

LECTURE POUR LA MARQUISE

Que faisiez-vous avant le Big Bang ?

Edgard Gunzig, Odile Jacob 2008



Le contenu de ce livre étonne le lecteur à plus d'un titre ; il l'enrichit sur les liens entre les modèles cosmologiques et la réalité, ou ce que nous croyons qu'elle est de nos jours.

Beaucoup d'idées intéressantes sont brassées au long de ces 323 pages. L'ouvrage se fractionne en cinq gros chapitres.

1- Cyrano, le baron et le Big Bang

Quel lien peut-il exister entre Cyrano de Bergerac, le baron de Münchhausen et le Big Bang ? Tout le monde ne connaît pas les aventures guignolesques du baron en question. Disons que, parmi ses nombreuses aventures burlesques, le pauvre baron, alors qu'il était tombé dans un lac et qu'il s'envasait inexorablement, eut l'idée folklorique de remonter vers la surface en tirant...sur ses propres bottes ! « bootstrap » disent les Anglais. Cette idée extravagante et fantaisiste va à l'encontre de toutes théories physiques : la mise en œuvre d'une action intérieure à un système ne peut être d'aucun recours sans un point d'appui extérieur. Et pourtant l'auteur de l'ouvrage va montrer que tout se passe dans l'Univers comme s'il se créait à partir de... rien.

Le premier chapitre reprend brièvement les grands classiques de l'histoire de la physique : la tour de Pise, le bateau de Galilée, l'invention du concept de champ, l'éther aux propriétés contradictoires, les relations de Lorentz, l'espace-temps, enfin Einstein et son rêve d'unification ...

2 - Ascenseur pour l'Univers

L'auteur explique comment les expressions mathématiques d'Einstein *encapsulent les caractéristiques du milieu matériel d'une part et celles de la géométrie qu'il conditionne d'autre part*. Sans recours à aucune relation mathématique, il montre que symboliquement les équations d'Einstein se traduisent par une relation dans laquelle le membre de gauche concerne l'aspect géométrique tandis que celui de droite englobe matière-énergie. Il reprend clairement les principales bases de la relativité : les événements ne se déroulent pas **DANS** l'espace-temps mais **AVEC** l'espace-temps. L'univers de s'étend pas **DANS** quelque chose, mais **EN** soi. C'est l'espace-temps lui-même qui s'étend. Au sujet du Big Bang, il estime que cette théorie concentre en définitive tous les espoirs déçus. Dans toutes les histoires cosmologiques, dit-il, il s'agit d'un *événement dramatique, une catastrophe*

primordiale singulière qui s'est produite dans un passé fini, une singularité mathématique. Tous les paramètres physiques et géométriques, au cœur des équations d'Einstein, y deviennent *simultanément infinis* dans un *passé fini*. Pour l'auteur c'est le vide quantique qui devient l'acteur essentiel, au point que l'on peut parler de *l'histoire cosmologique du vide*.

3 - Quand la matière rayonne

Sont présentés différents problèmes :

- *le truc mathématique de Planck* pour expliquer le rayonnement du « corps noir » et l'origine de la physique quantique ;

- les ondes de matière et l'étrange comportement du photon qui ne se comporte pas de la même manière *lorsque nous le regardons ou lorsque nous ne le regardons pas* ;

- les relations d'indétermination de Heisenberg qui expriment quantitativement *l'écart minimal, irréductible par principe, entre la connaissance quantique maximale et la certitude classique* ; ce qui est l'occasion de rappeler, avec Niels Bohr, qu'il est faux *de penser que le but de la physique est de découvrir ce que la nature EST. La physique concerne uniquement ce que nous pouvons DIRE de la nature* ;

- l'état quantique et le vide quantique qui, loin d'être vide, est un réservoir potentiel de matière. Avec la *théorie quantique des champs*, on arrive à la conception moderne qui délaisse une idée solidement inscrite dans la pensée contemporaine, celle de particule. Dorénavant les particules apparaissent comme des excitations de champs. Page 174, on peut lire : *La permanence de la matière a disparu (1). La hiérarchie entre champs et particules s'est ainsi complètement inversée au cours du passage de la théorie quantique à la théorie quantique des champs : les particules deviennent des êtres subalternes...*. Le vide devient créateur !

4 - Les aventures cosmologiques du vide quantique

À l'évidence, une quarantaine de pages étant consacrées au vide, il ne doit pas s'agir du vide tel qu'on l'imagine habituellement. Celui de Parménide dans son affirmation : *l'être est, le non-être n'est pas* (2). Nous arrivons à un paradoxe de plus : le vide serait un *réservoir potentiel de matière* ! *Les particules des états excités du vide* !

C'est dans ce chapitre qu'est développée l'idée d'un « bootstrap » *géométrico-matériel*. Le vide quantique renfermerait en lui-même son propre réservoir d'énergie. L'espace-temps en se dilatant pourrait engendrer son propre contenu, *se faire naître lui-même*.

5 - Une histoire de l'univers

Tout ce qui précède permet, dans ce chapitre, de nourrir une histoire du cosmos qui repose sur les concepts propres à la relativité générale et à la théorie quantique des champs. Cette histoire fait l'économie de la singularité du Big Bang imposée par le modèle cosmologique standard. Comme d'autres théories contemporaines, elle ne possède ni début ni aboutissement.

En conclusion

Toutes les parties de cet ouvrage se lisent facilement et clairement. Ce qui constitue une sorte d'exploit car il est particulièrement difficile d'avoir accès à des notions aussi complexes sans utiliser le guidage mathématique qui sous-tend leur émergence. L'auteur nous entraîne méthodiquement en suivant un fil rouge qui lui permet d'explorer de nombreuses pistes.

Pour se faire comprendre il n'hésite pas à utiliser des analogies qu'il expose avec élégance et soin.

Par exemple pour traduire l'apparition progressive des quatre interactions fondamentales dans l'univers, il s'intéresse aux températures critiques de l'eau, qui correspondent à des changements de phase. Il fait observer que, dans l'eau liquide, la vitesse des ondes électromagnétiques, celle de la lumière par exemple, est la même dans toutes les directions. Quand l'eau passe à l'état solide, des cristaux de glace apparaissent ; les cristaux privilégient trois directions particulières de l'espace selon lesquelles la vitesse de

la lumière est différente. Le changement de phase a modifié certaines propriétés physiques. L'isotropie de la vitesse de la lumière dans l'eau liquide a disparu mais les molécules, dans le cristal, gardent le souvenir de leur état liquide (car le processus est réversible). L'auteur imagine un habitant du cristal, un être dont l'univers serait constitué par le réseau cristallin en voie de formation (3). Il montre comment dans notre univers on peut observer un processus analogue concernant les symétries associées aux interactions fondamentales, ces symétries se manifestant dans l'espace mathématique abstrait des formalismes de ces interactions. L'histoire du refroidissement de l'eau apparaît comme un exemple générique d'une histoire thermique.

- (1) Pour Parménide (début du V^e siècle avant JC), on ne peut penser que l'être, ce qui existe, on ne peut pas connaître le non-être, ce qui n'existe pas. L'être est sans naissance et sans destruction, l'être ne peut pas venir du non-être.
- (2) Remarquons que ce livre est paru avant qu'on établisse l'existence du boson scalaire de BEH.
- (3) La démarche est analogue à celle utilisée par G. Gamow pour décrire le monde de Monsieur Tompkins explorant l'atome ; George Gamow ; M. Tompkins ; Dunod Paris 1992 ; introduction de JC Pecker.

Christian Larcher ■