et tomber les pommes**

- La loi de la chute des corps
- Pourquoi les corps (lourds) tombent-ils ?  
Les tourbillons de Descartes  
Loi de la chute des corps  
La nature écrite en langage mathématique
- La loi de la gravitation universelle
- Newton et la gravitation  
L'accueil de la théorie de Newton en France  
La forme de la Terre  
Les lois de Képler  
Le poids d'un corps... et son absence.  
Les limites de validité de la loi de Newton
- Mouvement dans le champ de pesanteur

Notons une citation de J.A. Wheeler : « *L'espace-temps dit à la matière comment elle doit bouger et la matière dit à l'espace-temps comment il doit se courber* » et une citation de l'auteur du livre : « L'essentiel du travail en classe est souvent occulté par l'arsenal mathématiques et (*au yeux des élèves*) ce qui devrait être interrogation sur notre monde réel se transforme en une valse d'équations »

### **En conclusion**

Particulièrement riche en extraits de textes analysés et mis en perspective, ce livre très intéressant peut effectivement être un outil pour servir le projet de l'auteur.  
On attend une suite présentant avec autant de clarté des exploitations pédagogiques avec les élèves dans le contexte scolaire.

Christian Larcher