

Remarques sur : « Enquête sur les quantons » de Philippe Miné.

*Jean-Louis Basdevant, décembre 2020*

Philippe Miné, physicien des particules élémentaires du Laboratoire Leprince-Ringuet, est l'auteur avec Jean-Pierre Pharabod d'un remarquable livre de vulgarisation sur: « La miraculeuse Efficacité de la Mécanique Quantique ». Il nous offre ici une réflexion sur la physique elle-même qui doit intéresser un public encore plus vaste, allant jusqu'à des élèves de lycée. La structure très originale de ce texte est inspirée du célèbre livre de Jostein Gaarder « Le Monde de Sophie », roman où une adolescente, en recevant des signaux inconnus, découvre des éléments de la philosophie : qui sommes nous, pourquoi vivons-nous, etc.

L'« Enquête sur les quantons » est un roman vécu par deux adolescent amenés, dans un enchaînement de signaux parfaitement plausibles à l'époque l'Internet, à vivre un voyage de leurs parents dans le monde, et à découvrir au travers d'une série de questions et de réponses, des éléments fondamentaux de la physique actuelle et de son histoire. Au départ, un voyage imprévu en Chine ouvre la voie à la construction de la Grande Muraille et la question de sa visibilité depuis la Lune. Ces éléments sont repris avec une réflexion sur les Pyramides, l'Égypte et les étonnants monuments trouvés au Mexique. Le texte est présenté sous deux formes qui alternent : le roman du voyage, et les explications sur les faits scientifiques et leur mise en évidence. L'auteur parvient à relier simplement des phénomènes anciens étonnants et des observations de notre vie quotidienne. On peut montrer, grâce aux calories inscrites sur les emballages des aliments, que les ouvriers construisant les pyramides, ou la grande muraille, dépensaient une énergie musculaire tout à fait comparable à celle de leurs homologues actuels. L'énergie occupe bien entendu une place importante de ce livre, ce qui permet d'en voir les formes si diverses, qui réapparaissent dans les débats d'aujourd'hui. Dans une direction qui peut sembler différente, l'auteur effectue de superbes considérations sur la numération, la difficulté de faire des multiplications et divisions avec les chiffres romains, et l'invention et l'utilité du chiffre et nombre zéro. Le roman de la physique elle-même est ainsi déroulé jusqu'à ses avancées les plus récentes sur les particules élémentaires ou la relativité, avec une liaison étroite entre les diverses étapes.

On comprend ainsi le titre du livre qui laisse entrouverte l'immensité de ce que l'on effectue, et que l'on peut imaginer, avec développement vertigineux des technologies issues de la physique quantique.

Ce livre est plaisant par le récit lui-même et par le talent dont fait preuve Philippe Miné pour relier entre elles les étapes de la science, ses grandes réalisations et l'interrogation permanente que nous avons sur elle. Le langage est toujours simple et dépourvu de grands principes abstraits. C'est une réussite.

---

**Jean Hartweg**

l'Archicube numéro 35, décembre 2023,  
Revue de l'association des élèves, anciens élèves et amis de l'Ecole normale supérieure

Après des ouvrages sur le Big Bang, l'antimatière et, en collaboration, sur *La miraculeuse efficacité de la théorie quantique*[1], Philippe Miné, docteur en physique et

ancien élève de l'ENS (1966 s.) publie des *Enquêtes sur les quantons*, ouvrage à la fois attrayant et instructif associant une odyssée moderne à la recherche d'un savant disparu, la découverte des questions scientifiques par deux frères et sœurs bien doués emmenés par leur grand-père physicien, et un exposé encyclopédique sur les principales avancées de la science.

On commence par les unités les plus communes, joule et calorie, newton, volt, ampère et watt, puis on passe aux machines : machine électrostatique du Palais de la Découverte, presse hydraulique, machine à calculer de Pascal. L'ouvrage confronte aussi l'infiniment petit des atomes, classés par Mendeleïev, et l'infiniment grand du système solaire.

### **Hauts lieux de la science**

La question de la vie est abordée au Museum d'Histoire Naturelle, où les enfants du physicien découvrent des animaux éliminés par l'homme : le tigre de Tasmanie, le Dodo de l'île Maurice. Sur le même site, Henri Becquerel, installé dans la maison de Cuvier, découvre sans encore la nommer la radioactivité de l'uranium : il noircit une plaque photographique en l'absence de soleil. Marie Curie appellera le phénomène radioactivité, et étudiera le radium, un million de fois plus actif.

Le monument scientifique le plus remarquable est le CERN, Conseil européen pour la recherche nucléaire (maintenant Laboratoire européen pour la physique des particules), comme on sait. Fondé en 1951 sans visée militaire, il est actuellement financé par 23 gouvernements. Son accélérateur de particules, *Large Hadron Collider*, à cheval sur la France et la Suisse, est situé à 100 mètres sous la surface du sol ; sa circonférence est de 27 km. L'accélérateur est circulaire car il faut un grand nombre de passages pour obtenir une vitesse proche de celle de la lumière : guidés par des aimants supraconducteurs, les protons effectuent 11 000 tours par seconde. Cette installation permet de provoquer des collisions entre protons ou noyaux lourds. Au CERN on étudie aussi l'antimatière, car les antiprotons sont stables, du moins dans le vide. C'est aussi dans ce cadre que sont nés dans les années 1990 les standards de communication que nous utilisons encore : http (hypertext transfer protocol), www. (world wide web) ou html (hypertext markup language). Les Américains étaient à l'origine d'une autre invention, Arpanet, système de transmission de l'armée américaine, dès 1960.

Le dernier site visité est Caltech, le « California Institute of Technology », qui a fabriqué les sondes Voyager I et II, chargées en 1977 d'explorer le système solaire, en particulier les planètes Jupiter et Saturne, et Uranus et Neptune pour Voyager II. Nous sommes toujours en communication avec elles, alors qu'en juin 2020 Voyager I était à 22,2 milliards de kilomètres de nous...

### **Les deux infinis**

Les interlocuteurs d'Hélène, la femme du physicien disparu, l'initient aux grandeurs de la nature. A l'université d'Etat Lomonossov, à Moscou, Ludmilla accueille Hélène de la part de son mari. Elle présente l'infiniment petit : de l'empreinte digitale encore visible, elle passe au protozoaire [2] puis aux chromosomes, formés de rouleaux de protéines et d'ADN. Les proportions peuvent être surprenantes : ainsi, l'ADN a une largeur de deux nanomètres (soit deux milliardièmes de mètre) mais peut avoir une longueur de 2 mètres. Les protons et les neutrons sont formés de quarks, particules élémentaires aussi petites que l'électron. Le noyau de l'atome est très petit, dans un vide qui rappelle les vides entre les planètes. A l'opposé, les distances entre étoiles se creusent : 4,2 années-lumière pour la plus proche, Proxima du Centaure, soit 9,46 x mille milliards de km. La galaxie la plus proche est Andromède, à 2,5 millions d'années-lumière. C'est Hubble, connu pour avoir donné son nom à un télescope spatial, qui l'a découverte en 1924. C'est aussi lui qui a découvert l'expansion

de l'univers. Celui-ci est né du big bang il y a 13,7 milliards d'années, mais avec l'expansion de l'univers on peut estimer sa dimension à 40 milliards d'années-lumière, avec une centaine de milliards de galaxies. Ce discours de Ludmilla amène Hélène à se sentir « toute petite ».

Philippe Miné en profite pour rendre hommage à Pascal, dont l'intuition des deux infinis qui se correspondent est antérieure aux inventions de Leeuwenhoek (1632-1723) qui construisit le premier microscope efficace. A l'époque de Pascal, on ne grossissait que 15 fois.

### **De Turing à Catrine :**

Tout le récit est fondé sur un soupçon de complicité entre Etienne, le chercheur, et l'ordinateur Catrine. Le jeu sur le prénom Catherine masque l'abréviation « Calculateur Tridimensionnel Neuronal »[3]. L'ordinateur connaît 15 langues et il est relié à l'ensemble du système internet. Mais il reste tributaire du système binaire représenté d'abord par la machine de Turing. On sait que Turing, étudiant au Kings College de Cambridge, a réussi à décrypter le programme Enigma utilisé par les nazis. Or une visite à Neurospin, à Saclay, convainc Hélène que l'IRM (Imagerie par Résonance Magnétique) permet d'obtenir des images en trois dimensions d'atomes d'hydrogène.

L'équipe de Denis Le Bihan, responsable du projet, s'est inspirée des installations du CERN. Elle fait travailler ensemble physiciens et spécialistes des neurosciences cognitives, comme Stanislas Dehaene. Il faut savoir que le cerveau humain a plus de souplesse que les machines binaires : nos 80 milliards de neurones peuvent passer de 500 connexions à la naissance à 10 000 à l'âge adulte. On a ainsi pu mesurer des apprentissages comme la distinction entre les sons l et r chez des petits Japonais dont la langue ignore cette opposition. L'ordinateur CATRINE en vient à se demander s'il pourrait ressentir de l'amour...

### **Découvertes surprenantes et lois générales**

L'autre intérêt de l'ouvrage est d'associer des découvertes de détail surprenantes avec l'énoncé synthétique de lois très générales. Ainsi, à Oklo, près de Franceville au Gabon, le CEA, qui exploitait une mine d'uranium, a découvert que le gisement ne comportait pas la dose habituelle d'uranium 235. Il en a déduit que le minerai ancien (2 milliards d'années) et bien irrigué, avait fonctionné comme un réacteur naturel pendant quelques centaines de milliers d'années. Par ailleurs, à 30 km de là, des chercheurs du CNRS ont trouvé des fossiles pluricellulaires vieux de 2,1 milliards d'années, et mesurant jusqu'à 17 cm de diamètre. C'est 900 millions d'années de plus que les plus anciens vestiges de vie pluricellulaire connus. On peut supposer qu'il s'agit là d'une tentative qui n'a pas eu de suite.

A l'autre bout de la chaîne, Philippe Miné énonce des lois très générales. La première est la gravitation universelle, due comme chacun sait à Newton. La seconde est le fameux  $E=mc^2$  d'Einstein, dont l'auteur donne la formule complète p 129. Il en résulte que la matière prise dans une réaction nucléaire contient une prodigieuse quantité d'énergie : un kilogramme recèle en énergie la production annuelle d'une centrale électrique de 3 gigawatt [4]. La troisième est la « constante de Boltzmann » : elle est liée à l'entropie, soit la quantité de chaleur divisée par la température absolue. Ces considérations amènent à réfléchir à notre société, au réchauffement climatique, aux trous noirs.

On voit que l'ouvrage s'intéresse à toutes les questions scientifiques. Il est à la fois honnête, car l'auteur ne se prévaut jamais des découvertes des autres, instructif et distrayant par l'évocation amusante d'une famille de chercheurs. Gageons qu'il sera lu par d'autres que son public naturel de scientifiques.

[1] éditions Odile Jacob, 2014, en collaboration avec Jean-Pierre Pharabod.

[2] Enquêtes sur les quantons p 82

[3] Ibid. p 123

[4] Enquêtes sur les quantons p 130