

Interview Grichka et Igor Bogdanov

Que se passait-il

« avant le Big Bang » ?

Et à quoi ressemblaient

l'espace et le temps

avant que tout

ne commence ?



Tout le monde connaît les frères Bogdanov, concepteurs et animateurs de l'émission « Temps X », émission futuriste à cheval sur le réel scientifique et sur la science-fiction, mais peu savaient avant d'avoir lu leur livre qu'ils sont aussi d'authentiques scientifiques, respectivement docteur en physique théorique et docteur en mathématiques. Leur dernier livre : « AVANT LE BIG BANG » fait un véritable « carton » : 120 000 exemplaires vendus en quelques semaines. Grichka et Igor Bogdanov ont bien voulu nous accorder une interview pour en parler.

JPP : Nous avons l'habitude de solliciter des gens connus, des artistes, des auteurs qui ont un lien particulier avec l'énergie ou l'énergétique. En réalisant un minisonnage auprès de 500 personnes, votre livre est arrivé en première position. Il semble faire – en France – un véritable petit « big bang » littéraire...

GB : [Sourire]...

DP : Ce qui passionne nos praticiens et l'ensemble des lecteurs des *Cahiers de la bio-énergie*, c'est justement l'énergie. Dans vos différents ouvrages, vous en parlez souvent.

GB : On a bien senti en effet qu'il y a comme une résonance entre votre démarche et notre propre approche théorique.

L'intuition, c'est cette partie de nos facultés que nous n'explorons jamais assez

DP : Lors de vos différentes interventions télévisées, ce qui marque le plus, c'est la limpidité de votre propos et votre gentillesse. Dans vos différentes émissions, vous répondez de façon tellement claire à des problèmes tellement compliqués, au contraire de beaucoup d'autres scientifiques qui emploient un langage quasi ésotérique.

GB : Nous nous efforçons de toujours donner un accès direct via des images qui sont le relais de l'intuition. L'intuition, c'est cette partie de nos facultés que nous n'explorons jamais assez.

DP : Et qui ne peut pas être modifiée.

IB : Exactement. Elle n'est pas modifiable au contraire du raisonnement qui, lui, peut être modifié. En

quelque sorte, l'intuition préexiste à un état de jugement. Elle s'impose en deçà ou au-delà du jugement. Nous nous efforçons de prendre des voies intuitives et de mettre tous ces raccourcis à la disposition de ceux qui nous lisent. Si nous y réussissons, c'est tant mieux.

DP : Comment expliquez-vous le succès phénoménal de votre livre ? Ce n'est quand même pas un livre simple puisqu'il est écrit par deux scientifiques ?

GB : On peut penser que ce livre correspond à une attente. Après tout la cosmologie intéresse de plus en plus de gens. Je pense que la raison profonde de ce succès, c'est que nous avons touché non pas un mystère mais le *Mystère ultime*. Sans nul doute le plus grand mystère susceptible de s'imposer à l'esprit humain.

JPP : N'avez-vous pas peur que son titre « Avant le Big Bang » soit perçu comme une provocation ?

IB : Aux yeux de certains, ce livre est perçu comme révolutionnaire. En tous cas, nous espérons qu'il marquera un début d'évolution de la pensée. Une évolution pacifique et bienfaitrice.

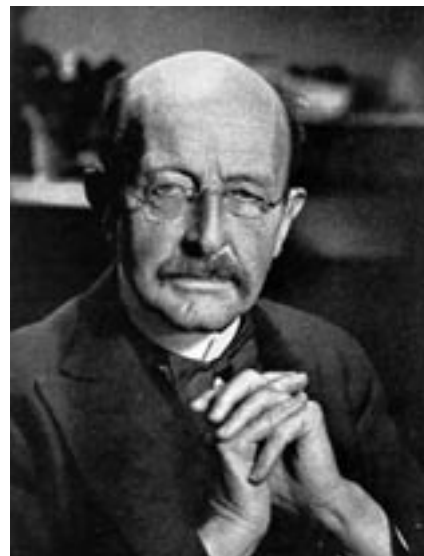
Dans le titre, nous proposons d'explorer le monde qui pouvait exister avant le Big Bang. Le Big Bang c'est une aventure scientifique qui décrit une aventure universelle mais qui s'arrête à une certaine limite : le *Mur de Planck*. Cette limite est reconnue de manière unanime par tous les scientifiques d'aujourd'hui, comme étant la borne à partir de laquelle l'expansion commence et avec elle le fameux Big Bang.

DP : Et cela amène d'autres questions...

GB : En effet, la question qui se pose, c'est « *si cette limite existe* (et elle existe bel et bien à l'échelle de Planck : 10^{-33} centimètre, une amplitude élémentaire d'une extrême petitesse) *et que l'univers commence sur cette barrière sa formi-*

dable expansion – qui dure maintenant depuis presque 14 milliards d'années – *qu'y avait-il avant ?* ».

Jusqu'à présent, les scientifiques ont décidé soit de ne même pas poser la question soit, dans le meilleur des cas, de ne pas y répondre. La plupart sont en effet convaincus qu'au vu des ressources conceptuelles de la physique théorique, il est absolument impossible d'envisager une réponse à cette question. Comme nous l'avons dit dans notre livre, elle fait partie aujourd'hui encore des questions tabous voire interdites dans le domaine scientifique.



Max Planck (1858-1947)

Physicien allemand. Spécialiste de thermodynamique, ses travaux sur le rayonnement du corps noir vont servir à amorcer la naissance de la mécanique quantique. (Prix Nobel 1918.)

JPP : Justement c'est une question que je voulais vous poser : le physicien mathématicien Arkadiusz Jadczyk qui a préfacé votre livre dit ou du moins rappelle qu'il y a des sujets jugés dangereux par la science conventionnelle, par les gouvernements (et éventuellement leurs services secrets) et au nombre desquels se trouve la théorie des origines de l'univers. Ma question est la suivante : la révélation du Verbe est-elle toujours une chasse gardée ?

IB : Sans aucun doute. Nous nous en rendons compte aujourd'hui à travers



Arkadiusz Jadczyk

« Arkadiusz Jadczyk est docteur en physique théorique, reconnu internationalement pour ses travaux dans le domaine de la physique mathématique. Il a conduit sa recherche en collaboration avec d'autres physiciens ou mathématiciens dans de nombreux centres de la physique théorique dont les universités de Berlin, Bielefeld, Florence, Hambourg, Kyoto, Rome, Stony Brook et Vienne. Chercheur au CNRS de Marseille et au CERN à Genève. Le prix Humboldt lui a été attribué en 1996 pour sa recherche dans le domaine des bases de la mécanique quantique. Il a construit à partir de 1985 la formalisation mathématique des premiers résultats de Edward Witten (médaille Fields). Il est l'auteur de plus de 70 articles et a organisé des conférences internationales. Actuellement membre du bureau de rédaction du journal spécialisé « Reports on Mathematical Physics ». Il travaille sur les modèles hyperdimensionnels en collaboration avec Robert Coquereaux, directeur du Centre International de Rencontres Mathématiques à Marseille. La monographie qu'il a écrite en collaboration avec Robert Coquereaux sur la géométrie riemannienne et les théories de Kaluza-Klein a été classée best-seller en mathématique par l'éditeur « World Scientific ». Aujourd'hui le Professeur Arkadiusz Jadczyk dirige l'Institut International de Physique Mathématique au sein duquel Igor et Grichka Bogdanov poursuivent leurs recherches.

les réactions (parfois extrêmes) que suscite notre livre. Commençons par le bon côté des choses : vous avez signalé tout à l'heure qu' *Avant le Big Bang* connaissait un étonnant succès (notre éditeur pensait vendre 30 à 40 000 exemplaires alors que l'on en est à plus de cinq fois ce chiffre aujourd'hui). Nous avons en effet le sentiment qu'il existe en France et dans d'autres pays un retentissement bien plus important que ce à quoi nous étions préparés. C'est en quelque sorte la partie glorieuse de notre aventure.

DP : Il y a un autre aspect dans cette aventure, la polémique...

GB : Oui, il y a une part inattendue et tout aussi intense : la phase « combat » que nous sommes en train de mener et pour laquelle nous n'étions pas a priori préparés. Nous sommes des personnages plutôt « pacifiques » au sens profond : nous espérons toujours résoudre les nœuds par la réflexion et par un travail de dialogue. Souvent, nous répétons à voix haute la belle pensée du père Lacordaire, qui nous vient de nos dialogues philosophiques autour de *Dieu et la Science* avec Jean Guittou : « *Je ne cherche pas à convaincre d'erreur mon adversaire mais à m'unir à lui dans une vérité plus haute* ». Au cours de l'intense débat provoqué par *Avant le Big Bang*, nous nous sommes rendu compte qu'il existe en fait autour de cette question de l'origine (du Verbe), beaucoup plus qu'un affrontement d'idées et qu'un débat rationnel. C'est la raison pour laquelle depuis la parution du livre, nous nous sommes engagés dans un combat parfois très dur mais inévitable. Le livre a provoqué une foule de polémiques truquées, de faux débats, manipulés (notamment sur Internet) par des individus souvent ombrageux et presque toujours incompetents.

DP : Peut-être, mais il suscite surtout des mouvements enthousiastes parmi ceux qui l'ont vraiment lu. En somme vous avez atteint le succès et en même temps provoqué un énorme déferlement.

GB : C'est vrai. Celui-ci a brutalement commencé en 2002 avant même la naissance du livre. Il correspond à ce refus combatif de la part d'un certain nombre de scientifiques – mais aussi d'autres gens

Et si le « Logiciel » qui a présidé à cette suite événementielle qui fuse dans toutes les directions et dans toutes les disciplines, ne pouvait pas faire autrement ? Ce logiciel obéirait-il, lui aussi à sa propre logique, à son déterminisme : la logique des logiques sans laquelle le monde ne pourrait pas exister tel qu'il est ? J'ai l'impression que vous êtes arrivés par le raisonnement scientifique et philosophique, à cette constatation que s'il y a un commencement, il y a nécessairement une fin.

IB : Oui, à ceci près : *ce n'est pas un retour sur un point fixe*, correspondant à un cycle fermé sur un cercle. Si on devait donner une image pour décrire sur un très long terme (qui dépasse les frontières de l'univers tel qu'il est aujourd'hui de son début jusqu'à sa fin), on serait obligé d'élargir la notion d'éternel retour vers une spirale. Pour comprendre ce qui, à long terme, peut être décrit à propos de l'aventure universelle, il faut entrer un peu dans le détail de ce que représentent d'abord, les 3 couches de la réalité (la réalité dans laquelle nous vivons et que l'on appelle l'univers). Ensuite, une fois ce portrait de l'univers réalisé, voir ce qu'il était au début et ce qu'il sera demain dans un futur très lointain.

DP : Vous pouvez nous parler de ces trois couches de la réalité ?

GB : En ce qui concerne la photographie de l'univers tel qu'il est aujourd'hui, nous vivons dans un monde, dont nous avons l'expérience par nos sens. C'est un monde essentiellement de matière. La matière c'est ce que nous pouvons effectivement toucher : des tables, des chaises... La grande révolution qui a eu lieu au début des années 1900, à travers la publication des travaux d'Einstein

Elle nous a permis de comprendre qu'il existe un principe d'unification entre l'énergie et la matière

derrière – de cette idée du commencement, d'un acte 1 ou d'un acte 0. Ce qui reviendrait à reconnaître que l'univers, à un moment, a eu un *vrai commencement*.

JPP : Si effectivement il y a un commencement, il y a nécessairement une fin.

et la naissance de la plus célèbre équation du monde $E=mc^2$, c'est qu'il existe une équivalence entre l'énergie d'un côté, et la matière de l'autre. C'est une conquête très importante. Elle nous a permis de comprendre qu'il existe un principe d'unification entre l'énergie et la matière.

A présent ce que nous proposons dans notre ouvrage, c'est d'aller plus loin. Si on parle de l'énergie (qu'il s'agisse de photons, de lumière, de force de gravitation,

Il existe vraisemblablement trois couches dans l'univers : la matière, l'énergie et enfin, au dessus, l'information

d'interactions existant dans l'univers), on peut être amené à percevoir que le monde de l'énergie est un monde déjà moins matérialisé. Je ne peux pas toucher un photon. Je peux sentir la force de gravitation qui fait que j'ai un poids ou que je soulève des poids. Mais il n'y a pas d'expérience aussi directe que l'expérience de la matière.

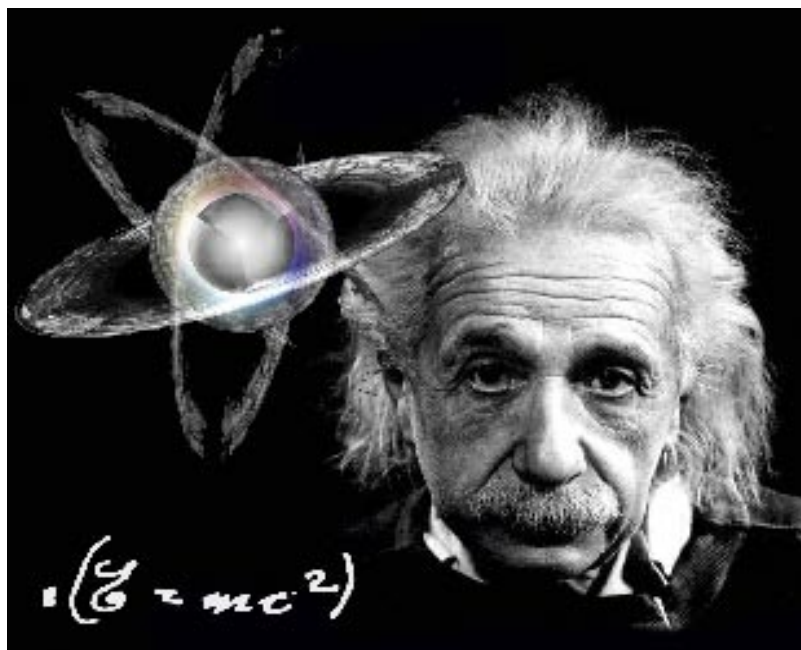
Mais il y a encore autre chose dans l'univers. C'est ce que nous disons dans notre ouvrage. Et c'est ce qui fait réfléchir les gens parce qu'ils comprennent plus ou moins bien ce que nous proposons : nous avons construit à travers nos thèses (pendant des années nous avons réfléchi mathématiquement à cette question), une nouvelle équivalence entre d'un côté l'énergie et de l'autre côté l'information.

JPP : Vous voulez dire que c'est l'information qui aurait présidé à la naissance de l'univers tel qu'il est ? Et si cela est, cela signifierait que l'univers serait contenu dans une information primordiale ?

GB : Souvenons-nous de ce que disait déjà le mathématicien grec Pythagore, vers 530 avant JC : « *Les nombres sont l'essence des choses* ». Ce qui se passe, c'est qu'il existe vraisemblablement trois couches dans l'univers : d'abord la matiè-

re, puis l'énergie et enfin, au dessus, l'information. Intuitivement, nous percevons que cette dernière est bien moins matérielle que l'énergie, elle-même moins concrète que la matière. On va vers le sommet de la pyramide en enjambant en quelque sorte, les aspects matériels puis les aspects énergétiques et enfin au-dessus ce que l'on appelle l'information.

DP : L'information c'est une idée à la mode !



Prix Nobel de physique en 1921, Albert Einstein (1879 - 1955) a publié des travaux sur la cosmologie et la physique quantique. Il est surtout connu pour la théorie de la relativité et la célèbre formule $E = mc^2$.

IB : Nous utilisons ici le mot *information* dans son sens scientifique. Il existe aujourd'hui une théorie puissante qui a des succès dans différents secteurs de la vie humaine : la théorie de l'Information. Je ne parle pas seulement des sciences standards de l'information ou des approches en informatique théorique. Ces dernières sont appliquées, bien sûr, à la conception des ordinateurs de type classique mais aussi des mystérieux « ordinateurs quantiques », ces machines à la puissance phénoménale, qui à partir de 2015, iront bien plus vite et bien plus loin dans le traitement de l'information.

DP : Vous venez de parler d'ordinateurs quantiques. Ces *cerveaux électroniques* d'un genre nouveau sont encore dans l'ombre des laboratoires et restent très mystérieux. On entend d'ailleurs très peu de choses à leur sujet. Pouvez-vous nous en dire un peu plus ?

GB : Il faut dès à présent se préparer à un véritable choc. Les ordinateurs quantiques n'auront presque plus rien à voir avec les ordinateurs classiques. Ils seront absolument révolutionnaires. Pourquoi ? Prenons un exemple : pour calculer, votre ordinateur habituel (qui

est « classique ») utilise des 0 et des 1 et ne comprend donc que oui ou non. Quand le courant passe dans les micro-circuits de ses puces, c'est « oui ». Et quand il ne passe pas, c'est « non », tout simplement. Or, pour les ordinateurs quantiques, il en ira tout autrement. Aussi incroyable que cela puisse paraître, ils fonctionneront bien davantage comme le cerveau humain. En effet, ils pourront comprendre « oui » ou « non » mais aussi « peut-être ». Le secret ? Les processeurs de cet ordinateur quan-

tique ne seront plus logés sur des puces de silicium mais sur des particules élémentaires, au cœur même des atomes contenus dans un liquide ou un gaz. Or un atome peut être en deux états (par exemple en deux endroits) en *même temps*. Résultat : les ordinateurs quantiques pourront effectuer des calculs en parallèle (donc simultanément) et seront donc des milliers de fois plus puissants et rapides que nos ordinateurs actuels.

DP : C'est stupéfiant. Mais probablement que de tels engins n'existeront pas avant longtemps...

IB : Détrompez-vous. Grâce aux travaux de grands théoriciens comme Peter Shor, Lov Grover, David Deutsch, Charles Bennett et d'autres, les premiers ordinateurs quantiques sont d'ores et

Un ordinateur de 100 qbits pourrait être construit avant 2020

déjà une réalité. Ainsi, le 19 décembre 2001, IBM est parvenu à construire un calculateur quantique dont la puissance atteint 7 « qbits », c'est à dire 7 bits quantiques. N'oublions pas que chaque fois que l'on ajoute un qbit à un ordinateur quantique, sa puissance théorique double. L'engin d'IBM est donc aujourd'hui capable de factoriser le nombre 15 en utilisant l'algorithme de Shor, ce qui représente un exploit extraordinaire. Bien entendu, ce n'est qu'un début : la mémoire et les unités logiques des ordinateurs à 7 qbits actuels sont logées sur des molécules de chloroforme et leur durée de vie utile dépasse à peine quelques minutes. Mais les choses sont en marche. D'après le théoricien David Deutsch, un ordinateur de 100 qbits pourrait être construit avant 2020.

JPP : Encore un mot sur ces stupéfiants ordinateurs quantiques : en quoi vont-ils finalement changer notre vie de tous les jours ? de quoi seront-ils capables ?

La grande force de notre cerveau, c'est... la conscience

IB : De choses stupéfiantes. Par exemple, de percer tous les codes secrets possibles et imaginables (grâce à leur fantastique capacité de factorisation). Ainsi, à l'Université de Los Alamos – l'un des laboratoires les plus en pointe dans ces recherches – on

espère construire avant 2012 un calculateur quantique capable de faire en parallèle un million de milliards d'opérations par seconde. Pour la première fois, une telle machine pourrait résoudre des problèmes jusqu'ici totalement insolubles. Par exemple, trouver de

nouveaux types de remèdes, des molécules révolutionnaires, susceptibles à terme si ce n'est de guérir, du moins de contrôler pratiquement tous les types de cancer. La chose paraît folle mais les théoriciens sont persuadés que de tels exploits seront à la portée des cer-



D'après David Deutsch, un ordinateur de 100 qbits permettrait de simuler le fonctionnement de tout un cerveau humain, et un de 300 qbits l'évolution de l'univers entier depuis le Big Bang.

veaux quantiques d'ici une vingtaine d'années. Autres prouesses dont ces fabuleuses machines seront capables : prévoir les crises économiques, les catastrophes naturelles ou, tout simplement, la météo plusieurs semaines à l'avance.

DP : Tout cela représente bien plus que le cerveau humain, non ?

GB : Oui et non. La faiblesse du cerveau humain, c'est qu'il est lent en comparaison d'un ordinateur. Par exemple, pour compter jusqu'à un milliard, à raison d'un chiffre par seconde jour et nuit, il faudrait environ 80 ans à

un homme ! Or, pour les gros calculateurs d'aujourd'hui, une telle opération est un jeu d'enfant, qui prend moins d'une seconde ! En fait, la grande force de notre cerveau, c'est sa puissance combinatoire, résultant de milliards d'années d'évolution, qui débouche sur ce qu'on appelle la conscience. Cela étant, si l'on parvient vraiment, vers 2020, à construire un ordinateur doté d'une puissance de 100 bits quantiques, alors ce sera un saut fabuleux pour l'humanité. Car un tel ordinateur pourra reproduire la logique floue, la pensée intuitive et donc simuler le fonctionnement du cerveau humain.

Bien entendu, les facultés auto-réflexives de ces systèmes ne seront pas comparables à la conscience, mais ils seront néanmoins dotés de ce que les experts appellent dès maintenant une *conscience artificielle*. Quel en sera le contenu ? Personne n'en a encore la moindre idée...

DP : Tout ceci est proprement inouï et donne une idée du rôle crucial que vont jouer, dans un proche avenir, les diverses formes de théories de l'information.

IB : Oui. Mais il y a plus encore. En effet, depuis une vingtaine d'années, les théoriciens de l'information essaient de comprendre quels sont les liens entre d'un côté les évolutions des systèmes physiques et d'autre part les informations qui les sous-tendent. Nous avons fait nôtre cette idée qu'il existe un principe d'équivalence qu'on peut décrire par des équations (aussi fortes que l'équation de la relativité), entre l'énergie et l'information. Cela concerne l'univers tel qu'il est aujourd'hui. En fait, tout l'espace-temps. Ce que nous disons (peut-être est-ce l'une des raisons pour lesquelles nous avons rencontré le succès mais aussi ébranlé les consciences), c'est qu'en deçà de l'échelle de Planck, l'Univers physique – et donc la matière – disparaît. On

Cet être élémentaire qu'est le zéro peut engendrer l'infini

pourrait croire qu'elle est simplement remplacée par l'énergie. Mais nous pensons que ce qui se passe est encore différent. Car, à cette échelle fantastiquement petite, l'énergie elle-même – dont le comportement n'est plus vraiment descriptible par la physique théorique – commence à devenir insaisissable, évanescence. Plus exactement, au fur et à mesure que l'on remonte vers ce que les théoriciens (depuis la géniale découverte d'Alexander Friedmann en 1921) appellent la *Singularité Initiale* marquant le point zéro de l'espace-temps, l'énergie unifiée perd peu à peu son contenu et se *mélange* à autre chose, en fait, à *de l'information*. Et lorsqu'on parvient enfin à l'origine, au fameux point zéro de l'espace-temps, eh bien, selon nous, il est absurde de parler encore d'énergie (d'ailleurs, selon le modèle standard, celle-ci serait devenue proprement infinie sur le point singulier). En réalité, nos travaux nous ont amené à suggérer qu'au point zéro, il n'y a plus que de l'information. Et rien d'autre.

JPP : Ne pensez-vous pas que c'est peut-être là où vous avez heurté la bonne conscience scientifique ? En quelque sorte à partir du moment où vous quittez le $0 + 1$ de l'espace temps quantifiable pour passer au $0 - 1$ de l'espace-temps inconnu, vous n'êtes plus dans la physique mais dans la métaphysique. Car si l'on vous suit bien, et vous venez de l'expliquer avec le mur de Planck, si ce dernier est l'ultime limite du rationnel, il apparaît aussi comme le mur des « lamentations » des scientifiques, mur contre lequel vient frapper le front de la raison ?

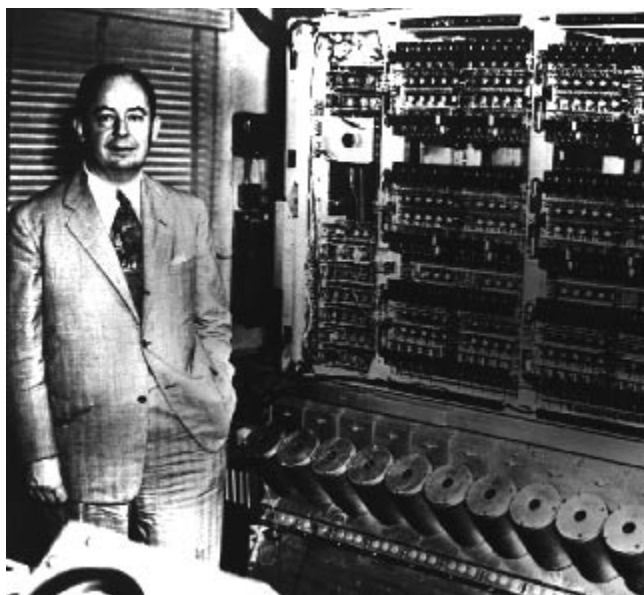
GB : En fait, on est dans un au-delà de la physique qui touche la métaphysique. Nous le disons de manière très précise dans notre ouvrage : cet au-delà

de la physique a son propre langage. C'est comme si, en quelque sorte, la physique avait perdu son substrat matériel mais conservait son langage. En réalité, ce monde de l'information est inaccessible à la physique. Mais il est accessible aux mathématiques. L'on peut alors concevoir que les mathématiques – et seules les mathématiques – touchent le niveau le plus fondamental du réel. Prenons les fameuses *algèbres croisées* (que les spécialistes appellent *groupes quantiques*) et que nous utilisons pour approcher ce que devient la réalité physique à l'échelle de Planck. Ces mathématiques d'un autre monde révèlent des choses, dévoilent des processus invisibles, désignent des invariants sous le déploiement perpétuel des phénomènes. Tout cela est bien d'ordre métaphysique.

JPP : Pour l'écolier, l'étudiant et même pour le commun des mortels, le zéro – qui vient du mot indien sunya et qui fut traduit par les Arabes par sifr qui veut dire vide –, le zéro, c'est d'abord le zéro de position qui place les nombres entre moins l'infini et plus l'infini, le zéro occupant le centre. On apprend tous la relation de Chasles. Or, quand Robertson et Walker parlent du zéro qui égale l'infini, ce n'est plus la même définition qu'ils donnent du zéro. Pour l'écolier, zéro c'est rien et apparemment ça pourrait être aussi tout ! Dans votre livre, vous dites qu'il y a une espèce d'équi ou d'équivalence entre le zéro et l'infini.

IB : En effet, nous suggérons avec un exemple simple que le zéro est susceptible, avec l'adjonction d'un certain nombre de règles simples, d'engendrer l'infini. C'est-à-dire qu'il y a dans le zéro une sorte de potentiel d'engendrement ontologique. C'est assez troublant.

D'un point de vue mathématique, le zéro, ce n'est par rien. Il s'agit d'un *être numérique* qui représente déjà *quelque chose*. Le génial mathématicien von Neumann (père de l'algèbre qui porte son nom et aussi inventeur dans les années 40, du tout premier ordinateur



John Von Neumann

Mathématicien américain d'origine autrichienne (Budapest 1903 – Washington 1957).

Ses travaux les plus essentiels concernent la théorie des ensembles, la théorie des jeux (*Theory of Games and Economic Behavior*, 1944) et des calculateurs électroniques dont le célèbre ENIAC.

Il a été l'un des personnages clés des débuts de l'informatique. Il publia de nombreux articles sur l'algèbre et la mécanique quantique avant de se consacrer à la construction d'ordinateurs et à la modélisation mathématique de la réaction en chaîne de la bombe A. Ses « machines IAS » sont à l'origine de « l'Architecture Von NEUMANN », c'est-à-dire celle des ordinateurs tels que nous les connaissons.

du monde) a ainsi montré qu'en s'appuyant sur un jeu de règles très simples, cet être élémentaire qu'est le zéro peut engendrer l'infini. On peut comprendre ce principe de dualité mathématiquement. Prenons un exemple : il n'est pas possible d'avoir une autre image du zéro qu'un point sur une feuille blanche. Ou bien en théorie des catégories,

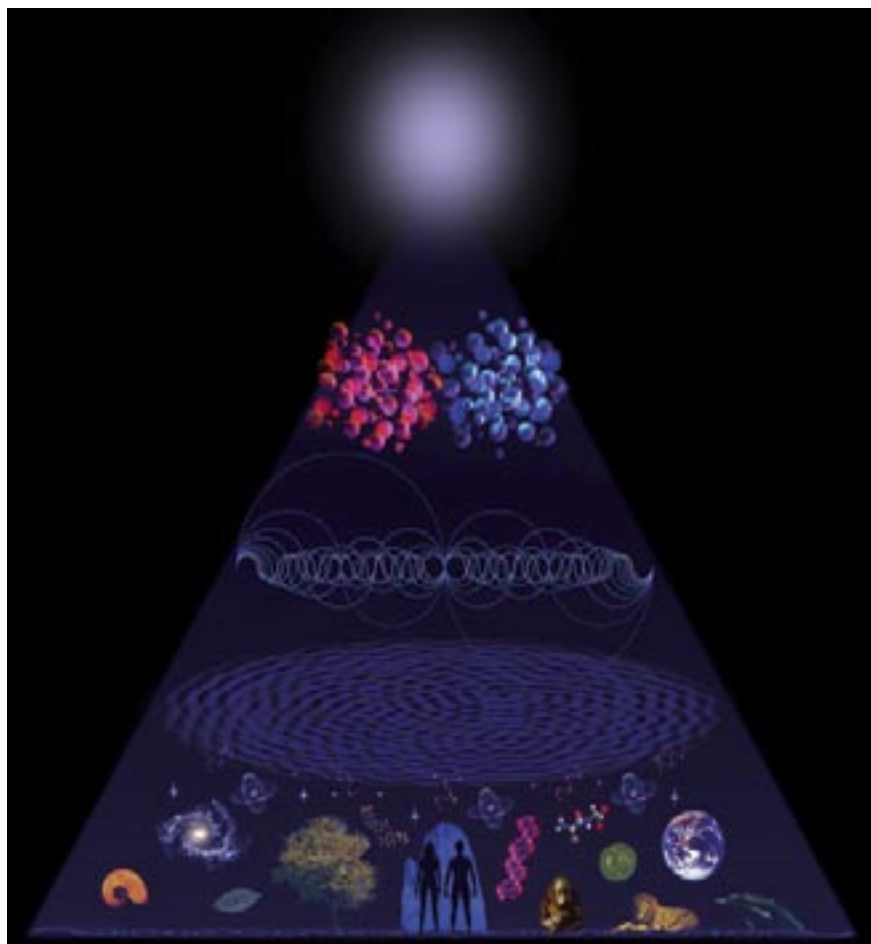
le zéro peut être décrit par l'ensemble vide. Mais un ensemble vide, c'est déjà un être ! On va dire que l'ensemble vide ne contient rien mais pourtant le cardinal de l'ensemble comme on dit, c'est déjà 1 ! On y fait référence. A partir du 1 on va vers l'infini et on a,

ce point dont nous partons représente une information. A partir de là, on peut aller encore plus loin : du point de vue de la théorie de l'information (donc en termes purement quantitatifs) il est possible de dire que le zéro est riche de l'univers tout entier ! En effet,

Tout comme il existe un code génétique à l'origine des êtres vivants, il doit exister un code (que nous appelons *code cosmologique*) à l'origine de l'Univers entier

là, la preuve que le zéro a bien par sa puissance d'engendrement ontologique, la capacité d'engendrer l'infini. Par conséquent, nous considérons que

un calcul relativement simple (mais fidèle) montre que l'évolution de l'univers depuis le Big Bang (il y a treize milliards sept cents millions d'années)



Ce diagramme est un modèle métaphysique global pour décrire l'univers, la matière, la vie, l'évolution, l'ADN, le cerveau, l'homme et sa place dans la Création, les états de la conscience, les liens entre l'esprit et la matière, le pouvoir de l'imagination, la synchronicité, l'inconscient collectif, ainsi que des phénomènes comme l'intuition, l'inspiration, la télépathie, la prescience, les réminiscences de vies antérieures ou du passé d'un lieu.

peut être entièrement « formalisée » (et donc décrite) par 300 qbits d'information. Ce chiffre peut paraître arbitraire mais a été soigneusement évalué par le mathématicien David Deutsch dont nous avons parlé plus haut. Mais quelle que soit la valeur exacte de l'*information initiale* (s'il en existe une), nous pensons que cette information a pour support la Singularité Initiale marquant l'origine de l'Univers. C'est d'ailleurs en ce sens que cette information représente ce qu'on appelle en mathématiques – plus exactement encore en théorie topologique des champs – *un invariant*, c'est-à-dire une quantité qui ne varie pas (parce qu'elle est indépendante du temps). Finalement, notre idée est que, tout comme il existe un code génétique à l'origine des êtres vivants, il doit exister un *code* (que nous appelons *code cosmologique*) à l'origine de l'Univers entier. Il est en quelque sorte inscrit au point zéro, au point de départ, avant même que l'univers n'existe sous forme de matière ou d'énergie. Avant tout cela, il y a un stade éminemment abstrait et en même temps fantastiquement riche et complet. Il permet ensuite, à travers l'énoncé des lois, de voir se déployer toute la réalité énergétique et matérielle qui va caractériser sur des milliards d'années, l'univers tel qu'il est aujourd'hui.

JPP : Il y a quelque chose qui m'a impressionné dans votre livre, vous dites p. 25 à propos du 3ème monde : « Dans ce monde-là, il n'est plus question de donner rendez-vous à quiconque : le rendez-vous a déjà eu lieu, il aura lieu de toute éternité du premier au dernier instant de l'univers. » Alors, Igor et Grichka croyez-vous à l'éternel retour ? Cette interview a-t-elle déjà eu lieu à l'infini passé et aura-t-elle lieu à l'infini futur ?...

GB : Il y a des cycles, c'est certain mais il n'y a pas de retour dans le sens de l'éternel retour au même. Ces cycles peuvent se concevoir de manière partielle en tout cas, à travers une lecture, que nous pouvons nous-mêmes faire,

Les mathématiques représentent l'instrument idéal – en fait, le seul – pour remonter « avant le Big Bang »

de l'évolution de l'univers. Ce cycle cosmologique, la science le comprend aujourd'hui à travers cet appareil conceptuel que l'on appelle le Big Bang. Cette théorie du Big Bang a deux bornes : une borne à gauche qui se trouve autour de l'origine et une borne à droite qui est autour de ce que l'on pourrait appeler l'avenir très lointain, la fin de l'univers. Quant à nous, notre espoir dans ce livre est d'avoir apporté un nouveau principe susceptible, en un certain sens, d'élargir le champ de vision et de déplacer les bornes à gauche (au voisinage de l'origine) et à droite (autour de la fin matérielle de l'Univers). Comme le pensait le génial mathématicien russe Friedmann dans les années 20, il existe bien une origine. Mais cette origine est totalement immatérielle. Cela aussi peut constituer un élément de révolution parce que les scientifiques sont, la plupart du temps, arc-boutés à l'idée qu'il n'y a pas d'origine autre que matérielle à la matière. Or, nous suggérons le contraire, de manière assez nette. Il nous semble en effet que les physiciens ont tout à fait raison lorsqu'ils affirment que la réalité physique (autrement dit matérielle) s'arrête à l'échelle de Planck et que jamais aucune théorie physique ne pourra remonter en deçà de cette redoutable limite. Mais cela ne veut absolument pas dire que les mathéma-

Tout porte à penser qu'il existe un être mathématique pur

tiques ne peuvent pas le faire. Bien au contraire, nous pensons que les mathématiques représentent l'instrument idéal – en fait, le seul – pour remonter « avant le Big Bang » et, en quelque sorte, se rencontrer elles-mêmes. Car

l'Univers, tout porte à penser qu'il existe un être mathématique pur. Une entité algébrique initiale, que l'on peut comprendre comme étant une information.

DP : Et qu'en est-il au niveau de la borne à droite ?

GB : Tentons un instant d'imaginer l'évolution de l'univers à très long terme. Les physiciens seront, je pense, d'accord avec moi si j'affirme que dans un avenir lointain (supérieur à 10^{100} années) la matière telle que nous la connaissons, disparaîtra progressivement dans le vide noir et glacé jusqu'à se dissoudre sans laisser la moindre trace matérielle.

DP : Ce scénario est plus précis que ce qui était évoqué jusqu'à ces dernières années. Pouvez-vous en évoquer rapidement les étapes ?

IB : Jusqu'à la fin du 20ème siècle, les astrophysiciens pensaient que l'expansion de l'univers pouvait se ralentir et finalement s'interrompre. Cela aurait entraîné un effondrement de la matière cosmique sur elle-même dans une gerbe de feu (le fameux « Big Crunch » symétrique du Big Bang). Or depuis 1999 – en particulier depuis que l'on a analysé la lumière émise par des supernovas lointaines – l'on est à peu près certain que non seulement l'expansion de l'espace-temps ne s'arrêtera jamais mais qu'en plus elle va accélérer sans cesse. Résultat : d'ici quelques dizaines de milliards d'années, toutes

nous l'avons dit plus haut, à l'origine de l'espace-temps, sur ce fameux point zéro de

les galaxies auront disparu au delà de l'horizon cosmologique, de sorte que seule notre galaxie, celle qu'on appelle la voie lactée, sera encore visible. Le ciel sera devenu alors bien noir, puisqu'en outre de nombreuses étoiles se seront éteintes. Car à cette époque si éloignée de la nôtre, le soleil aura disparu depuis bien longtemps. En effet, dans cinq milliards d'années environ, notre vieille étoile aura épuisé ses ultimes réserves d'hydrogène et deviendra inéluctablement une naine blanche, et plus tard une naine noire. Puis le système solaire, les étoiles voisines et lointaines, la galaxie tout entière et, une à une, toutes les galaxies



M 31, la galaxie d'Andromède, une voisine de notre Voie lactée mais aussi sa sœur « presque » jumelle ! Il y a plusieurs centaines de milliards de galaxies dans l'univers, et dans chacune plusieurs centaines de milliards d'étoiles.

du cosmos s'éteindront à leur tour. Enfin, la matière elle-même, constituée de particules élémentaires qui ne sont pas éternelles, finira par se désagréger au bout d'un temps immensément long. Pourquoi la matière elle-même ? Parce que selon les théories physiques de grande unification, le proton n'est probablement pas une particule stable et devrait donc se désintégrer après un temps de l'ordre de 10^{31} ans. Si c'est bien le cas, alors toutes les masses résiduelles (par exemple la boule de poussière froide que sera devenue la terre) se dissoudront en d'ultimes gerbes d'électrons, de neutrinos et de photons. Au cours de cette désintégration ultime, chacune de ces masses glacées que seront devenues les étoiles

Toute la *matière morte* de l'univers sera inévitablement transformée en trou noir

et les planètes mortes émettra environ 500 watts d'énergie, l'équivalent de quatre ou cinq ampoules électriques. L'Univers ne contiendra plus alors que des photons, des neutrinos, des électrons et leurs antiparticules ainsi que des trous noirs.

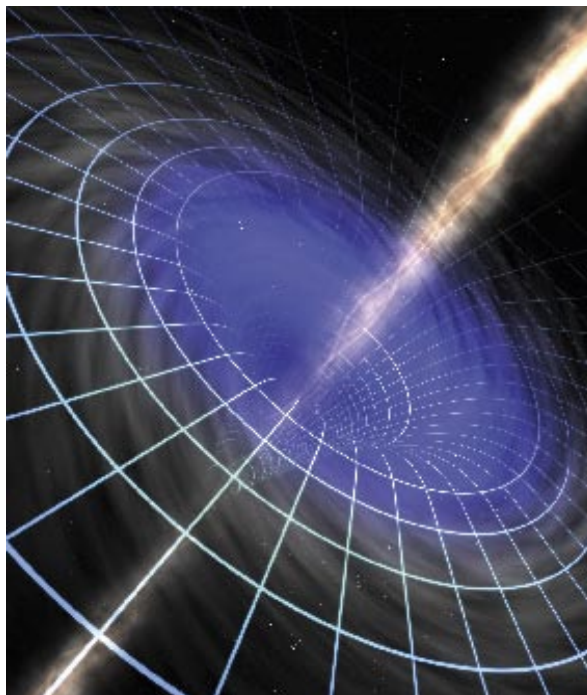
DP : Mais est-ce que c'est la fin de l'histoire ?

GB : Pas encore car il manque une avant-dernière étape. En fait, l'astrophysicien Fred Adams, de l'université du Michigan, expert du destin à long terme de l'Univers, a calculé que toute la *matière morte* de l'univers sera inévitablement transformée en trou noir. A cette époque inconcevable, l'âge de l'Univers finissant pourrait être de 1 milliard de milliard de milliard de milliard de milliard d'années ! Un chiffre au-delà de tout ce que nous pouvons imaginer. Mais le plus extraordinaire, conformément à la loi proposée par le grand physicien Stephen Hawking, c'est que ces trous noirs eux-mêmes finiront par s'évaporer au fil des milliards d'années, perdant inexorablement leur masse sous forme de chaleur, de photons et d'autres produits de la désintégration des atomes. Finalement, après un temps largement supérieur à la durée de vie du proton, les dernières traces de l'univers matériel auront disparu à leur tour.

JPP : Alors à ce stade qui semble bien être le dernier, que restera-t-il donc de notre Univers ?

IB : Pour répondre, il nous faut revenir à un événement formidable, qui s'est produit durant l'été 2004, très exactement le 21 Juillet à Dublin. Ce jour là,

Stephen Hawking admet devant un auditoire médusé une erreur vieille de presque trente ans. En effet, jusqu'à ce beau jour de juillet, le savant était persuadé que, lorsque la matière d'une étoile disparaissait au fond d'un trou noir, il n'en restait absolument rien. Pas la moindre trace. Or, au cours de sa fameuse conférence de presse, Hawking révèle que selon ses derniers calculs, lorsque toute la matière a disparu au fond d'un trou



Un trou noir est une région de l'espace dont le champ de gravitation est si intense que rien, pas même de la lumière, n'en peut sortir. (Certains trous noirs représenteraient le stade ultime d'évolution d'étoiles de forte masse, après leur explosion en supernovae. Les quasars et les galaxies actives abriteraient en leur centre un trou noir dit « supermassif », dont la masse atteindrait jusqu'à 100 millions de fois celle du Soleil).

noir, il reste pourtant quelque chose. Et ce quelque chose, c'est tout simplement de l'*information*. La nouvelle est si fracassante qu'elle fait rapidement le tour du monde. Rapidement, elle est prise très au sérieux. A tel point que l'un des plus grands spécialistes des trous noirs, le physicien théoricien Toby Wiseman, de l'Université Harvard, déclare : « Si l'on attend suffisamment longtemps

pour que le trou noir s'évapore, on pourrait en principe reconstruire toute l'information sur la matière initialement absorbée ».

GB : Nous pensons que ce qui est vrai pour les trous noirs l'est aussi pour l'Univers tout entier. Réfléchissons un instant : si nous considérons que l'Univers tout entier voit sa substance disparaître dans un avenir extrêmement lointain, la question qui se pose est : *que va-t-il rester au bout de cette désagrégation ?* Si même les trous noirs qui sont la résultante de l'effondrement des éléments de matière, finissent par s'évaporer, alors, que va-t-il rester ? Je le dis de manière sereine, parce que pour moi ce n'est pas un paysage inquiétant mais, au contraire, enthousiasmant : la dernière disparition étant celle de l'espace et du temps, *il devrait donc rester une information pure*, correspondant dans son contenu, à celle qui était présente à l'origine, avant le Big Bang. De sorte que l'on retrouve la même image à nos deux bornes, celle de l'origine et celle de la disparition, de la même façon que pour les nombres on a parlé des deux bornes zéro et infini qui sont finalement la même chose.

DP : Ce que vous voulez dire c'est qu'il y a un moment où l'expansion s'arrête et on revient au point zéro ?

IB : Pas exactement puisque l'expansion ne s'arrête jamais d'accélérer. Et pourtant, à l'infini de cette expansion, l'Univers retrouve un état qui, étrangement, est comme une *image-miroir* du point zéro ! C'est l'infini qui regarde en direction du zéro. Ils sont de même nature. C'est comme s'ils s'étaient rejoints, mais avec des contenus qui ne sont pas du tout les mêmes. Ceci est d'ailleurs très cohérent du point de vue mathématique puisque le zéro est dual de l'infini (et inversement) en théorie des nombres.

L'espace à trois dimensions dans lequel nous vivons n'est pas plat mais possède une courbure légèrement positive

JPP : Ce que vous venez de dire semble pourtant accréditer la thèse de l'éternel retour à l'identique, car le point Zéro mathématique ou métaphysique ne peut engendrer et développer que ce qu'il contient, ou alors le cosmos ne serait pas dialectique. En l'occurrence si l'infini peut entrer dans le zéro, cela veut dire que l'infini et le zéro sont consubstantiels (de même nature) entre eux. Mais allons plus loin. Le satellite WMAP, selon un porte-parole de la NASA, a confirmé depuis février 2003 que l'espace n'est pas plat comme on l'a cru un moment, mais légèrement courbé. Toujours selon la NASA, il aurait la forme d'un ballon de football. Vous prétendez, de votre côté, que le cosmos est ouvert et qu'il va grandir à l'infini. Que penser alors de cette nouvelle stupéfiante publiée le 9 octobre 2003 dans la revue *Nature* et

qui dit : « Le cosmos où nous sommes a pour confins un miroir à douze facettes pentagonales et il a la forme d'un ballon de football à 10 panneaux ». Alors le cosmos est-il ouvert à l'infini ou verrouillé provisoirement par un polyèdre à 12 facettes pentagonales ?

GB : En fait, il n'y a pas d'incompatibilité entre les deux modèles et votre question appelle une réponse qui réunit les deux. Le modèle que vous évoquez ci-dessus est le modèle du dodécaédron, donc du *ballon*, modèle pressenti par Poincaré. Il faut regarder les choses en terme de topologie. Lorsqu'on s'interroge pour savoir à quoi correspond la topologie de ce dodécaédron, en fait, c'est la *topologie d'une sphère*. C'est un objet fermé, elliptique, dont les propriétés sont celles d'une sphère, qu'il y ait des faces ou non. Cela dit, le modèle de la sphère, qui est aussi le plus simple, nous paraît beaucoup plus réaliste que celui d'un hypothétique univers à facettes.

JPP : Si le cosmos infini se fini dans le zéro mathématique, n'est-ce pas la preuve formelle que le contenu du programme d'information du cosmos est un quantum d'énergie fini ?

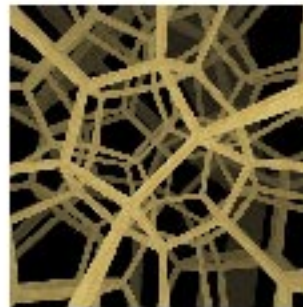
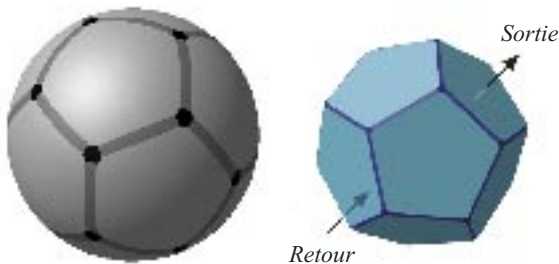
IB : L'espace-temps est, en gros, composé de deux éléments fonda-

mentaux : d'une part *l'espace à trois dimensions* et d'autre part *le temps*. Le tout forme une géométrie à 4 dimensions, qu'il est impossible de se représenter, mais qui est de type hyperbolique, comme l'ont montré les calculs du mathématicien Minkowski et de son élève à l'école Polytechnique de Zurich, le jeune Albert Einstein. Mais voici quelque chose d'important : contrairement à ce qu'affirment la plupart des physiciens, nous pensons que l'espace à trois dimensions dans lequel nous vivons (donc l'espace physique) n'est pas plat mais possède une courbure légèrement positive.

DP : En effet, votre hypothèse prend le contre-pied de ce que disent presque tous les astrophysiciens aujourd'hui. Quels sont vos arguments en faveur d'un espace courbe ?

GB : Tout simplement les observations et les mesures, en particulier celles qui ont été récemment effectuées par WMAP, le fameux satellite de la NASA que vous avez mentionné plus haut. En fait, cette courbure est décrite par un chiffre qui officiellement s'écrit $\Omega = 1,02 \pm 0,02$. En clair : 1,02 c'est la courbure et 0,02 c'est la barre d'erreur. On voit que, si l'espace devait être plat, il faudrait que se soit exactement 1,000... Or ce n'est pas le cas.

D'ailleurs, nous avons poussé les vérifications beaucoup plus loin, en effectuant nous-mêmes certains calculs. Ceux-ci ont clairement fait apparaître qu'une valeur plus exacte pour Ω devait être 1,023. Dans tous les cas (même en tenant compte de la barre d'erreur) la courbure de la géométrie à trois dimensions est alors marginalement positive. Ce résultat essentiel, directement issu de l'observation, vient de nous être confirmé par courrier par Georges Ellis, l'un des plus grands experts mondiaux de ce qu'on appelle la *gravitation relativiste*. Ce grand physicien



Gauche : l'espace de Poincaré peut se décrire comme l'intérieur d'une sorte de sphère formée de 12 pentagones légèrement incurvés.

Centre : mais, grosse différence avec un « ballon de football » auquel l'image de gauche peut faire penser, lorsqu'on arrive à une paroi pentagonale, on revient dans le ballon par la face opposée en ayant tourné de 360°.

Droite : cet espace est fini, mais sans bords ni limites, de sorte que l'on peut y voyager indéfiniment. Du coup, on a l'impression de vivre dans un espace 120 fois plus vaste, pavé de dodécaèdres qui se démultiplient comme dans un palais des glaces. Le retour des rayons lumineux qui traversent les parois produit des mirages optiques : un même objet a plusieurs images.

Notre cerveau est handicapé et ne peut pas concevoir ce qu'est une sphère à 3 dimensions

théoricien est l'un des plus anciens compagnons de pensée de Stephen Hawking, avec lequel il a publié le fameux ouvrage *L'Espace-Temps à Grande Echelle*, best seller des années 70. Il est également impliqué dans le dépouillement des données recueillies par WMAP. Or, voici quelques semaines, le 16 septembre 2004, Ellis nous a écrit que notre approche était certainement la bonne : selon lui, comme le montrent les mesures de WMAP, l'espace est bel et bien courbé !

IB : Auquel cas il a la forme d'une sphère (même si, ajoute Ellis dans sa lettre, beaucoup résistent face à ce résultat).

GB : Récapitulons : ce chiffre de 1,023 nous engage vers une très légère courbure. Ce qui est normal car on part d'un instant (le temps de Planck) où l'espace à trois dimensions est extrêmement courbé. Presque 14 milliards d'années plus tard, il est donc naturel que cet espace soit quasiment plat (mais pas tout à fait). N'oublions pas que même si le rayon de la sphère à trois dimensions représentant l'espace dans lequel nous vivons est très grand, il n'est cependant pas infini.

DP : Vous parlez en même temps d'un espace à trois dimensions et d'une sphère. Comment est-ce possible ?

GB : Attention, il s'agit bien d'une *sphère à 3 dimensions*. Il n'est pas question d'un immense ballon qui aurait été gonflé : car tout ballon est une surface à deux dimensions. Pour comprendre ce qu'est notre sphère spatiale, il faut rajouter une dimension

de plus. Mais cela nous ne pouvons pas le faire par l'esprit car notre cerveau est handicapé et ne peut pas concevoir ce qu'est une sphère à 3 dimensions. Il n'y a pas d'image possible. Il faut concevoir que cette surface a 3 dimensions et qu'elle a un intérieur qui est la quatrième dimension. Or cette quatrième dimension c'est le temps. C'est cette dimension très mystérieuse mais dont nous faisons l'expérience en permanence. Ce qui est extrêmement intéressant, *c'est que notre sphère à 3 dimensions est courbée* non pas dans une 4ème dimension d'espace mais *dans le temps* (c'est pourquoi on peut continuer à dire, en langage relativiste, que sa courbure intrinsèque est positive). Il est donc naturel que cette 3-sphère évolue en permanence, qu'elle grandisse à chaque instant. Nous voyons apparaître dans cette image de l'intérieur qui est le temps, toute la dynamique de cette sphère qui grandit et c'est *l'image de l'expansion*. Maintenant, puisque cette sphère grandit, puisqu'elle s'échappe vers l'infini du temps, nous employons une image en disant que l'univers est ouvert : c'est-à-dire que l'espace-temps est ouvert alors que l'espace à 3 dimensions est fermé. C'est cela qu'il faut comprendre : l'espace à 3 dimensions est fermé, mais il se dilate.

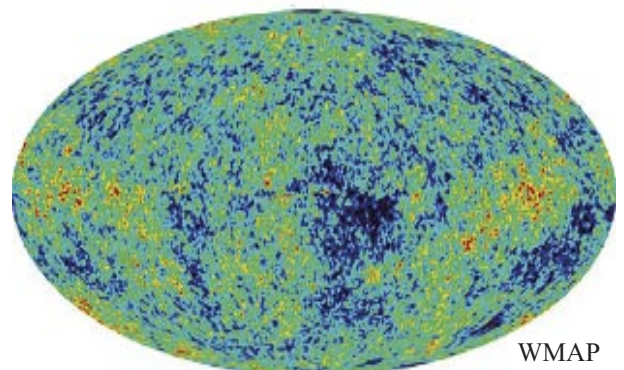
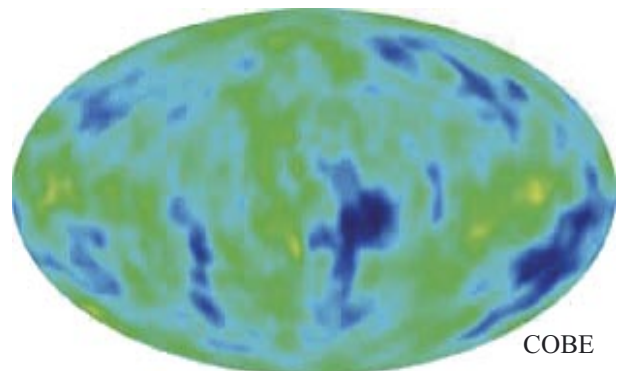
JPP : Il se dilate à vitesse infinie ?

GB : A une vitesse qu'il faut référencer : quand on fait de la relativité, on dit : « Voilà une vitesse ça se mesure par rapport

à un repère. » Si, par exemple, on regarde ici et maintenant, en direction de tel ou tel point de l'univers, on verra qu'il est en fuite à telle ou telle vitesse. Par exemple, si on regarde la planète Mars, on verra que l'expansion est négligeable : on gagne à

L'univers est ouvert en direction de l'avenir

peine 1 mètre par an. Par contre, si nous nous portons sur l'horizon à des milliards d'année-lumière d'ici, alors la vitesse tangente la vitesse de la lumière. Puis, les objets les plus lointains finissent par dépasser l'horizon cosmologique et on ne peut alors plus rien mesurer du tout. Mais ce qui nous paraît certain, c'est que l'univers est ouvert en direction de l'avenir.



En 1992, le satellite américain COBE dévoilait pour la première fois les contours encore flous de l'Univers primitif. En 2003, la sonde WMAP délivre une image 40 fois plus détaillée. C'est la plus vieille image de l'Univers, obtenue en analysant le rayonnement cosmologique fossile issu de la lumière émise alors qu'il n'avait que 380 000 ans. Les grumeaux observés représentent les amas de matière, préfigurant les galaxies actuelles.

Aristote avait une intuition. Mais aujourd'hui cette intuition se trouve corroborée ou déplacée par l'évolution des idées en science

JPP : C'est en un certain sens le cône de lumière dont vous parlez dans votre livre ?

GB : Tout à fait, c'est une bonne image. Si on considère que l'univers est

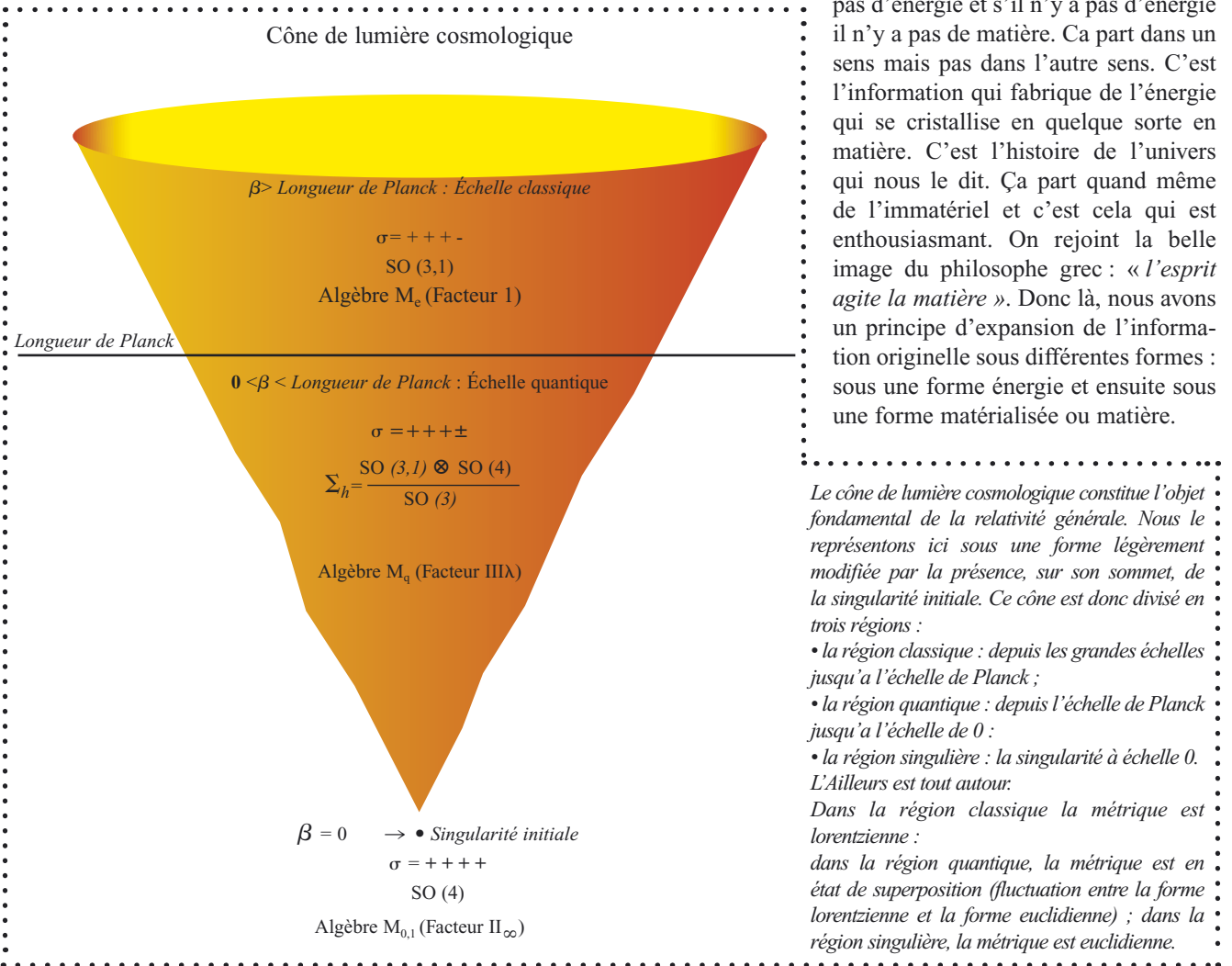
une sphère à 3 dimensions, elle se déplace le long des frontières du cône jusque vers l'infini puisque le cône, lui, est ouvert.

JPP : J'ai essayé de savoir si l'on pouvait faire coïncider votre modèle avec celui de l'équipe de Jeff Weeks, Jean-Philippe Uzan et Jean-Pierre Luminet. Mais marquons ici une pause : si effectivement on part du principe qu'il y a une équivalence entre le zéro et l'infini, ce fameux point dont vous parlez dans votre livre, ce point mathématique qui a réussi à dissoudre tout l'univers dans le zéro, un être algébrique absolument pur, sans durée, sans espace, sans masse, sans rien, mais qui contient toute la puissance en devenir de l'univers. Inutile de le cacher : cette vision nous a littéralement sidérés !

GB : C'est sidérant en effet.

DP : Certains cosmologistes ont pu parler d'un anti-univers hyper-glaciaire, qui est une espèce de super congélateur qui aurait stocké cette information. J'ai été surpris par votre distinguo entre les trois états que sont la matière, l'énergie et l'information. Ne pensez-vous pas que cette énergie dont parlait Aristote et qui était l'éther, est l'unique vecteur et que l'information n'existe pas sans un vecteur qui est l'énergie ?

GB : Je dirai que c'est plutôt l'inverse. Aristote avait une intuition. Mais aujourd'hui cette intuition se trouve corroborée ou déplacée par l'évolution des idées en science. Je pense que c'est l'énergie qui ne peut pas exister sans l'information. C'est le même être mais sous des phases totalement différentes. S'il n'y a pas d'information, il n'y a pas d'énergie et s'il n'y a pas d'énergie il n'y a pas de matière. Ça part dans un sens mais pas dans l'autre sens. C'est l'information qui fabrique de l'énergie qui se cristallise en quelque sorte en matière. C'est l'histoire de l'univers qui nous le dit. Ça part quand même de l'immatériel et c'est cela qui est enthousiasmant. On rejoint la belle image du philosophe grec : « *l'esprit agite la matière* ». Donc là, nous avons un principe d'expansion de l'information originelle sous différentes formes : sous une forme énergie et ensuite sous une forme matérialisée ou matière.



S'il n'y a pas d'information, il n'y a pas d'énergie et s'il n'y a pas d'énergie il n'y a pas de matière

C'est vrai que c'est bouleversant pour l'esprit. Mais le vrai bouleversement vient d'autre chose : la première chose c'est de constater que la science peut en quelque sorte rendre presque tangibles, concrètes, et vérifier des intuitions qui ont été celles des hommes de religion, de spiritualité, des chercheurs et des philosophes ou des métaphysiciens qui ont dit : « *L'univers n'est pas né par hasard, il a été créé, il relève d'une transcendance...* »

DP : C'est le retour à des idées très anciennes...

GB : En ce début de 21^{ème} siècle, nous sommes au point de départ d'une extraordinaire convergence entre les deux faces de la pensée sur le réel, logique d'un côté, théologique de l'autre. Elles vont se rencontrer et déterminer un nouveau protocole de pensée, un paradigme, un nouveau cadre conceptuel. Dans celui-ci il est possible d'entrevoir pour la première fois, qu'il existe, comme le pense le physicien théoricien Paul Davis, quelque chose de très intelligent, un principe à l'origine de notre univers tel que nous le connaissons.

JPP : Vous dites cette chose extraordinaire en citant Einstein répondant à un enfant : « *Tous ceux qui sont sérieusement impliqués dans la science finiront peut-être convaincus qu'un esprit se manifeste dans les lois de l'univers, un esprit immensément supérieur à celui de l'homme.* » Je crois qu'il y a aussi dans votre livre une quête mystique sinon métaphysique...

IB : Au niveau le plus profond, c'est certainement le cas. Mais quelle que



Aristote

Philosophe et savant grec (Stagire, 384 av. J.-C. – Chalcis, 322 av. J.-C.)

Aristote émet très tôt l'hypothèse que les étoiles, les planètes, les comètes et les étoiles filantes possèdent une réalité physique. Il adopte également l'idée de rotondité de la Terre, supposition confirmée par l'observation des bateaux disparaissant derrière l'horizon.

soit la façon dont il sera lu et interprété, ce livre restera pour nous une extraordinaire expérience de pensée, où se sont croisées les sensations rationnelles et méta-rationnelles les plus profondes. Nous pensons, en effet, que derrière l'apparence matérielle des choses, il y a un principe beaucoup plus profond qui est à l'origine de ce déploiement qu'on appelle l'univers, de ce déferlement d'énergie et de cette cristallisation de matière. Il y a une transcendance qui répond au plus profond des interrogations humaines, de l'esprit humain face à ce grand mystère. Premier mystère : savoir si oui ou non il existe une origine. Et là, dans notre livre nous commençons à montrer – et, je l'espère, à faire sentir – qu'il y a en effet bel et bien un point zéro. La deuxième question qui se pose, c'est : si cette origine existe, à quoi correspond-elle ? Comment la décrire ?

JPP : C'est le but de tous vos travaux ?

GB : En effet, avant de s'exprimer dans un livre, nos recherches ont d'abord donné

lieu à des thèses de Doctorat (soutenues à l'Ecole Polytechnique) puis à des publications dans des revues spécialisées de haut niveau (en particulier *Annals of physics*, la plus prestigieuse dans le monde de la physique théorique). En soi, ces publications (nous en avons près de dix aujourd'hui) représentent un premier pas vers la validation de ces idées nouvelles sur l'origine du monde. Quoi qu'il en soit de ces recherches dans l'avenir, une chose restera : c'est grâce aux mathématiques que nous avons pu découvrir et décrire (un début en tout cas), le fameux contenu du point zéro. Ce contenu du point zéro nous a fait accéder à un être mathématique d'une très grande harmonie, d'un ordre, d'une symétrie comme on dit en physique théorique, très élevée. La plus élevée de toutes les harmonies et de toutes les symétries concevables par l'esprit humain. Cette image de la symétrie, nous l'avons rencontrée, nous avons vu des groupes de symétrie à l'œuvre dans les équations. Extrêmement puissants, ces groupes de symétrie et d'unification sont, en quelque sorte, porteurs de l'image du Beau (eu sens fixé par Platon) et ont une dimension esthétique. Ceci nous a convaincus d'une chose : c'est que si l'ordre et l'harmonie règnent dans un contexte aussi abstrait et sans le substrat ni de l'énergie ni de la matière, c'est que cet ordre ne s'est pas installé là par hasard.

DP : Que voulez-vous dire ?

IB : Il existe *quelque chose* qui va d'une part décider de la naissance de cet ordre et d'autre part va l'organiser sous la forme de ce fameux code dont je parlais tout à l'heure, le code cosmologique. Si ce code existe à l'origine sur un point, il n'a pas été engendré par le hasard. Il a bien fallu que quelque chose suscite l'existence de cette information. Quelque chose de transcendant. Pour reprendre le beau titre de Jacques Monod, *Hasard et Nécessité*, le hasard occupe de moins en moins de place avant le Big Bang. A l'échelle originelle en tout cas le hasard n'a aucune place et la nécessité a toute la place. Face à ces êtres mathématiques qui sont là, installés à l'origine, une question se pose, proprement boule-

versante : d'où viennent de tels êtres ? D'où vient cette algèbre initiale dont nous voyons, encore aujourd'hui, la trace sur le point zéro ?

DP : Vous aviez déjà essayé de répondre lors de vos entretiens avec Jean Guilton.

GB : Oui, déjà à cette époque-là nous avons essayé car nous avons aperçu cette image indirecte, cette trace fulgurante d'une causalité. Mais, pour analyser cette trace, pour parvenir à en comprendre le sens, il nous a fallu utiliser des mathématiques d'un genre entièrement nouveau, en particulier ces étranges « algèbres croisées » qui existent seulement depuis la fin des années 80. On les appelle *groupes quantiques*.

Il n'y a pas d'autre accès que les mathématiques pour dépasser les contraintes du mur de Planck et remonter vers l'origine

Il m'a fallu de longues années avant de savoir calculer à l'aide de ces redoutables algèbres « déformées ». Les calculs ont été extrêmement difficiles et n'ont finalement abouti que peu de temps avant la soutenance de ma thèse (en 1999 à l'École Polytechnique). En particulier, il a fallu quatre mois de travail acharné pour démontrer le théorème 3.3.2 de ma thèse. Mais il en ressort quelque chose de profond (je crois que les mathématiciens et les physiciens théoriciens qui commencent à nous suivre sur cette voie que nous avons ouverte sont de notre avis) : il n'y a pas d'autre accès que les mathématiques pour dépasser les contraintes du mur de Planck et remonter vers l'origine.

DP : Que nous disent-elles ?

GB : L'origine ne peut se comprendre effectivement qu'à travers cette image que les mathématiques donnent du monde et du réel. C'est une image d'harmonie et de symétrie parfaites. C'est ce que nous avons vu à travers nos premières tentatives de décodage de ce point zéro. Enfin, cette harmonie originelle

se déploie. Ce qui est bouleversant pour l'esprit, c'est qu'elle ne se déploie pas dans le temps réel : on voit une évolution, on peut la lire. Mais cette évolution se lit sur le point zéro, dans un temps qui n'est pas réel mais *imaginaire pur*.

DP : Qu'appellez-vous temps imaginaire ?

IB : Il s'agit tout simplement d'un temps qui n'est pas mesuré par des nombres réels mais par des nombres imaginaires. Je rappelle que le carré de tous les nombres réels est toujours positif. Or il existe en mathématiques des nombres dont le carré est négatif : ce sont les nombres imaginaires. Dans notre monde physique, l'évolution des phénomènes (qu'on peut décrire en mesurant des différences d'énergie) donne lieu à une description dans le temps réel. En revanche, au point zéro marquant l'origine de l'univers, les codes qui nous permettent de comprendre l'évolution d'un système en temps réel n'ont plus cours. A l'échelle zéro, l'énergie (qui, selon le second principe de la thermodynamique, se dissipe dans le temps réel) n'existe plus. A la place, comme nous l'avons vu, on ne trouve que de l'information. Tout comme l'énergie, cette information initiale se déploie aussi, mais sans vitesse (il n'y a pas de célérité de développement) sans



Quand nous observons la nature nous sommes frappés par la multitude de symétries qui la dessine.

contrainte, sans matérialité. En fait, elle se déroule *instantanément* vers l'infini, dans un temps qui n'est pas le temps réel mais le temps imaginaire (ce qui veut dire qu'un intervalle de temps imaginaire est toujours nul en temps réel).

JPP : Seulement, les mathématiques ont aussi leurs limites : comme le disait Poincaré et comme le rappelle Marcel Bol dans *L'Histoire des mathématiques*. Le problème est qu'il y a toujours un indéterminé. Et la preuve est que, sans cet indéterminé, on aurait pu faire de π un nombre entier. Or aujourd'hui on est à 900 décimales alors qu'il n'y a pas si longtemps on travaillait encore avec $22/7$. C'est ainsi que Marcel Bol à la suite de Tobias Dantzig dénonçait (pas forcément avec raison d'ailleurs) l'obscurantisme de certains mystiques qui voulaient rétablir la valeur du π biblique. Il est vrai qu'aujourd'hui on a fait du chemin entre 3,142857 et le π actuel, mais il y a toujours cet indéterminé de l'ultime décimale de π qui ne permet pas aux tables logarithmiques (le rythme du verbe-logos) donc aux mathématiques, d'être une science définitivement exacte. Sinon nous aurions les réponses à toutes nos questions et peut-être la solution du Grand Tout.

GB : Justement. C'est là où ce que vous dites est riche et profond. En fait,

En nous-mêmes, nous avons tous un cosmos aussi vaste dans un certain sens que l'espace-temps dans lequel nous vivons

le facteur d'instabilité ou d'indétermination est consubstantiel aux mathématiques et permet de comprendre que, dans cet être mathématique initial, il y a une image de l'évolution de l'espace-temps tout entier. Mais il y a aussi place pour la liberté. L'aléatoire joue un rôle et nous avons, à notre échelle, la possibilité de décider. A chaque embranchement lié à des choix, nous avons la possibilité de voir se déployer cet arbre de la liberté et nous en sommes partie prenante. On a pu nous dire parfois : si tout est écrit, alors le déterminisme est tel que nous n'avons aucune place pour sortir de ce sur-déterminisme. Nous disons non. Car si les mathématiques expriment et codent quelque chose de l'évolution globale, en revanche *localement*, il y a toujours place pour d'autres types d'agencement probabilistes ou aléatoires qui font intervenir le jeu de la liberté.

DP : Votre livre n'est-il pas aussi une recherche du sens de la vie ?

GB : Je pense que c'est un des éléments que je n'ai pas abordés tout à l'heure, et qui explique le retentissement du livre. Car en fait, ceux qui l'ont lu (et ceux qui ne l'ont pas encore lu) se posent quand même des questions qui sont toutes les mêmes : d'où vient l'univers ? Quelle en est la cause suprême ? Y a-t-il un créateur à l'arrière de la création ? Ceci nous habite quand on fait de la métaphysique intuitive. Il y a un deuxième stade qui correspond à un retournement du regard porté sur l'extérieur, vers le cosmos intérieur. En



Henri Poincaré (1854 - 1912)

Jules Henri Poincaré fut le plus grand homme de sciences de la fin du XIX^e et du début du XX^e. Mathématicien hors pair, touche à tout, il est aussi connu des physiciens pour ses études sur la stabilité du système solaire, mais aussi des cercles philosophiques pour ses réflexions sur les fondements des sciences.

nous-mêmes, nous avons tous un cosmos aussi vaste dans un certain sens que l'espace-temps dans lequel nous vivons. Cet univers intérieur nous oblige à nous poser les mêmes questions : pourquoi sommes-nous ici, et où allons-nous... donc en effet, le sens de notre existence. Pourquoi y-a-t-il de l'être plutôt que rien ? De ce point de vue, je crois que notre ouvrage porte la trace de cette deuxième interrogation.

DP : C'est ainsi que le reçoivent vos lecteurs ?

GB : Il y a quelques jours j'étais à une signature et nous y avons rencontré une dame âgée de 91 ans, en pleine forme, et qui témoigne ainsi de ce qu'il peut y avoir d'émouvant dans une personne qui traverse ainsi les décennies. Elle nous a en quelque sorte à la fois posé une question et donné la réponse. « *J'ai lu votre ouvrage et en réalité ma question est : est-ce que cet ouvrage n'a pas atteint des frontières de la connaissance que vous-même n'aviez pas soupçonnées au départ ?* » Je lui ai répondu : « *Merci vraiment du fond du cœur de la question que vous nous posez parce que cela nous amène*

peut-être à distinguer au-delà de ce que nous avons pu dire et de ce que nous voyons dans ce livre, des choses qui sont encore dans l'invisible mais dont vous avez peut-être perçu le sens vous-même ». Elle nous dit : « *Oui, j'ai perçu ce sens-là, car j'ai traversé tout au long de ma vie beaucoup d'aventures conceptuelles. J'ai lu beaucoup de livres. J'ai été parfois enthousiasmée parfois déçue, parfois en colère de ce que je lisais... mais jamais jusqu'ici aucun de ces livres n'avait répondu à une question que je m'étais posée et même à des questions que je ne m'étais pas posées. Jamais je n'avais découvert à travers la lecture d'un livre, le sens de ma vie. Pour la première fois, grâce à votre livre, j'ai aujourd'hui compris pourquoi j'étais là, pourquoi je suis encore là aujourd'hui et pourquoi je serais encore là demain. Quelle est la vraie raison profonde de ma présence sur terre* ». Cela nous a vraiment bouleversés parce que nous avons senti qu'il y avait là comme un retentissement métaphysique profond, presque insoupçonné dans la manière dont on pouvait percevoir notre ouvrage.

DP : Vous continuez de développer cet aspect ?

GB : Oui, nous sommes allés un peu plus loin dans cette direction et nous préparons, d'ici quelques semaines, une communication que nous allons faire à l'Académie des Sciences à l'occasion de la célébration de la mémoire d'André Lichnerowicz le grand mathématicien qui a été notre maître avec Jean Guittou. En fait, nous avons eu deux maîtres : l'un dans le domaine des idées philosophiques et chrétiennes, c'est Jean Guittou, l'héritier de la pensée du grand Bergson. Le second est mathématicien, membre de l'académie des sciences et s'appelle André Lichnerowicz. Disciple aussi bien du mathématicien Cartan que du physicien Einstein, ce grand penseur des mathématiques, fondateur de l'enseignement à l'école des mathématiques modernes, a été le maître à penser de notre Directeur de thèse, le professeur Flato, et par là même, le nôtre. Au cours



Jean Guitton (1901 - 1999)

Philosophe français. Jean Guitton obtint son agrégation de philosophie en 1923 et soutint en 1933 sa thèse, marquée par la pensée de Maurice Blondel, sur le Temps et l'éternité chez Plotin et saint Augustin. Condamné à la Libération pour son Journal de captivité (1943), il dut attendre 1955 pour devenir professeur à la Sorbonne. En 1961, il fut élu à l'Académie française.

de cette communication, nous allons développer certains aspects et en particulier cette ouverture qui nous a été suggérée par Lichnerowicz dans nos conversations sur le fondement profond des mathématiques et de la recherche lorsqu'elle est charpentée par ces instruments idéaux que sont les mathématiques. Car ainsi qu'il le disait : « Chaque fois que l'on résout une équation, on avance dans le décodage du

Ceux qui ont lu ce livre partagent avec nous une sorte d'intimité paradoxale dans l'infini grand ouvert

mystère du monde et on enlève une petite partie du voile qui pèse sur le grand mystère, on donne un peu de sens à sa vie et on comprend mieux pourquoi on est là. »

En un certain sens, il y a dans ce livre la trace de cet élan vers un sens. Ceux qui ont lu ce livre partagent avec nous une sorte d'intimité paradoxale dans l'infini grand ouvert. Ceci parce qu'ils participent à la même aventure de l'esprit, avec les mêmes

instruments. Et tous (même ceux qui sont le plus loin des mathématiques) finissent, je crois, par éprouver l'étrange conviction que oui, il y a un sens globalement et individuellement à la vie.

DP : C'est peut-être aussi pour cela que vous avez « terrifié la communauté scientifique ».

GB : Oui je le crois.

DP : Je voudrais savoir ce que vous pensez du film *2001 : l'odyssée de l'espace* ?

GB : C'est un film magnifique qui pour nous d'ailleurs évoque des souvenirs personnels parce que nous avons rencontré non pas Kubrick mais Arthur Clarke, auteur du scénario, avec lequel nous avons une relation d'amitié. Nous avons passé beaucoup de temps ensemble à Londres. Dans les années 80 nous avons fait un film sur Arthur Clarke et nous avons longuement parlé de *2001 : l'odyssée de l'espace*. A l'époque, nous avons demandé quel était pour lui le visage de cette entité transcendante, en un certain sens de cette intelligence étrangère. Pourquoi était-elle là, s'agissait-il chez lui de description d'un phénomène auquel il avait donné une identité ou pas ? Il répondit : « *la vie est universelle et prend les visages les plus étonnants, les plus mystérieux et parfois les moins reconnaissables* ». Selon lui, ce monolithe est tout simplement l'image qui nous amène à reconnaître sous toutes ces faces, y compris les plus étranges, le grand mystère de la vie. Il ajoute : « *Vous savez, les interprétations qui peuvent être faites de ce monolithe importent peu. L'important c'est qu'à travers ce film, nous accédons à une représentation cinesthésique, immédiate, instinctive, du grand mystère de la vie* ». Je trouve que le film de Kubrick illustre cela de manière éblouissante.

DP : S'il existe une autre forme de vie ailleurs, est-ce forcément la même que sur la terre ou peut-elle être différente ?

GB : C'est une question importante que nous allons aborder dans le cadre



André Lichnerowicz (1915 - 1998)

Mathématicien, grand géomètre et physicien théoricien, spécialiste de la relativité générale, il était Professeur au Collège de France, membre de l'Académie des sciences depuis 1963 et Docteur honoris causa de plusieurs académies et universités étrangères.

d'une émission spéciale que nous allons faire sur France 2 à la fin de l'année. Nous allons nous interroger sur les formes possibles et nous allons faire des études exobiologiques. J'ai tendance à penser (bien que l'on ait assez peu de références concrètes), qu'il y a dans l'univers un principe qui est celui d'isotropie et d'homogénéité. Il permet de comprendre effectivement que les lois de l'univers sont partout les mêmes. Il y a même ce que les biologistes et les exobiologistes appellent *le principe de la convergence des formes*.

JPP : Expliquez-nous.

GB : En réalité, si la vie existe ailleurs, et je suis évidemment enclin à le penser, elle obéit d'abord à des contraintes physiques. Celles-ci sont repérables parce qu'on les connaît. On a repéré aujourd'hui des planètes qui existent ailleurs dans d'autres systèmes stellaires : la physique, la chimie et la biochimie sont partout les mêmes. C'est une première contrainte qui est très forte. Au niveau de la biochimie on a deux cycles possibles pour la vie : soit le *cycle du carbone* (c'est l'exemple de la vie sur terre) avec pour élément solvant l'eau, qui permet l'extraordinaire richesse des combinaisons, soit le *cycle du silicium*,



Notre planète est la troisième planète à partir du Soleil. C'est la seule planète où la vie a pu se développer grâce à des conditions très particulières : la Terre n'est ni trop proche, ni trop éloignée du Soleil, ce qui lui permet de bénéficier de températures tempérées.

qui est beaucoup plus restreint car les contraintes qui pèsent sont beaucoup plus fortes, ce qui donnerait une vie plus lente et très rudimentaire. Je crois que la vie a choisi d'apparaître en se dotant de tous les éléments qui sont ceux de la complexité. Ils ne peuvent se manifester que le plus facilement possible dans le cadre de la chimie. L'eau étant l'élément fédérateur sous-jacent, il y a ensuite la proximité de la planète par rapport au soleil (ni trop loin, ni trop près) qui doit être une « orbite biologique ». Puis la planète ne doit pas être trop petite pour un problème de gravité (c'est le problème de Mars, où la gravité est trop faible :

qu'elle a provisoirement atteint sur terre. Il est concevable qu'un jour, au terme d'une évolution immensément lointaine, ce qu'on appelle la conscience se détachera de tout support matériel.

JPP : On ne peut pas nier que la terre occupe une position géo-spatiale qui semble unique dans l'histoire de l'univers. Elle a permis de réunir les conditions voire les constantes physiques et biochimiques nécessaires à la vie. Il y a l'eau et le carbone, bien sûr, mais il y a aussi – comme nous le rappelait dans une précédente interview le professeur Yves Rocard – le silicium

l'eau s'est échappée trop rapidement et la grande aventure de la complexification de la vie s'est arrêtée très tôt). Si la vie existe ailleurs, alors elle a forcément suivi les chemins qui sont proches des nôtres. Mais l'aventure universelle de la vie et de l'intelligence ne s'achèvera pas avec la forme humanoïde

et la ferromagnétite. A preuve l'ADN (cette Arche de Noé de l'information génétique) cristallise toujours en silicium et en ferromagnétite.

DP : Igor et Grichka, nous vous remercions pour cet entretien passionnant. Et maintenant, quels sont vos projets ?

GB : Nous poursuivons nos recherches au sein de l'Institut International de Physique Mathématique dirigé par le Professeur Arkadiusz Jadczyk. Et notamment nous sommes engagés maintenant dans une nouvelle direction qui est la détermination plus exacte et plus précise de la nature de ce code cosmologique. Notre espoir est de mieux comprendre de quoi il retourne et quelles sont les structures de ce mystérieux code.

DP : Puisque vous avez du pain sur la planche nous vous avons apporté quelques spécialités énergétiques que nous fabriquons dans notre laboratoire.

JPP : Maintenant que nous savons que l'énergie c'est aussi de l'information, nous allons communiquer dans ce sens...

GB : [Sourire]. ■

Avant le Big Bang

Igor et Grichka Bogdanov – Éditions Bernard Grasset

Que se passait-il « avant le Big Bang » ? Et à quoi ressemblait l'espace et le temps avant que tout ne commence ?

Depuis le début du XXe siècle les théoriciens – de Planck à Einstein ou Hawking – n'en finissent pas d'affiner ces questions, et leurs éventuelles réponses. C'est ce grand roman de l'origine absolue qu'Igor et Grichka Bogdanov ont entrepris d'explorer à leur tour, dans ce livre savant et sereinement pédagogique. Pour la première fois, ils esquissent même, à partir des découvertes les plus récentes, et en se fondant sur une recherche originale, plusieurs

hypothèses promises à un grand retentissement : l'univers d'avant le Big Bang était-il – déjà ? – un réseau complexe d'informations ? Et n'y aurait-il pas, à l'origine de cet univers, un « code cosmologique » comme il existe, pour le vivant, un code génétique ?

Igor et Grichka Bogdanov sont, respectivement, docteur en physique théorique et docteur en mathématiques (Université de Bourgogne). Ils animent actuellement l'émission scientifique *Rayons X* sur France 2 et ont publié, chez Grasset en 1991, un livre d'entretiens avec le philosophe Jean Guilton (*Dieu et la Science*). Ils poursuivent aujourd'hui leurs travaux sur l'origine de l'univers au sein de l'Institut international de Physique mathématique.

