

Cela n'empêche pas qu'on puisse mesurer une vitesse ou une position qui lui soit attribuable, mais dans ce cas, c'est le fait d'effectuer une mesure qui « actualise » son résultat. Et alors – c'est précisément ce que Dirac fut le premier à démontrer –, l'ordre chronologique des opérations n'est plus indifférent : mesurer la vitesse (action A) puis la position (action B) n'est pas équivalent à mesurer d'abord la position (action B), puis la vitesse (action A) :

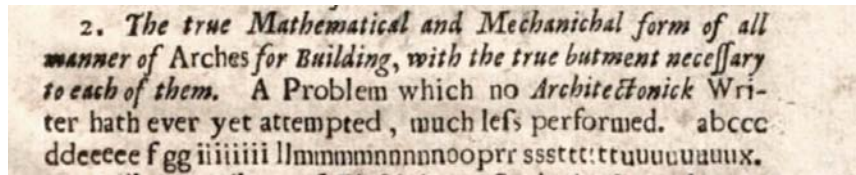
$$AB \neq BA$$

C'est cette inégalité entre AB et BA que l'on nomme la « non-commutativité des observables ». Opérant en physique quantique mais pas en physique classique, elle fait toute la différence entre leurs formalismes respectifs.

Cette situation ne rappelle-t-elle pas les anagrammes ? Prenons les lettres d'une expression donnée et plaçons-les dans l'ordre alphabétique. Si une lettre est présente plusieurs fois, élevons-là à une puissance égale au nombre de fois où elle apparaît. Par exemple, s'il y a deux fois la lettre *a*, nous écrirons  $a^2$ , et s'il y a trois fois la lettre *e*, nous écrirons  $e^3$ . Nous convertissons ainsi une suite de lettres en un produit de lettres. Nous faisons, en somme, comme si les lettres désignaient des variables algébriques qui se multiplient les unes les autres, et nous obtenons ainsi une expression mathématique qui est un produit de facteurs élevés à certaines puissances. Ce produit est commutatif, c'est-à-dire qu'on peut intervertir deux à deux ses facteurs sans que cela change le résultat. Par exemple, si on place les lettres dans l'ordre alphabétique, *Albert Einstein* devient  $abe^3i^2ln^2rst^2$ .

Par définition, toutes les anagrammes d'Albert Einstein donneront cette même formule si on effectue sur elles la même opération, puisqu'elles contiennent les mêmes lettres, avec le même nombre d'apparition pour chacune d'elles. Mais bien sûr, la plupart des combinaisons obtenues n'ont aucun sens : ce sont des anagrammes au sens de la combinatoire, mais elles n'ont pas de signification et ne méritent donc pas le nom d'anagramme.

Trouver une anagramme, c'est trouver une réorganisation des lettres qui ait du sens, ce qui se produit si rarement que lorsque cela arrive, cela ressemble à un petit miracle, par exemple lorsqu'on découvre que *Albert Einstein* est l'anagramme de *Rien n'est établi*...



**2. EN 1675, LE SAVANT BRITANNIQUE ROBERT HOOKE** publia sous forme d'anagramme sa découverte de la forme optimale d'une arche [ci-dessus, cette même anagramme publiée à nouveau en 1679]. La solution : *Ut pendet continuum flexile, sic stabit contiguum rigidum inversum* (Un ensemble rigide d'objets contigus est stable dans la position inversée d'un fil qui pend). Il est en outre l'auteur d'une théorie des ressorts, elle aussi annoncée par une anagramme.

## L'AUTEUR



Étienne KLEIN, physicien, est directeur de recherches au Commissariat à l'énergie atomique (CEA) et docteur en philosophie des sciences.

## BIBLIOGRAPHIE

É. Klein et J. Perry-Salkow, *Anagrammes renversantes*, Flammarion, 2012.

F. Hallyn, *Les structures rhétoriques de la science*, Seuil, 2004.

Ch. Huygens, *Œuvres complètes, Tome VI, Correspondances 1666-1669*, Martinus Nijhoff, 1895. Disponible sur [dbnl.org](http://dbnl.org)

R. Descartes, *Règles pour la direction de l'esprit* (1628), dans *Œuvres de Descartes, tome XI*, F. G. Levrault, 1826. Disponible sur [gallica.bnf.fr](http://gallica.bnf.fr)

Les choses sont donc claires : les anagrammes n'existeraient pas si les positions des lettres dans un mot pouvaient changer sans que cela change le sens du mot. Elles doivent donc leur existence et leur charme à la non-commutativité de la position des lettres à l'intérieur des mots. En définitive, elles sont à la multiplication de nombres, qui est commutative, ce que la physique quantique, qui est non-commutative, est à la physique classique...

## Le moteur du temps

Allons plus loin encore en considérant la vaste question du temps. Les physiciens d'aujourd'hui aimeraient pouvoir identifier et caractériser le « moteur du temps », c'est-à-dire le mécanisme caché au sein du monde par lequel le futur devient d'abord présent, puis passé. Quelle est cette force secrète qui fait que dès qu'un instant présent survient, un autre instant présent apparaît, qui prend aussitôt sa place, avant qu'un autre instant présent l'envoie lui-même dans le passé, prenne sa place dans le présent, et ainsi de suite ? Ce moteur du temps est-il physique, objectif, ou intrinsèquement lié aux sujets conscients que nous sommes ?

Dans les formalismes ordinaires de la physique, le concept de temps (d'espace-temps) a le statut d'un être « primitif » : on y postule qu'il existe, qu'il est indépendant des phénomènes, on prend acte qu'il s'écoule sans préciser ce qui fait qu'il s'écoule. Mais certaines théories aujourd'hui à l'ébauche, qui travaillent au dépassement de la relativité générale et de la physique quantique, remettent en cause ce postulat, ce qui les conduit à questionner la nature même du

temps. Le temps pourrait émerger, disent-elles, d'un substrat d'où il est absent. Il pourrait en quelque sorte dériver de concepts plus fondamentaux que lui-même : le moteur du temps serait produit de façon souterraine par une sorte d'inframonde physique.

Quel est cet inframonde ? Alain Connes, professeur au Collège de France, et d'autres mathématiciens ou physiciens, développent des idées originales à ce sujet. Selon eux, le moteur du temps serait enclenché par la non-commutativité inhérente au formalisme de la physique quantique que nous venons d'évoquer. Le temps ne serait plus qu'une réalité secondaire, surnageant sur des structures physiques plus profondes que lui et ne le contenant pas à toute petite échelle.

Dans son roman *Le théâtre quantique* (écrit en collaboration avec Danye Chéreau et Jacques Dixmier), Alain Connes exprime ainsi cette idée : « C'est l'effervescence

quantique qui engendre le passage du temps » ; ou « L'aléa quantique est le tic-tac de l'horloge divine » ; ou encore « Un état sur une algèbre non-commutative engendre son propre temps ». En somme, comme les anagrammes, le moteur du temps aurait un rapport avec la non-commutativité associée à certaines opérations élémentaires.

## L'horloge des anges ici-bas

Ce n'est pas tout. Si l'on revient sur la détection de juillet 2012, celle du boson scalaire de Higgs, on découvre autre chose encore, qui tient à ce que, loin de ne concerner que le monde microscopique, l'existence de cette particule a aussi des implications cosmologiques. Elle invite en effet à penser que lorsque l'Univers était très dense et très chaud, les particules élémentaires

n'avaient pas de masse : telles des anges véloce, elles se propageaient dans le vide à la vitesse de la lumière ; puis le champ scalaire de Higgs s'est installé dans tout l'espace, conférant aux particules élémentaires, par interaction avec elles, une masse non nulle qu'elles ont conservée ensuite. Cet événement a eu un autre effet, celui de déclencher le temps propre des particules (car selon la théorie de la relativité d'Einstein, il faut qu'une particule soit massive pour que son temps propre, le temps dans son référentiel, s'écoule).

Une horloge de la matière s'est en somme mise en marche, que l'on pourrait nommer, compte tenu de ce que nous venons de dire, *l'horloge des anges ici-bas*. Or, curieusement, une anagramme de cette expression se trouve être *le boson scalaire de Higgs*...

Il arrive que la cueillette des cerises réserve de bien belles surprises. ■

## Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques

une collection complète d'instruments de travail pour la recherche en sciences humaines

