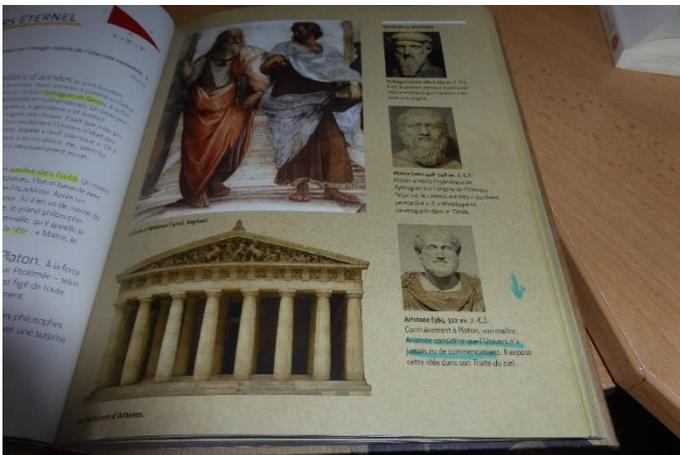


**Tentative de synthèse**, 3 minutes pour comprendre la grande théorie du Big Bang (des frères Grichka et Igor Bogdanov [1]).

Depuis le début du temps, le temps que nous percevons chaque jour, dans cet Univers éclatant qui nous entoure et qui nous conduit inévitablement vers la fin de notre temps, des phénomènes physiques, chimiques maintenant connus et mesurés nous ont permis, étape par étape, de transformer la cosmologie en science expérimentale, mais également et surtout, grâce aux mathématiques, de transformer notre vision et de mieux comprendre l'univers.

## I) Les précurseurs du Big bang.

Et pourtant, bien avant nous, certain des premiers philosophes grecs, visionnaires comme Pythagore (vers 580 à 495 av. J.-C.) et Platon (vers 428 à 348 av. J.-C.) avaient exprimé l'essentiel de la connaissance en cosmologie. Pythagore de Samos, mathématicien à l'origine du théorème bien connu  $S^2=X^2+Y^2$  (soit le carré de la longueur de l'hypoténuse, qui est le côté opposé à l'angle droit, est égal à la somme des carrés des longueurs des deux autres côtés), savait que mille ans avant lui, les sages de l'Inde avaient affirmé que non seulement l'Univers n'était pas éternel, mais qu'en plus il était né d'un seul point, appelé « œil cosmique ». [1, p.28]



Platon qui en 367 av. J.-C., discutait avec son disciple Aristote à Athènes, déclarait à son tour : Toute chose est née un jour, il en va de même du cosmos qui est né d'un chaos primordial. [1, p.28]

Contrairement à son maître, Aristote imposa son idée comme quoi le cosmos était immuable et qu'il n'avait jamais eu de commencement.

20 siècles après les philosophes, la question va ressurgir avec Galilée, le 1/12/1609 : lui qui contemple la lune avec sa nouvelle lunette (au pouvoir grossissant de 9) comprend (comme Copernic et Kepler avant lui) que la Terre tourne autour du Soleil et qu'elle n'est pas le centre de l'Univers.

Le reste suit naturellement, l'Univers (qui, affirme le savant, est écrit en langage mathématique) a donc nécessairement eu un commencement, tout comme la suite des nombres. [1, p.30]. 67 années plus tard, le 26/4/1676, l'astronome danois Ole Christensen Rømer (1644-1710), en observant avec la plus grande minutie et durant des mois, l'une des lunes de Jupiter, réussit à estimer la vitesse de la lumière. En se basant sur la distance parcourue par la lumière émise par le système Jupiter vers la Terre (à l'apogée et au périhélie du système) et le temps existant (dans ces 2 cas) entre le moment où elle se cache derrière Jupiter et réapparaît ensuite, il établit (puisque la lumière traverse une distance plus grande égale au diamètre de l'orbite terrestre) d'une part que elle tourne en 42h5min autour de Jupiter et que d'autre part, le retard dans l'observation de l'éclipse mesuré entre l'apogée et le périhélie du système est significatif. Il en déduit que la vitesse de la lumière n'est pas infinie comme le pensait ses collègues de l'époque.

En introduisant dans ses calculs les résultats de ses observations, il déduira que la vitesse de la lumière est de l'ordre de 365.000 km/s, soit pour l'époque, la contribution à l'idée d'un Univers fini dans l'espace et dans le temps. [1, p.32]

Par définition, la valeur exacte de cette vitesse a été fixée à 299.792.458 m/s en 1983 par le Bureau international des poids et mesures.

Un an après le découverte de Rømer en France, Isaac Newton (1642-1727) établit la loi d'attraction des masses  $F=MmG/R^2$  et postule sans le soutenir par la suite que l'Univers est soumis à une expansion qui compense l'attraction gravitationnelle et s'oppose donc à l'effondrement.

Gottfried Leibniz (1646-1716) croit que l'Univers a une origine et fait publier son mémoire en français sur le calcul binaire et invente également la première machine (calculateur utilisant des 0 et des 1) ancêtre des ordinateurs. [1, p.36]

Edgar Poe (1809-1849) prédit l'existence de galaxies extérieures à notre Voie lactée au lieu du terme incorrectement nommé « nébuleuses » révélées par les télescopes de l'époque ; Eureka, 1848. [1, p.40]

Bernhard Riemann (1826-1866) propose en 1854 l'hypothèse d'un Univers de topologie sphérique dont le rayon peut varier avec le temps. Influencé par Euler, découvreur de **la plus belle formule des mathématiques**,  $e^{i\pi}+1=0$  qui réunit les cinq constantes fondamentales de l'Univers.

$e=2,71828...$ , (constante de Neper) avec 5 décimales exactes [3, p.169]

$i=\sqrt{-1}$  (unité imaginaire) et  $\pi=3,1415926.....$ , avec Pi (tout comme e) qui est un nombre transcendant, *irrationnel*, et totalement déterminé, autrement dit, ses décimales ne surgissent pas du hasard. Pi et son nombre infini de décimales est donc une clef qui pourrait nous permettre de comprendre l'Univers. [2, p.71]

Pi est un nombre simple (et non complexe) au sens de Kolmogorov, qui jette les bases de la théorie de la complexité mesurées en bits. [2, p.70]

Ludwig Boltzmann (1844-1906) : sa fameuse formule de l'entropie  $S=k \log W$  qui signifie que l'entropie S d'un système est proportionnelle au nombre d'états microscopiques W de ce système. L'entropie, synonyme de désordre (qui ne peut aller qu'en augmentant au sein de la matière), diminue donc dans le passé, et est forcément nulle à son origine. Appliquée à l'Univers tout entier, Boltzmann en déduit que l'entropie nulle coïncide avec l'origine du temps, de l'espace et de la matière. Il régnait donc à l'instant originel de l'Univers, un ordre absolu et l'Univers n'est pas éternel. [1, p.46]

*Note : L'entropie d'un système telle que décrit par Boltzmann est l'entropie basée sur les lois de la statistique auxquelles obéissent les phénomènes irréversibles. Le second principe de la thermodynamique permet de prévoir le sens dans lequel le phénomène irréversible aura lieu.* [5, p.2-31]

Henri Poincaré (1854-1912) et sa terrible conjecture démontrée en 2006 par Grigori Perelman de Saint-Petersbourg. La sphère à 3 dimensions se contracte sur un point qui représente son origine singulière.

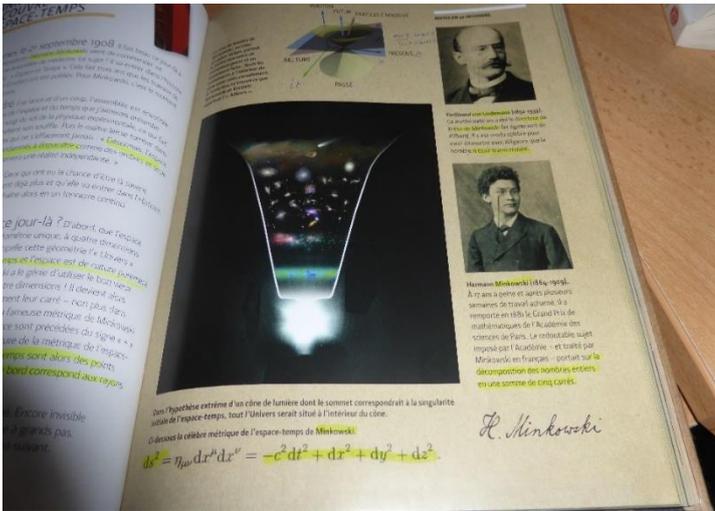
Nom	Equation	Symbole
Cercle	$X^2 + Y^2 = R^2$	S1
Sphère	$X^2 + Y^2 + Z^2 = R^2$	S2
Sphère de dimension 3	$X^2 + Y^2 + Z^2 + t^2 = R^2$	S3
Sphère de dimension n-1	$X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 + \dots + X_n^2 = R^2$	$S^{n-1}$

Or en géométrie, on dit que la sphère n'est pas contractile, elle ne peut pas s'effondrer de façon continue sur son centre sans former une singularité. Et donc, lorsque le rayon de la sphère Univers devient nul, celle-ci se transforme en un point singulier. L'Univers a bel et bien une origine. [1, p.48]

Hermann Minkowski (1864-1909)

A partir du célèbre théorème de Pythagore et de Poincaré, Minkowski a décrit la distance (ds) séparant des événements dans l'Univers aux 4 dimensions de l'espace-temps :

$dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2 = ds^2$ , la métrique de l'espace-temps. Les événements de l'espace-temps sont alors des points reliés les uns aux autres à l'intérieur d'un cône dont le bord correspond aux rayons de lumière. [1, p.52]



## II) Les fondateurs du Big Bang

### Alexander Friedmann (1888-1925)

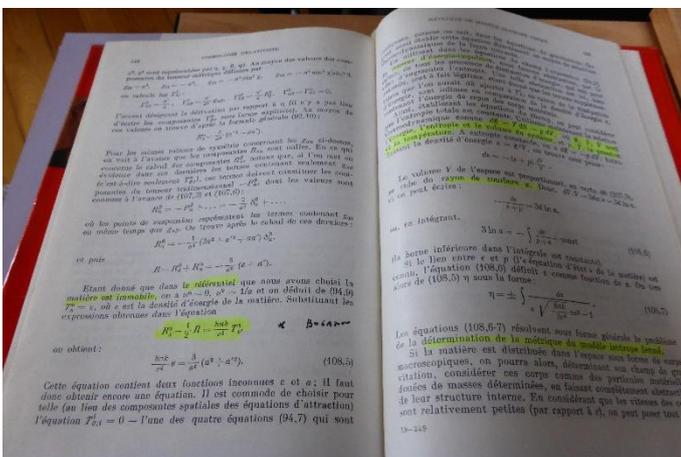
Dans les années 20 et à Petrograd, Friedmann (mathématicien) enseigne à ses étudiants que l'Univers est en expansion. A Berlin, Einstein (physicien théoricien) enseigne l'inverse, (sa plus grande erreur) que l'Univers est fixe. En 1922, Friedmann soutient que les équations d'Einstein sont faussées par la constante cosmologique  $\Lambda g_{\mu\nu}$ , qui avait été ajoutée par Einstein pour rendre l'Univers fixe.

Il suggère de la retirer des équations pour déboucher sur la véritable solution.

### Equation de la relativité générale.

$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = 8\pi G/c^4 T_{\mu\nu}$
$\Rightarrow R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} = 8\pi G/c^4 T_{\mu\nu}$

Le terme de gauche, comprend la courbure R et la métrique g de l'espace-temps, représente la géométrie de l'Univers. La partie droite représente le contenu en énergie-matière de l'Univers. [4, p.448]



### Albert Einstein (1875-1955)

C'est en 1905 qu'Albert Einstein découvre la fameuse équation de la relativité générale.

C'est en 1905 qu'Albert Einstein publiera dans la fameuse revue 'Annalen der Physik' quatre articles qui vont établir l'équivalence entre la masse de matière et l'énergie d'un corps.

$$E = m c^2$$

E : énergie (joule) = masse (kg) \* c (vitesse de la lumière en m/s).

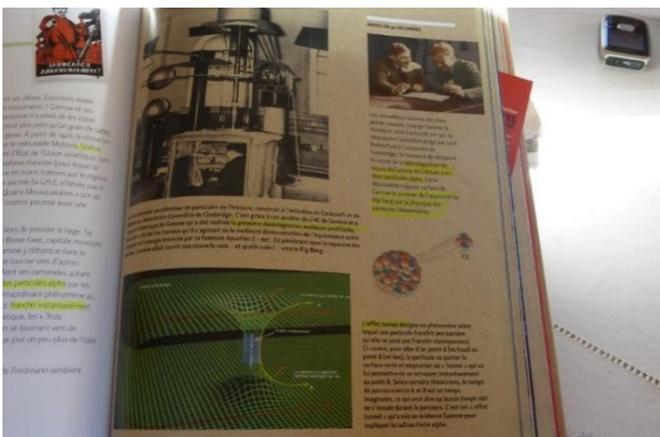
$$t = t' / \sqrt{1 - (v^2/c^2)}$$
 qui représente la contraction du temps au voisinage de c, issue des transformations de Lorentz [4, p.23]

C'est en 1923, après une rencontre avec son ami Paul Ehrenfest (1880-1933), élève de Boltzmann et professeur de Friedmann, qu'A. Einstein reconnaît une erreur de calcul. L'honneur de Petrograd est sauf.

Edwin Hubble (1889-1953) : l'astronome, dès 1924, avec son télescope Hoocker au mont Wilson en Californie, identifie la présence des galaxies (non pas des nébuleuses) et observe en 1929, la fuite des galaxies et le phénomène d'expansion de l'Univers. [1, p.72]

George Gamow (1904 -1968) et les 3 mousquetaires (Lev Landau, Matveï Bronstein et Dmitri Ivanenko), élèves de Friedmann au cours de cosmologie de 1922 à 1925 à l'université de Petrograd, sous la menace du régime stalinien, rejoint l'université de Cambridge et se tourne vers l'étude des particules élémentaires et la désintégration du noyau de Lithium-7 en deux particules  $\alpha$ .

Il devient le pionnier de l'approche du Big Bang par la physique des particules élémentaires. [1, p.77] L'ancêtre du LHC de Genève est construit par Cockcroft et permet la première désintégration nucléaire artificielle en 1928, qui sera la démonstration de l'équivalence entre masse et énergie énoncé par l'équation d'Einstein. Selon la mécanique classique, la particule  $\alpha$  (alpha) est confinée au noyau à cause de la grande énergie requise pour échapper le puits de potentiel nucléaire très fort, de sorte que l'émission spontanée n'aurait pas lieu. Dans la mécanique quantique, cependant, il existe une probabilité non nulle que la particule puisse « creuser un tunnel » à travers la paroi du puits de potentiel, et alors s'échapper. C'est l'effet tunnel et le temps imaginaire de parcours mis en évidence par Gamow pour expliquer la radioactivité  $\alpha$ .

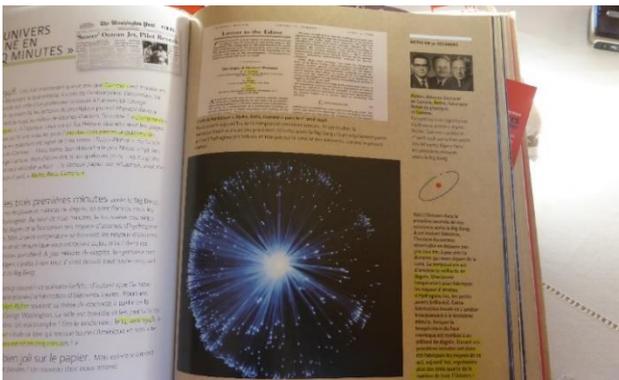


Georges Lemaître (1894 -1966) propose en 1927, comme Friedmann, le modèle d'un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant. Lorsqu'il découvre, en 1929 l'article de Hubble, qui établit la relation entre la distance et la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques, il sursaute puisqu'il l'avait prédit et formalisé deux ans plus tôt. [1, p.80]. Vesto Slipher avait déjà observé (1912) que la lumière émise par les galaxies était « décalée vers le rouge ». Ces événements sont les éléments déclencheurs qui convaincront Einstein avec la naissance de la cosmologie moderne. En 1932, Lemaître fournit **le premier modèle d'effondrement d'une étoile massive en 'trou noir'**. [1, p.82]. La notion de singularité concentrée en un point n'est donc plus une vue de l'esprit...

Kurt Gödel (1906-1978) énonce en 1931 **son théorème d'incomplétude** : Tout système cohérent est incomplet, appliqué à l'Univers, cela conduit à admettre que la cause de l'existence de l'Univers se trouve nécessairement à l'extérieur de lui.

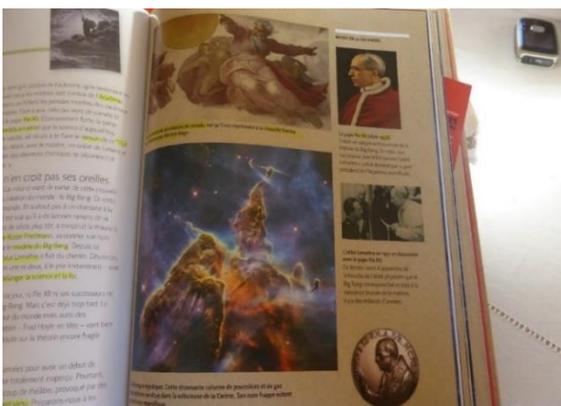


En 1948, le 1<sup>er</sup> avril, nous retrouvons Gamow alors professeur à l'université George Washington (qui a fui la Russie de Staline depuis 15 années) avec ses élèves Alpher et Bethe, signataires du fameux article paru dans le journal Physical Review, « l'origine des éléments chimiques » aussi connu comme l'article « Alpha, Beta, Gamma ». La formation des éléments légers, noyaux des atomes d'H et d'He, se sont formés dans les 3 minutes qui ont suivi l'instant initial du Big Bang. C'est effectivement pendant cette période, que les conditions de température entre +/-  $10^{10}$ °K et  $10^9$ °K permettent à ce que tout l'hydrogène de l'Univers (plus des ¾ de la matière totale de l'Univers) soit fabriqué. [1, p.92]. Ce serait suite à l'explosion de la bombe d'Hiroshima (6/8/1945) et la visite de Teller le 13/9/1946, que Gamow fait le lien entre le Big Bang qui fabrique les atomes d'H et la bombe H qui les détruit.



Ralph Alpher (1921-2007) soutient dans sa thèse de doctorat du 13/4/1948 que l'Univers est né en 5 minutes et secoue ainsi l'Amérique et le monde entier.

Le pape Pie XII (1876-1958), déclare à l'académie pontificale des sciences le 22/11/1951 : « il semble en vérité que la science d'aujourd'hui, ait réussi à se faire témoin de ce « **Fiat Lux** » initial, de cet instant où surgit du néant, avec la matière, un océan de lumière et de radiations, tandis que les particules des éléments chimiques se séparaient et s'assemblaient en millions de galaxies »

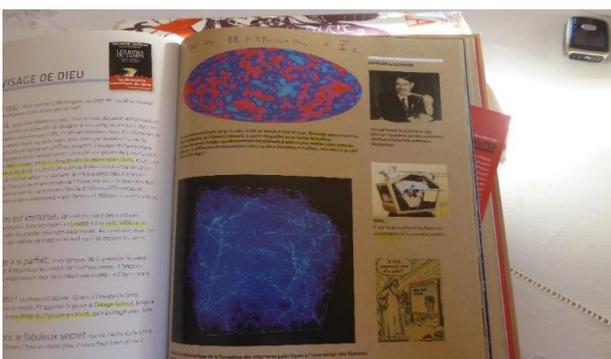


### III) Les découvreurs du Big Bang

Roger Penrose (1931- ) et Stephen Hawking (1942- ) démontrent en 1970 un théorème selon lequel une singularité (le point mathématique de Friedmann) à l'origine de l'Univers est inévitable ; lorsque la densité de la matière et la courbure de l'espace-temps deviennent extrêmes (comme au fond d'un trou noir = immense puits gravitationnel), l'espace-temps s'arrête et débouche sur une singularité.

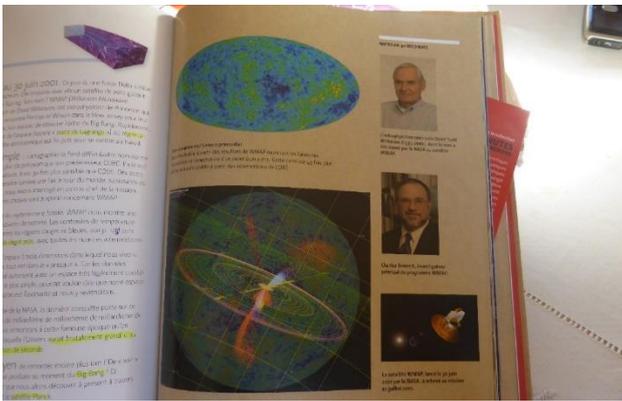


John Mather (prix Nobel de physique en 2006) présente à ses collègues les résultats des prises de mesures effectuées par COBE (premier satellite astronomique américain, lancé le 18/11/1989). COBE a cartographié la première lumière de l'Univers grâce au spectrophotomètre FIRAS (capable d'effectuer des photographies dans l'infrarouge lointain) et aux radiomètres DMR qui mesurent l'intensité du rayonnement fossile et ses infimes variations. Il confirme ainsi (comme les savants Russes l'avaient déjà découvert en 1983) que ce rayonnement correspond bien au spectre du corps noir (découvert par Max Planck vers 1880 qui a pu établir les fondements de la mécanique de l'infiniment petit ou mécanique quantique). Ces photographies de l'Univers 380.000 ans après le Big-Bang démontrent que le Cosmos primordiale se trouvait dans un équilibre thermique presque parfait. Entre les 'zones froides' (en bleu sur la photo) et les 'zones chaudes' (en rouge avec moins de un cent millième de degré en plus), il existe des différences fondamentales comme s'exclamera le célèbre Stephen Hawking parlant de ces minuscules « anisotropies ». Les zones froides deviendront, des milliards d'années plus tard, les vides entre les galaxies et les zones chaudes les régions à partir desquelles va se former la matière de l'univers naissant. Avec l'image qui fera le tour du monde, Georges Smoot lancera le 23/4/1992, à la vision du bébé-Univers, c'est comme voir le visage de Dieu....

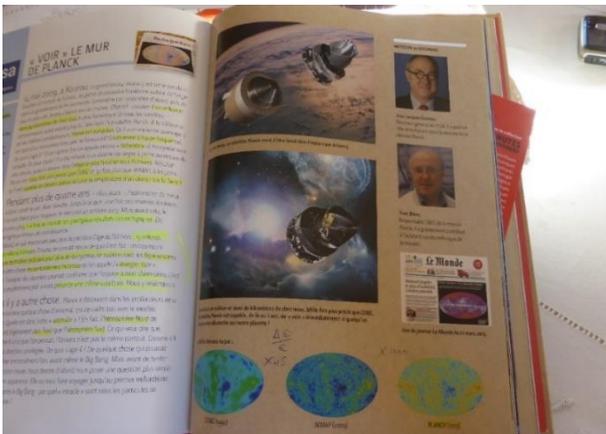


Le 30 juin 2001, le satellite WMAP atteint le point de Lagrange (point tranquille dans l'espace, exemple  $L_1$ ) et avec une précision extrême (45 x plus précis que COBE), confirme les résultats obtenus 10 ans plus tôt. La cosmologie est devenue une science expérimentale.

$L_1$  : sur la ligne définie par les deux masses (par exemple Terre-Soleil), entre celles-ci, la position exacte dépendant du rapport de masse entre les deux corps ; dans le cas où l'un des deux corps a une masse beaucoup plus faible que l'autre, le point  $L_1$  est situé nettement plus près du corps peu massif que du corps massif.



Le 14 mai 2009, le satellite européen Planck (1000 x plus précis que COBE), lancé par Ariane, équipé d'un HFI (instrument à haute fréquence) et son bolomètre (capteur ultrasensible refroidit près du zéro absolu, soit  $-273^{\circ}\text{C}$ ) part vers sa destination, à 1.5 million de kilomètres de la Terre. Le 21 mars 2013, il livrera ses prodigieux résultats cosmologiques. L'âge de l'Univers et ses 13 milliards 820 millions d'années, il est composé de 5% de matière ordinaire, de 26 % de mystérieuse matière noire et de 69% de cette chose totalement inconnue, l'énergie noire. L'espace à 3 dimensions n'est pas complètement plat mais présente une infime courbure. Il découvre également que l'hémisphère nord de l'Univers est légèrement plus froid que l'hémisphère sud. Nous y reviendrons. Voilà qui va nous faire voyager vers l'instant du premier milliardième de seconde après le Big-bang.



François Englert et Peter Higgs (en 1964, par déduction mathématiques) ont découvert le boson de Higgs par expérience grâce au LHC du CERN. Dans ce collisionneur, des protons (noyaux d'atomes) sont accélérés à une vitesse proche de la lumière dans deux directions opposées puis jetés l'un contre l'autre. Le boson de Higgs est découvert, il existe durant un milliardième de milliardième de seconde. Il est une particule de matière, a une masse 250.000 fois plus lourde qu'un électron et il est issu du champ immatériel de Higgs, ce qui permet de comprendre pourquoi les particules de matière ont une masse. Cette expérience a matérialisé un fragment de l'Univers un milliardième de milliardième de seconde après le Big-Bang.

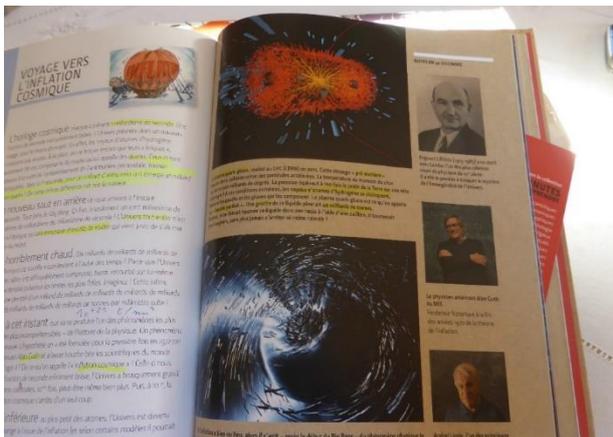
### Quelques chiffres pour voyager dans le passé et remonter vers les trois premières minutes de l'Univers.

- La taille de l'Univers observable aujourd'hui est de 45 milliards d'années-lumière.
- A -200 millions d'années, correspondent les premiers âges et les étranges créatures sur notre Terre. L'homme, c'est seulement 10 millions d'années en arrière....
- A - 4.6 milliards d'années, notre Soleil, la Terre et les autres planètes de notre système solaire viennent tout juste de naître, à partir de la contraction d'un immense nuage d'hydrogène et de poussières.
- A 100 millions d'années tout près du Big-Bang (nous sommes à -13 milliards 720 millions d'années d'ici), les premières étoiles du monde s'allument.
- Plus loin, à 380.000 ans d'années tout près du Big-Bang, l'Univers est une sorte de gaz brûlant, à près de  $3000^{\circ}\text{K}$  et 1000 fois plus petit. Pas de galaxies, pas d'étoiles pas de planètes autour de nous.
- A dix mille ans après le Big-Bang, il fait noir. La température est de  $12.000^{\circ}\text{K}$  et les particules de lumière sont prisonnières des particules de matière.

- Mille ans après le Big-Bang, l'Univers observable ne mesure plus que 10 millions de milliards de km. Cependant, au-delà de l'horizon, délimité par la vitesse de la lumière, l'Univers est bien plus grand.
- Un an après le Big-Bang, l'Univers observable ne mesure plus que 9.000 milliards de km.
- Un jour après le Big-Bang : 25 milliards de km.
- Une heure après le Big-Bang : la sphère cosmique a rétréci à 1 milliard de km. La température dépasse les 100 millions de degré.
- 3 minutes après le Big-Bang, l'Univers observable ne mesure plus que 60 millions de km et la température a grimpé au seuil critique de un milliard de degré.
- Nous voici parvenu à - 13 milliards 820 millions : c'est durant les 3 premières minutes de vie du cosmos qu'a lieu la nucléosynthèse primordiale, c.-à-d. la fabrication des briques fondamentales de la matière que sont les noyaux d'atomes d'hydrogène. Gamow l'avait prédit dans son fameux article en 1948 !

### Vers les premiers instants de l'Univers.

- A la première seconde, avec ce phénomène unique dans l'histoire, ces particules élémentaires si mystérieuses, invisibles et insaisissables que sont les neutrinos (existence postulée par le prix Nobel Wolfgang Pauli en 1930), commencent leur voyage dans l'espace à une vitesse proche de la lumière. N'ayant aucune (presque) interaction avec la matière, les neutrinos poursuivent donc leur course folle dans l'Univers. Note : notre corps contient environ 20 millions de neutrinos cosmologique émis une seconde après le Big-bang.
- L'horloge cosmique indique 1 milliardième de seconde soit  $10^{-9}$  seconde. L'Univers est composé des composants du noyau d'hydrogène qui n'existe pas. La température est de plusieurs milliers de milliards de degré. Les quarks sont apparus à la suite de l'anéantissement de l'antimatière primordiale formée d'antiquarks. Vers  $10^{-32}$  secondes, pour un milliard d'antiquarks ont émergés un milliard et un quarks! De cette infime différence est née la matière. Réalisé au CERN en 2011 dans la LHC, le plasma quark-gluon, cette étrange pré-matière résulte de la collision entre particules accélérées. La température au moment du choc est de 10.000 milliards de degré, la pression est de 100 fois le poids de la Terre sur une tête d'épingle, à ces conditions, les noyaux d'hydrogène se disloquent et forme le plasma quark-gluon que l'on appelle le liquide parfait. Une goutte de ce liquide pèserait 40 milliards de tonnes.



### Voyage vers le mur de Planck.

- L'horloge cosmique indique  $10^{-43}$  seconde. Il n'existe aucune fraction de seconde plus petite que cet instant de Planck. L'univers tout entier pèse environ 20 microgrammes, le poids d'un grain de sable. L'énergie de la toute première particule est gigantesque ( $10^{19}$  giga électrons volts =  $10^{28}$  eV soit 445,049 kWh). La température atteint  $10^{32}$  °K. La longueur minuscule de l'Univers atteint  $10^{-33}$  cm = la longueur de Planck et sa frontière infranchissable, le mur de Planck.

$$1 \text{ eV} = \frac{J}{C} \sqrt{\frac{2h\alpha}{\mu c}}$$

J, symbole du joule.

C, symbole du coulomb.

$h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  J.s, constante de Planck.

$\alpha = 0,00072973526$ , constante de structure fine.

$\mu = 4\pi \cdot 10^{-7}$  H/m, perméabilité magnétique du vide en henry par mètre.

$C = 299.792.458$  m/s, vitesse de la lumière dans le vide.

Chose surprenante : La force électromagnétique, la gravitation, la force nucléaire forte et faible sont probablement unifiées en une super-force unique. A cette échelle de l'espace-temps, la métrique de l'espace-temps est soumise au principe de l'incertitude et se met à fluctuer, le temps pouvant osciller entre sa forme réelle (-) et sa forme imaginaire (+). Ces fluctuations pouvant engendrer des particules appelées gravitons associées aux ondes gravitationnelles, à découvrir prochainement. **Nous sommes parvenus aux limites de la connaissance.**

## IV) Les explorateurs contemporains de l'avant Big-Bang

### Le mystère qui entoure l'origine de l'Univers.

Les résultats des mesures du satellite Planck nous indiquent que la densité  $\delta$  de l'Univers est légèrement supérieure à 1.  $\Gamma > 1$  signifie que l'Univers n'est pas plat mais légèrement courbe. Selon la conjecture de Poincaré, la forme est celle d'une sphère à 3 dimensions en expansion accélérée. Dans un avenir lointain, cela signifie que le ciel deviendra noir pour toujours. En octobre 1998, trois astrophysiciens montrent que certaines supernovæ (étoile qui explose) lointaines sont à des distances supérieures au modèle existant. La seule solution qui s'impose, c'est que l'expansion de l'Univers est entrain d'accélérer. Cette accélération est produite par l'énergie noire qui représente 68.3 % du contenu de l'Univers avec une densité de  $10^{-29}$  g/cm<sup>3</sup>. Si cette énergie devait brusquement disparaître, l'Univers tout entier s'effondrerait sous son propre poids pour former le point de singularité final. La matière ordinaire, tout ce qui correspond au tableau de Mendeleïev dans l'Univers, ne représente que 4.7%. L'hypothèse actuelle est que l'énergie noire serait une variante de la célèbre constante cosmologique introduite par Einstein en 1905. Sa valeur serait  $10^{-120}$  en unité de Planck. La constante cosmologique serait réglée avec une précision vertigineuse. Tout aussi mystérieuse, la matière noire représente le solde, donc 27% du contenu de l'Univers.

Comme à l'échelle de Planck, il est impossible de faire confiance aux théories habituelles (théorie quantique des champs et théorie de la relativité générale), différentes théories tentent de résoudre le mystère qui entoure l'origine de l'Univers.

- La théorie des cordes.

A une échelle infiniment petite ( $10^{-33}$  cm), soit l'échelle du Big-bang, des cordes minuscules (boucles d'énergie) donneraient par leurs vibrations des masses différentes aux particules élémentaires. Avec une théorie variante (théorie des membranes), ces théories engendreraient des scénarios cosmologiques invraisemblables, sinon invérifiables....

- La théorie des Univers parallèles

Cette théorie imaginée par un physicien américain en 1957, qui considère divers Univers non observables, ne pourra jamais accéder au statut de théorie scientifique. Laissons là ces considérations philosophiques...

Le 21 mars 2013, le satellite de Planck a rendu publiques ses découvertes concernant la première lumière de l'Univers. Parmi celles-ci, quelques anomalies qui contredisent le principe d'isotropie, l'hémisphère nord est légèrement plus froid que l'hémisphère sud. Une équipe de mathématiciens (dont Steve Carlip) a montré qu'il existe une corrélation entre les points chauds et les points froids de la première lumière cosmique. Hors la température du rayonnement fossile est précisément de  $2,725^{\circ}\text{K} \pm 0.001\text{K}$ . Comme le signale John Matter auteur de la préface de ce livre [1], ces anisotropies mesurées par le DMR, sont supposées représenter les traces des conditions qui ont régné dans l'Univers primordial. Elles seraient apparemment issues de la matière noire et représenteraient l'empreinte de la distribution physique de la matière qui est à l'origine de la structure de l'Univers actuel.

L'Univers en équilibre thermodynamique cela signifie que dans la fournaise du nouveau-né la température atteint  $10^{+33}$ °K, et tout au début du Big-bang, tous les éléments sont en équilibre les uns par rapport aux autres. Cet état spécial est appelé état KMS (selon les noms des 3 physiciens découvreurs Kubo, Martin et Schwinger). Il pourrait exister avant le Big-bang, une deuxième direction du temps de nature imaginaire (+) perpendiculaire à l'axe du temps réel (-) et le temps devient « flou ». Ce dérèglement est dû au fait que le temps complexe ( $\pm$ ) est composé d'une valeur réelle (-) et imaginaire (+). Le temps que nous connaissons ralenti (une seconde dure une heure), accélère (une journée s'écoule en 2 minutes) ou peut « sauter » brusquement.

Note : il est impossible de classer des nombres complexes, un nombre complexe n'est pas plus grand ou plus petit qu'un autre. Cela nous permet de comprendre que dans le temps complexe, le temps cesse de s'écouler de l'avant vers l'après.

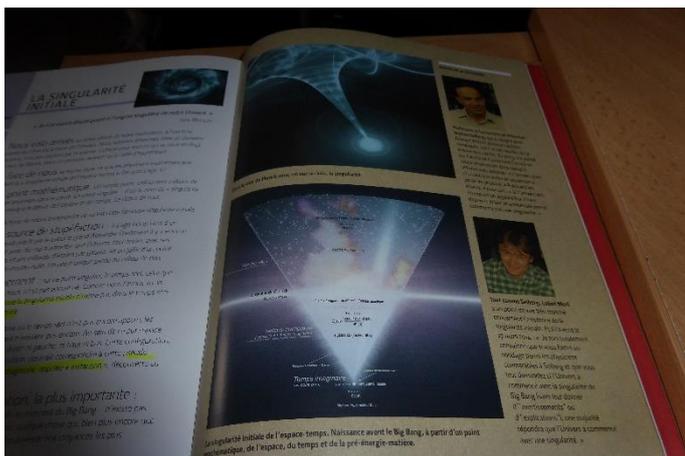
### Le temps imaginaire.

Comme l'a rappelé Stephen Hawking, si le temps imaginaire est perpendiculaire à l'axe du temps réel, et si le temps s'écoule sur l'axe imaginaire, il « ne passe pas » en temps réel. C'est ainsi que l'on doit comprendre la pensée de Platon : « **Le temps est l'image mobile de l'éternité immobile** ». Alors que le temps réel est associé à de l'énergie, le temps imaginaire est associé à de l'information. De même, suivant les lois de la thermodynamique, si l'entropie d'un système existe en temps réel, l'information caractérisant ce système existe en temps imaginaire. Au cours de l'effet tunnel, une particule peut sauter instantanément d'un point à un autre. Les mesures montrent que le temps ne s'est pas écoulé au cours du saut. Selon les approches les plus récentes, la particule a quitté l'espace-temps et a franchi le tunnel en temps imaginaire.

### La singularité initiale.

Nous revenons au plus grand, « Alexandre Friedmann », le découvreur de la singularité initiale.

Comme tout ce qui se situe en deçà du mur de Planck, nous ne pouvons avancer qu'à l'aide d'hypothèses. D'un point de vue mathématique, la singularité initiale de l'espace-temps marque le début de tout. Elle n'existe pas dans le temps réel mais bien dans le temps imaginaire. L'énergie qui va surgir au moment du Big-bang n'existe pas encore. La singularité initiale est appréhendée sous la forme d'un point mathématique, mais son contenu nous est inconnu. L'hypothèse d'un point qui « coderait » sous une forme numérique l'ensemble des lois caractérisant l'Univers physique est proposée.



### L'information à l'origine.

Depuis son apparition, l'Univers a évolué en cinq étapes, par paliers de complexité croissante, jusqu'à produire la vie et la conscience. Dans ce cas, l'Univers n'est pas seulement un immense ensemble matériel d'étoiles et de planètes, c'est avant tout une stupéfiante organisation hiérarchique qui conduit nécessairement les particules inanimées vers la vie. L'ensemble des lois qui codent la réalité matérielle dans laquelle nous sommes plongés, formeraient de l'autre côté (donc inaccessible à nos sens) un extraordinaire « nuage d'information mathématique » qui coderait et organiserait tous les phénomènes physiques qui émergent sous une forme sensible dans notre univers. De la même manière que le code génétique précède la naissance d'un être vivant, une sorte de « code cosmologique » précéderait la naissance de l'Univers.

## L'avenir lointain de l'Univers.

L'entropie d'un système qui est la quantité de désordre, est l'inverse de l'information. Lorsque l'entropie est nulle, l'information est maximale. Dans 5000 milliards d'années, toutes les étoiles perdront progressivement leur énergie (l'hydrogène disparaît). Selon les théories qui prédisent la désintégration du proton (dans  $10^{40}$  années), les restes stellaires et les trous noirs disparaîtront à leur tour et ne restera alors plus que l'ultime rayonnement de Hawking.

Soumis à l'accélération constante de l'énergie noire, tous les restes des matières finiront par se désintégrer pour laisser la place à un Univers plongé dans le vide et la nuit éternelle, où le temps privé de ses ultimes vecteurs d'énergie aura disparu à son tour. Il restera le temps imaginaire pur et l'Univers connaîtra à nouveau un état d'entropie très faible et atteindra alors un niveau d'information très élevé. Au-delà de la matière, de l'énergie et du temps, l'Univers pourrait alors trouver son état fondamental, celui de cette fantastique information qui est à la fois l'origine et la fin de son histoire.

## Conclusions

Vous sommes remonté jusqu'au temps  $t=10^{-43}$  s, la frontière d'une autre réalité. Dans la mesure où la matière a jailli à cet instant, il est logique de se poser la question : et avant ? Nous avons abordé la théorie des frères Bogdanov et la théorie de l'information.

Il reste néanmoins la présence des ondes gravitationnelles à détecter, ces fameuses ondes dont la période est un million de fois plus courte qu'un atome. Albert Einstein et Marcel Grossmann, spécialiste du calcul tensoriel, les avaient fait intervenir dans la fameuse théorie de la relativité générale : toute masse, en accélérant, engendre des ondes de gravitation qui se propagent dans le continuum de l'espace-temps. Il nous faudra attendre 2030 et le successeur du satellite Planck pour obtenir peut être cette réponse....Laissons donc s'épanouir les fleurs de la pensée.



Ing. Guy Verrecas MSc EUR ING

## **Sources :**

[1] : Bogdanoff, Igor, Bogdanoff, Grichka, Mather, John Cromwell et Gonzalez-Mestres, Luis, 2014, *3 minutes pour comprendre la grande théorie du Big bang*. Paris : le Courrier du livre.

[2] : Bogdanoff, Igor et Bogdanoff, Grichka, 2013, *La fin du hasard*. Paris : B. Grasset.

[3] : Massart, J., *Cours d'analyse - Tome 1 - Calcul différentiel*.

[4] : Landau, L. D and Lifshits, E. M, 1970, *Théorie des champs*.. Moscou : Editions Mir.

[5] : Jeanpierre, F., 1969, *Thermodynamique*.