

21 MARS 2009

LE BIG BANG, HISTOIRE D'UNE HYPOTHESE SCIENTIFIQUE

PAR MAURICE-DOMINIQUE KIRCHNER

Cet exposé présente le cheminement qui tout au long du 20^e siècle a permis à l'humanité de découvrir des trésors insoupçonnés de l'univers qui est le sien. Ce succès n'était pas acquis d'avance :

- En 1892 Lord Kelvin (1824-1907) (découvreur du 0° absolu) déclarait : La physique est définitivement constituée dans ses concepts fondamentaux ; tout ce qu'elle peut désormais apporter, c'est la détermination précise de quelques décimales supplémentaires. Il y a bien deux petits problèmes : celui du résultat négatif de l'expérience de Michelson et celui du corps noir, mais ils seront rapidement résolus et n'altèrent en rien notre confiance.

- En 1894 Albert MICHELSON (1852-1931) déclarait : Les lois et faits les plus importants de la physique ont tous été découverts, et ils sont maintenant si fermement établis que l'éventualité de les voir réfutés à la suite de nouvelles recherches est infiniment faible. ... Nos découvertes futures se situeront à la sixième décimale.

Ni l'un ni l'autre de ces grands scientifiques n'avaient imaginé : les quanta, les neurones, les atomes, les théories de la relativité, ni l'informatique, fondements qui nourrissent, aujourd'hui, la spiritualité scientifique des multiples chercheurs se livrant à la découverte et à la compréhension de l'insondable « livre de la nature », qui émerveille nos esprits.

Notre cheminement empruntera largement à ces auteurs, que je remercie vivement, ainsi qu'à de nombreux autres aussi remarquables et passionnants que ceux-ci, mais aussi à des professeurs dont le charisme et l'enthousiasme sont pour beaucoup dans mon projet. Heureusement, de multiples découvertes restent à faire, nécessaires évidemment pour améliorer la compréhension de notre univers et suffisantes pour entraîner de nouvelles cohortes de chercheurs dans cette quête initiée par les philosophes grecs ... vers l'Un, origine du mot « univers » : « unum vertere »

Première remarque

L'homme est un enfant de l'univers, "physiquement limité".

1. Doté de cinq sens seulement, l'homme ne voit que les ondes « visibles », de l'infrarouge à l'ultraviolet, incapable de voir les rayons X ou les rayons gamma.

2. L'homme n'a pas le sens du mouvement : la Terre tourne, le soleil ne se lève pas, ne se couche pas !

3. L'homme n'a pas la sensation de la vitesse dans l'espace : à l'équateur, l'homme fait, dans l'espace, un tour de 40.000 km en 24 heures, soit 1.666 km par heure. À la latitude de 45° notre vitesse est de 1.178 km/h.

4. L'homme ne sent pas la force centrifuge qui en résulte et réduit son « poids ». Les « pas de tirs » des fusées astronomiques en tiennent compte, regroupés vers l'équateur.

5. Vivant à son échelle, celle du mètre, l'homme ne voit que de 10^5 m à 10^{-5} m, soit de 100 km à 1/100 mm, incapable d'apercevoir le très petit (10^{-35} m) ou le très grand (10^{28} m) (en regardant loin, on voit tôt). La médiane se situe à $10^{-3,5}$ mètre.

Mais l'homme est doté d'un esprit, qui peut être défini par cinq domaines : la force vitale, la pensée, le sentiment, l'action et la conscience. Le cerveau humain est le siège de l'esprit : le cerveau, doté de 100 milliards de neurones, ne s'use que si l'on ne s'en sert pas (selon l'humoriste).

Deuxième remarque

'L'univers est écrit en langage mathématique' selon Galilée.

1. La conséquence des limites de l'homme est qu'il ne peut répondre à la question qu'il se pose depuis que sa pensée a pris forme : «d'où vient-il ?», par ses seuls sens, sentiments, impressions, imaginations, traditions. Il est obligé de faire appel à une caractéristique essentielle de son cerveau : sa RAISON, du domaine de la pensée.

2. Les penseurs grecs découvrirent, à partir des mesures relevées durant des siècles par les mésopotamiens et les égyptiens, que le fonctionnement de leur Terre, totalité de l'univers à l'époque, n'était pas dû au hasard mais organisé d'une façon précise et répétitive, selon ce qui pouvait apparaître comme des « LOIS ».

3. Le mouvement était ainsi lancé et il ne s'arrêtera plus : la raison humaine et ses découvertes sont à la base de toute tentative de connaître l'histoire de l'univers et de comprendre son fonctionnement. Il en est de même aujourd'hui, d'une façon systématique et généralisée, par l'intervention de la méthode « scientifique ». Elle repose sur deux éléments : la présentation d'HYPOTHÈSES, le jugement de celles-là par l'EXPÉRIMENTATION, et vice-versa.

4. « La science n'est rien d'autre que l'une des rares activités humaines qui peut corriger ses propres erreurs » (Michel CASSÉ). 5. L'exception ou le détail ne confirment pas la règle, ils ouvrent la porte de la connaissance : exemple des « planètes ».

Présentation générale À l'origine ponctuelle de l'univers, chaud et dense, une expansion inflationnaire crée un épais brouillard de rayonnements et particules élémentaires, cf vision du soleil. Température maximum : 10^{32} °K (Planck), puis baisse rapide et permanente.

- An 380.000 : (température : 3000 °k) transparence de l'univers par séparation de la lumière – matière rayonnement fossile cosmologique, constitution des atomes légers,
- An 100.000.000 : naissance des étoiles, constitution ultérieure des atomes lourds : C,
- An 8.700.000.000 : la gravité cesse de décélérer l'expansion
- An 9.200.000.000 : organisation du système solaire, naissance de Terre
- An 9.700.000.000 : apparition de la vie sur Terre, bactéries durant 3.000 Ma
- An 11.665.000.000 : orthogneiss de Porz Raden en Trébeurden (- 2.035 Ma)
- An 13.697.500.000 : apparition de l'homo sur Terre. Température de l'univers : 2°K

Comparaison avec une année :

- 1er janvier : Big Bang
- 15 septembre : début du système solaire
- 31 décembre à 22,30 h : arrivée de l'homo.

L'aventure humaine Pour information, résumé de la préhistoire humaine en rappelant sa chronologie à partir du calendrier actuel et en respectant la numération décimale :

- An – 2.500.000 : apparition d'un Homo au coeur de l'Afrique. Il se caractérise par la fabrication d'un outil, le silex taillé : homo habilis • An –1.600.000 : apparition de l'Homo erectus en Afrique : origine de la bipédie
- An –1.300.000 : apparition de l'Homo erectus en Europe,
- An – 500.000 : maîtrise du feu, Grotte Terra Amata à Nice, occupation de la Grotte de Tautavel, dans les Corbières
- An – 150.000 : homme de Néandertal, homo sapiens archaïque,
- An – 35.000 : homme de Cro-Magnon, homo sapiens
- An – 32.000 : occupation Grotte Chauvet, • An – 25.000 : occupation Grotte Cosquer,
- An – 18.000 : occupation Grotte Lascaux, grande glaciation (depuis, montée des eaux de 120 m estimés).
- An – 10.000 : sédentarisation de l'homme, agriculture, élevage : néolithique,
- An – 4.900 : premier monument humain connu : Cairn de Barnenez (Finistère) • An - 4.004 : « Genèse » selon la Bible

Histoire des civilisations .

- An – 3.300 : émergence de la Mésopotamie, invention de l'écriture à Sumer,
- An – 3.200 : émergence de l'Égypte
- An – 2.900 : première pyramide à Saqqarah, corde à 13 noeuds,
- An – 2.000 : émergence de la Chine,
- An - 1.000 : émergence d'Athènes,
- An – 700 : premiers Philosophes, Thalès (- 625 à - 547), Bouddha (- 624 à - 544) et Confucius (- 551 à - 479), Pythagore (- 570 à - 480) puis Platon (- 427 à - 347) et Aristote (- 384 à - 322). Bible écrite du temps de Josias (roi de - 640 à - 609). Recherche de l'UN : eau (Thalès), air (Anaximène - 586 à - 526), feu (Héraclite - 567 à - 480) et esprit (Anaxagore - 500 à - 428). Aristarque (- 310 à - 230, héliocentrisme)
- An – 399 : mort de Socrate (né en - 470) à Athènes (cigüe)
- An – 4 : naissance de Jésus
- An 700 : introduction du zéro, aux Indes
- An 1543 : mort de Copernic (traité), Tycho Brahé (1546 - 1601), Kepler (1571 - 1630)
- An 1600 : mort de Bruno à Rome (bûcher)
- An 1633 : condamnation de Galilée (1564 - 1642) • An 1637 : parution du Discours de la méthode de Descartes (1596 - 1650)
- An 1687 : traité de Newton (1642 - 1727) sur la gravitation universelle
- An 1781 : catalogue de Messier : 103 nébuleuses répertoriées et numérotées
- An 1793 : la Convention institue la numération décimale et le système métrique
- An 1822 : mort de W. Herschel qui répertoria 2.500 nébuleuses, avec télescope 1,25m
- An 1892 - 94 : Les découvertes futures viseront les décimales ! Lord Kelvin, Michelson
- An 1900 : loi de Planck sur le rayonnement du corps noir, base de la physique quantique • An 1905 : $E = mc^2$ de Poincaré (1854-1912), Relativité restreinte d'Einstein (1879-1955)
- An 1917 : Relativité générale d'Einstein, constante cosmologique (équation laide),
- An 1920 : Le grand Débat : Curtis-Shapley sur la nébuleuse d'Andromède • An 1922 : Hypothèse de l'expansion de l'univers par Friedmann (1888-1925)
- An 1927 : Hypothèse de l'atome primitif de Lemaître (1894-1966)
- An 1929 : Expansion de l'univers découverte par Hubble, erreur d'Einstein
- An 1948 : Hypothèse de Gamov, explosion originelle de la création en une fois,
- An 1948 : Hypothèse de Hoyle : une création continue d'un univers éternel, • An 1950 : « Big Bang » énoncé par Hoyle
- An 1964 : rayonnement fossile de Penzias et Wilson, confirmation du Big Bang
- An 1980 : Hypothèse d'Alan Guth de l'explosion inflationnaire
- An 1998 : mesures par satellite WMAP : accélération de l'expansion de l'univers.



Cairn de Barnenez, daté de -4.900 ans

Les cinq épisodes préparatoires au Big Bang

1. Univers stationnaire, sans expansion, sans moyens suffisants d'observation :

- a) L'équation basique d'Einstein (1879 – 1955) : Géométrie \Leftrightarrow Matière, traduit un univers, isotrope et homogène, en évolution permanente ; mais la gravitation universelle entraîne un regroupement continu des astres qui s'ancrent les uns les autres, jusqu'à effondrement total de l'univers. Pour l'éviter, Einstein introduit (en 1917) une constante cosmologique Λ , dont l'effet est anti - gravitationnel. Il en résulte un univers stationnaire et éternel, conforme à la conception de l'époque. Le principe de la relativité générale fut confirmé par le calcul du mouvement du périhélie de Mercure (574 secondes d'arc par siècle) et par l'expérience de l'éclipse du soleil du 29 mai 1919, sous la surveillance d'Eddington avec deux groupes installés l'un au Brésil en Amazonie, l'autre sur l'île de Principe en Guinée équatoriale. Triomphe d'Einstein.
- b) Le grand débat sur la nébuleuse d'Andromède, en avril 1920, à l'Académie des Sciences de Washington, entre Curtis, favorable à l'indépendance de la nébuleuse et Shapley (Mount Wilson, depuis 1917 2,5 m au lieu de 1,5m), favorable au rangement de la nébuleuse à la galaxie Voie lactée. Le débat, sans conclusion certaine, fit surtout apparaître l'absence de données rigoureuses par manque d'observations précises et confirmées. D'après Simon Singh : « L'enjeu du grand débat était ni plus ni moins la place de l'humanité dans le cosmos » (poursuite de l'anthropocentrisme).

2. Les propositions des mathématiciens :

- a) Friedmann (russe, 1888 – 1925) : tardivement du fait de la guerre et de ses suites, en 1922, par application de l'équation d'Einstein, sans Λ , présente un univers dynamique (3 hypothèses) évoluant à partir d'une explosion initiale ponctuelle, qui s'oppose à l'attraction de la gravité. Einstein juge la solution non conforme à son équation, puis accepte de se rétracter. Peu après Friedmann meurt de maladie et ses hypothèses sont oubliées : manque d'expérimentation, mathématicien non astronome, non reconnu.
- b) Lemaitre (belge, 1894 – 1966) : études à Louvain (prêtrise en 1923) puis Cambridge avec Eddington et le MIT avec accès à l'observatoire de Harvard, redécouvre les modèles d'un univers en expansion suivant l'équation d'Einstein, sans Λ . Il en explore les implications en remontant le temps jusqu'à la naissance, par désintégration radioactive, d'un univers totalement comprimé dans un « atome primitif », l'avenir devant continuer le passé. Publiant son hypothèse en 1927, il rencontre Einstein au Congrès Solvay, qui lui apprend l'existence préalable de Friedmann et conclut : « Vos idées sont correctes, mais votre physique est abominable ». Par manque de preuves et d'observations, Lemaître s'incline devant le « Maître » Einstein et la profession. En 1930 Eddington attire l'attention sur les brillants travaux de son ancien élève.
- c) En 1931 et 1933, au Mount Wilson, Einstein admet que Friedmann et Lemaitre avaient eu raison ; la constante Λ était la plus grande erreur de sa vie et la création proposée par Lemaitre « la plus belle et la plus satisfaisante » qu'il ait jamais entendue.

3. La découverte de l'expansion de l'univers par Hubble, le « Titan » de l'astronomie.

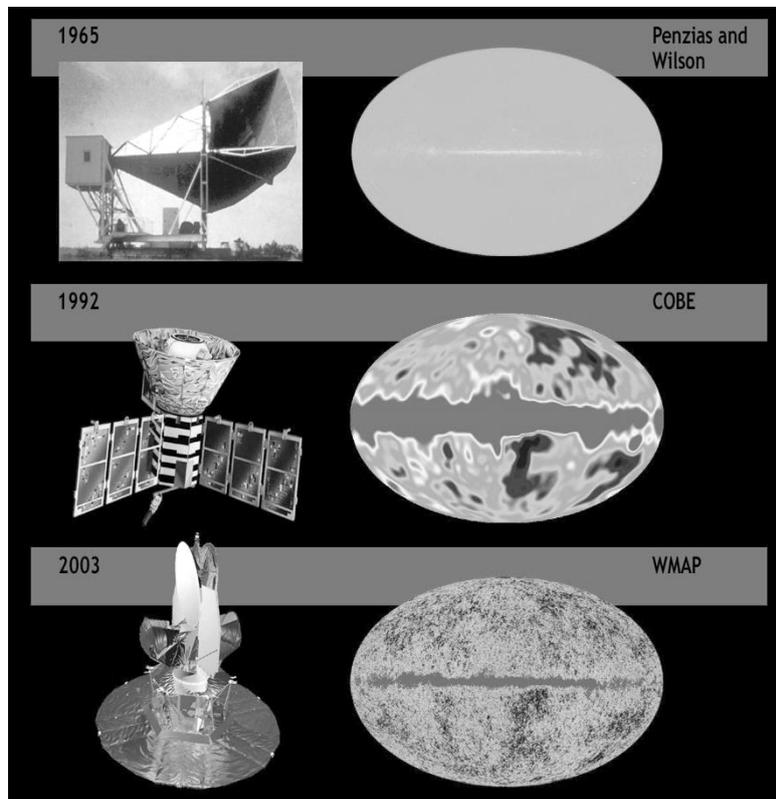
- a) Henrietta Leavin (1868-1921) se spécialise, grâce à la photographie, dans la recherche des étoiles variables, notamment les « céphéides » dont elle étudie la période de variation et la brillance. L'examen du Petit Nuage de Magellan lui permet d'établir leur loi de variation. Il en résulte la possibilité de déterminer la distance qui sépare toute céphéide de la Terre. Elles servirent ainsi d'étalon à l'univers. Principe du phare.
- b) Hubble (1889-1953) utilise à fond la théorie précédente ainsi que les progrès des télescopes et se livre, au Mount Wilson (2,5m), à la photographie systématique des nébuleuses. Le 4/10/1923 il découvre dans la nébuleuse d'Andromède une céphéide : sa distance à la Terre est calculée de 0,9 M.a.lumière. Le diamètre de la Voie lactée n'est que de 0,1 M.a.l. La conclusion du Grand débat est nette. En outre les « galaxies » se comptent par milliards, comprenant chacune des milliards d'étoiles. Fin de l'anthropocentrisme ?

- c) Hubble ajoute alors à ses moyens un nouveau spectroscopie pour étudier les décalages Doppler vers le rouge, des raies spectrales des galaxies traduisant leur vitesse d'éloignement de la Terre. Il constate que ces vitesses sont proportionnelles à leur distance, $V=H_0 d$: la seule explication possible de ce phénomène est que dans le passé ces galaxies aient été groupées dans un espace plus restreint, dont elles se sont séparées en même temps par « gonflement » de l'espace. C'est la marque d'un univers en évolution permanente depuis son origine, en $t=1/H_0= 1.800 \text{ M.a.}$ Cette découverte a fait l'objet de publications en 1929, confirmées et précisées en 1931. Fin de l'univers stationnaire ?

4. Naissance du BIG BANG, pour un univers en expansion.

Deux solutions en piste :

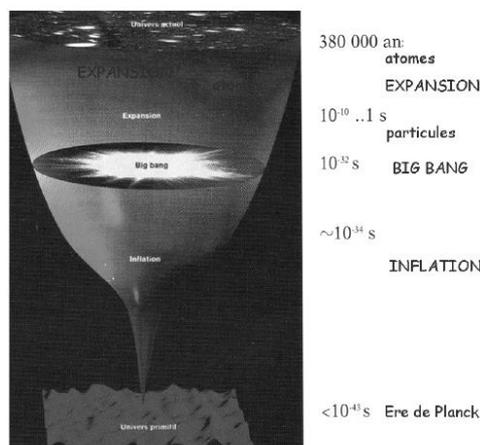
- a) Le 1^{er} avril 1948 publication de l'article « α, β, γ », à partir des idées de Gamow (origine russe, 1904-1968) et les calculs de son thésard Alpher (né en 1921). L'article précisait les conditions existantes après une explosion ponctuelle : opacité, température colossale, densité extrême de particules massives et de rayonnements dans un plasma se refroidissant en permettant la synthèse des noyaux légers, H et He, qui constituent 99% des noyaux de l'univers. Après 0,380 M.a, température de 3.000°K permettant la constitution des atomes légers et la transparence de l'univers laissant une trace lumineuse isotrope de longueur d'onde de 1 mm, aujourd'hui, du fait de l'expansion. Pas de solution pour les atomes lourds. Indifférence de la profession.
- b) En 1946, Hoyle (1915-2001), Bondi et Gold (le trio de Cambridge) décrivent un univers en expansion, inchangé et éternel (cf. cours d'eau ou cellules humaines) ! En 1948 publication de 2 articles développant cette idée : mais d'où venait la matière complémentaire continue, au rythme de l'expansion ? Cette matière créait des galaxies partout dans l'univers : les jeunes étaient visibles partout et non pas seulement lointaines comme dans le cas de l'explosion initiale. La radiotélescope montra en 1961 que les jeunes galaxies étaient concentrées dans le lointain. En 1963 la découverte des quasars montra le même résultat. Auparavant, la polémique médiatique s'était installée et en 1950, dans une série de la BBC, Hoyle avait présenté les hypothèses sur l'origine de l'univers, dont celle d'une « explosion unique et gigantesque ... une idée de big bang ». L'expression était lancée, dédaigneuse, elle fut adoptée définitivement



Répartition du bruit de l'univers, suivant la date de mesure.

5. Confirmations du Big Bang :

- a) Age de l'univers : erreur de la distance d'Andromède, corrigée par Baade en 1952 (Mount Wilson, depuis 1948, 5,08m) : 1,8 G.a \leftrightarrow 3,6 G.a, corrigée par son élève Sandage et portée à 10 G.a, minimum. Plus d'incohérence avec l'âge des étoiles.
- b) Formation des noyaux légers (qui constituent 99% des noyaux de l'univers) lors du Big Bang à très haute température : un proton pour H, un proton + 1 neutron pour De, 1+2 pour Tr, 2+2 pour He, 3+2 pour Li. Après l'expansion la température est trop basse pour la fusion de ces noyaux légers en des noyaux lourds. Il faut au moins 2.108 degrés pour la fusion de 3 He pour obtenir (via Be) un noyau de Carbone (C12), point de passage obligé pour produire les autres noyaux lourds comme N14, O16, Si28 ou Fe56. Il s'avère que ces températures ne sont atteintes qu'en fin de vie des étoiles, avant qu'elles explosent en supernovae pour « ensemencher l'univers ». L'hypothèse Big Bang permettait d'obtenir ce résultat.
- c) Découverte du rayonnement fossile (RFC) par Penzias (né en 1933) et Wilson (né en 1936) en 1964 : ils aménagent une antenne radio en forme de cornet pour étudier les diverses radiosources célestes. Mais ils échouent à faire disparaître la totalité des bruits de fond qui gênaient la réception : un dernier bruit persistait, permanent et isotrope. Ils venaient de découvrir le rayonnement annoncé par Alpher en 1948, traduisant la transparence de l'univers ! Cet événement signait la victoire du Big Bang ! (déjà trouvé en 1955 par Le Roux) ?
- d) Formation des galaxies : malgré la découverte du RFC les adeptes de l'univers stationnaire ne désarmaient pas et prétendaient que la solution de l'explosion initiale ne permettait pas la constitution des galaxies : cette hypothèse reposait sur un univers homogène, empêchant les regroupements nécessaires. Des études nouvelles furent donc lancées pour percer les secrets du RFC : des détecteurs furent installés dans des ballons et des avions pour obtenir des radiophotos de la meilleure qualité afin de déceler les éventuelles variations du rayonnement, sans succès. La décision fut prise en 1976 d'utiliser un satellite polaire pour continuer la recherche : ce fut COBE lancé en 1989 à 900 km, 14 révolutions par jour pour inspecter la totalité du ciel. L'analyse de 70 millions de photos fut de plus en plus précise : les variations de température du RFC allaient de 2,7249 à 2,7251 °K suivant les endroits de prise des photos. Ces photos montrant des « peaux de léopard » furent alors publiées faisant apparaître une inhomogénéité fine lors de l'émission du RFC, permettant ainsi l'organisation ultérieure de galaxies. Importance du détail !
- e) Hypothèse du Bang : inflation chaotique d'Alan Guth et Linde 79-81, avant l'explosion originelle, par action d'un champ quantique de force répulsive préexistant, dit Inflaton : évolution plutôt que création ? Les résultats de cette hypothèse sont remarquables :
 - problème de l'horizon de l'univers : homogénéité,
 - la courbure de l'univers paraît nulle : l'univers est euclidien et plat, densité critique,
 - l'énergie visible est égale à 4% des besoins pour le fonctionnement de l'univers ! Le reste se compose de « matière noire » ? et d' « énergie noire » ?



Histoire de l'univers

6. RETOUR À L'ORIGINE : modèle standard et spéculations

Hypothèses, à 100 % invisibles !!! Schémas approximatifs, modèles mathématiques. Examinons les 5 conditions initiales qui peuvent être à l'origine de l'univers :

- A. **l'espace**: si l'origine est « un quantum d'espace » qui explose en 10^{-32} sec par « l'Inflaton », le coefficient de 10^{30} fait passer ce quantum de 10^{-35} m à 10^{-5} m, un centième de millimètre, limite de la vision humaine, avant de poursuivre son expansion durant des milliards d'années. La présence d'un « vide » préalable est nécessaire, comprenant l'Inflaton. Actuellement notre univers est encore en « gonflement » continu, dans un espace évidemment « vide », hors d'éventuels autres univers.
- B. **le temps** de notre univers à l'origine est un quantum de 10^{-43} sec. Le temps ne peut être que lié à des changements : les particules élémentaires ne « vieillissent » pas. Avant le BB, tout changement nous est inconnu mais le temps est peut-être existant, avec l'espace. Après le BB, la température baisse et notre temps peut commencer : on parle d'un temps thermodynamique. Mesurer le temps en année terrestre, est une séquelle de l'anthropocentrisme. Quelle parenté entre « temps » et « température » ?
- C. **l'entropie** mesure l'ordre ou le désordre de notre univers : au BB, tout est simple, énergie pure mais inconnue, symétrie totale, ordre parfait, ce qui n'exclut pas des «fluctuations quantiques» comme celle provoquant le Bang. L'entropie est quasi nulle. Puis le désordre s'installe par naissance des particules, l'entropie ne peut que croître éternellement. L'entropie peut aussi mesurer la complexification, dont l'extrême, sur Terre, est atteinte avec l'homme : elle se poursuit manifestement ? Mais certaines thèses évoquent une entropie élevée préalable au BB ?
- D. **l'énergie** : sujet fondamental et considérable, mais difficile ! Les mesures effectuées par WMAP en 2003 font apparaître les lacunes de nos connaissances : 96% des besoins !
 - manque de force attractive pour assurer le maintien des étoiles dans leur galaxie. Cette matière noire représente 23% des besoins : l'amélioration des moyens de détection laisse espérer la confirmation de particules, comme le boson de Higgs, neutralinos, axions, etc
 - manque de force répulsive pour assurer l'expansion de l'univers. Cette énergie noire représente 73% des besoins et reste actuellement inconnue et indécélable, bien que dénommée : retour à Λ , constante cosmologique ou quintessence ?
 - mais l'espace préalable au BB est vide de tout, à l'exception d'une «énergie du vide» répulsive, gigantesque, de densité constante, de nature inconnue. Une «étincelle» de température colossale, 10^{32} °K, est supposée avoir éclaté, par effet tunnel ?, dans une partie de ce champ d'énergie, en turbulence violente chaotique (Linde), appelé Inflaton. Il en résulta une expansion inflationnaire, entraînant une baisse brutale de la température.
 - cette baisse permit l'apparition de rayonnements puis de particules dotées de masse et de charge électrique, tandis que l'expansion se poursuit. L'univers de dimension encore réduite est alors un mélange de particules quantiques bouillonnantes, cf le soleil actuel.
 - Constatons : l'énergie est la substance de l'univers. Elle est soumise au principe de «conservation» : elle n'est pas créée, elle ne se détruit pas, elle se transforme, en se réalisant de multiples façons, selon des lois que l'homme a réussi à découvrir grâce au cerveau dont il est doté. Ses emplois sont partout mais sa définition nulle part.

7. l'esprit : il résulte de ces constatations que :

- ces lois découlent directement de la réalité des transformations subies par l'énergie, avec les coefficients strictement nécessaires à leur application, faute de quoi les transformations échouent : exemple gravitation universelle, électromagnétisme ...
- la loi des grands nombres intervient, vraisemblablement : tout ce qui peut être tenté est tenté, tout ce qui est possible se réalise pour un temps plus ou moins long : exemple la vie, l'homme. Hasard déterministe ?

- les lois sont découvertes par l'homme et ainsi traduites en langage mathématique, «découvert» aussi par l'homme. C'est l'oeuvre et le «devoir» de l'esprit humain.
- ces lois sont «inséparables» de l'énergie : elles constituent de multiples binômes « énergie-esprit » dont les éléments sont strictement complémentaires. À comparer au hardware - software de l'ordinateur.
- l'homme, enfant de l'univers, à son niveau, définit les lois nécessaires à l'organisation de la société humaine ou à la mise en service de ses inventions : exemple, automobile et code de la route. Il est ainsi responsable de l'humanité et de la Planète qui l'abrite : d'où la devise programme « FRATERNITÉ – MONDIALITÉ – LIBERTÉ ».

CONCLUSION :

Le BB est l'événement extraordinaire qui transforme de l'énergie pure, actuellement inconnue ou virtuelle, en un univers organisé, rationnel et compréhensible par l'un de ses produits. Foin de l'anthropocentrisme ! Un tel événement a pu émerger, de la même façon, ailleurs et antérieurement ou postérieurement à celui-ci : cela justifie la poursuite, le développement et l'acceptation des recherches scientifiques

Bibliographie

- CASSE Michel : Energie noire, Matière noire, (Odile Jacob, 2004)
- CELNIKIER Ludwik : Histoire de l'astrophysique nucleaire, (Vuibert, 2008)
- GREENE Brian : La magie du Cosmos, (Robert Laffont, 2005)
- SINGH Simon : Le roman du Big Bang, (JC Lanes, 2007)
- TRINH XUAN Thuan : Le Chaos et l'harmonie,(Fayard, 1998)
- WEINBERG Steven, Nobel 1979 : Les trois premières minutes de l'univers, (Seuil, 1980)