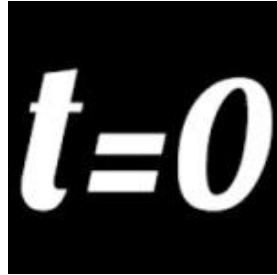


Instant zéro, le plus grand mystère de l'Univers

Publié le [15 juillet 2018](#)



Les observations ont montré que l'Univers n'était pas statique et que ce dernier évoluait au cours du temps dans le sens d'une dilatation. Une branche de l'astronomie appelée [cosmologie](#) [1] a donc été développée afin d'étudier son histoire.

Cette discipline a permis de remonter dans le passé sur une durée de 13.7 Milliards d'années.

A cette époque, l'Univers occupait un volume très réduit et était constitué de rayonnements pratiquement purs autrement dit il ressemblait à un océan de photons, tout ceci à très haute énergie car la température avoisinait les 1 500 milliards de degrés ! [2]

A l'heure actuelle, nous continuons à baigner dans cet océan même si ce dernier a perdu presque toute son énergie lors de l'expansion de l'Univers. Il s'agit du fameux rayonnement cosmologique fossile.

La question qui se pose est alors assez simple à formuler.

En remontant le temps jusqu'à cette période, nous serions en présence d'un point de départ hypothétique de l'Univers que l'on pourrait appeler « instant zéro ».

Or, ce fameux instant zéro pose un énorme problème conceptuel, en effet, ce dernier est-il issu d'un état antérieur (*) – hypothèse de l'immanence- ou alors est-il apparu « d'un seul coup » à partir d'un néant complet -hypothèse transcendante- [3] ?

(*) En notant que cette formulation fait l'hypothèse qu'il existerait une sorte de temps absolu indépendant des particules qui s'agitent à la vitesse de la lumière.

De la cosmogonie à la cosmologie

L'astronomie ou science de l'observation des étoiles est âgée de plus de 5000 ans. C'est sans doute l'une des plus anciennes disciplines de la recherche humaine, cette dernière consiste à tenter de comprendre les mécanismes du fonctionnement des astres observés dans le ciel.

De nombreuses cosmogonies naïves, la plupart du temps reliées aux religions, ont été établies au fil du temps. On trouve par exemple l'idée selon laquelle notre planète serait plate et [portée sur le dos d'une tortue géante](#) ou la croyance au créationnisme d'une terre étant apparue voici 6000 ans à l'aide d'un coup de baguette magique provoqué par un dénommé « Dieu » (cette croyance reste cependant muette sur l'origine de ce dernier) !



Cependant, la notion d'histoire de l'Univers avec un début et peut être une fin est récente. En effet, après la révolution Copernicienne les premières hypothèses scientifiques sérieuses furent basées sur un Univers infini et immobile, autrement dit statique.

Cette vision a perduré jusque dans les années 1930, elle fut même partagée par Einstein durant le développement de sa théorie de la Relativité Générale (RG).

Après avoir relié l'espace et le temps en un seul bloc, ce dernier établit sa fameuse équation qui modélise comment la matière/énergie modifie la géométrie de l'espace-temps.

À l'instar de ses contemporains, Einstein croyait en un Univers statique et infini. Cependant son équation lui faisait apparaître un comportement dynamique. Il ajouta alors arbitrairement un ingrédient « ad-hoc » à cette dernière avec la fameuse constante cosmologique « Lambda » pour coller à la croyance consensuelle de son époque.

Cependant, un nouveau changement de paradigme eut lieu en 1929 lors de la découverte du [décalage vers le rouge](#) de la lumière des galaxies lointaines par l'astronome [Edwin Hubble](#).

Cette fois la seule [explication plausible](#) consistait à considérer un Univers en expansion isotrope avec une certaine vitesse proportionnelle à la [constante de Hubble](#). En clair cela signifie que tous les amas de galaxies s'éloignent les uns des autres en étant entraînés par une sorte de création permanente d'espace.

Coté mathématiques, la découverte des équations éponymes de [Friedmann et Lemaitre](#) confirmèrent que les équations de la RG admettaient des solutions non stationnaires.

Albert Einstein supprima donc la constante cosmologique de son équation, il écrivit alors à [son ami le physicien russe George Gamov](#) qu'il avait commis « la plus grande erreur de sa carrière » avec l'introduction de cette dernière.

Cette mini-révolution signa la naissance de cette nouvelle branche de l'astrophysique appelée « cosmologie ».

La Cosmologie, une histoire d'expansion à partir d'un « point »

Les grecs anciens considéraient que le monde était constitué de [quatre éléments](#) (air, terre, feu eau).

A l'échelle de l'histoire humaine, cette conception primitive fut assez récemment abandonnée au profit de celle de la physique moderne qui, curieusement, est également basée sur quatre interactions fondamentales. Ces dernières servent de « liant » à un bestiaire d'environ 50 particules matérielles identifiées appelées « [Fermions](#) » [4].

Ces quatre interactions concernent d'abord la gravitation et la force électromagnétique agissant à toutes les

distances, on distingue ensuite deux interactions nucléaires à très courte portée réservées aux liaisons dans les noyaux atomiques.

Étant acquis que l'[Univers observable](#) [5] était en expansion au cours du temps, il devint évident qu'en un temps très reculé, ses dimensions étaient probablement beaucoup plus réduites. Les équations de la RG indiquant même que l'Univers aurait théoriquement été concentré en un point.

Cependant, la RG ne faisait intervenir que la gravitation en négligeant les trois autres interactions. Cette approximation ne pouvait plus s'appliquer à une époque où l'Univers était tellement concentré que les autres interactions devenaient prépondérantes.

De plus, les physiciens pensent qu'à de très hauts niveaux d'énergie tels qu'au voisinage de l'instant zéro dite « [ère de Planck](#) », les quatre forces fondamentales n'en faisaient qu'une, il s'agit de la théorie de [grande unification](#) appelée [GUT](#) en anglais (Grand Unified Theory). Cette force primaire se serait alors rapidement séparée en quatre interactions selon un phénomène appelé [rupture de symétries](#). Cependant cette théorie est loin d'être finalisée, elle ne concerne que la première fraction de seconde. Pour modéliser la période suivante concernant les premières minutes, il faut faire appel à la théorie quantique (TQ).

A l'exclusion de l'ère de Planck, nous avons donc deux théories qui modélisent l'histoire de l'Univers. En premier lieu, juste après l'instant initial on utilise la Théorie Quantique (TQ) avec des particules en interactions permanentes et très proches les unes des autres. La Relativité Générale (RG) prend ensuite le relais avec le comportement gravitationnel à grande échelle de l'Univers (*). La gravitation devient prépondérante lorsque les atomes sont formés et suffisamment éloignés les uns des autres sous l'effet de l'expansion.

(*) Au voisinage de l'instant zéro, la densité d'énergie impactait vraisemblablement la topologie de l'Univers embryonnaire en lui induisant une courbure extrêmement importante.

Pour simplifier, nous considérerons dans la suite quatre particules qui à elles seules concernent 99% de l'Univers observable. Ces particules sont les protons, neutrons et électrons, constituants de base des atomes, puis les photons, vecteurs de l'interaction électromagnétique.

Pour être en mesure d'aller plus loin, il s'agit maintenant de définir une convention sur ce que l'on entend par le terme « Univers » dont la sémantique ne fait pas consensus.

Qu'entend-on exactement par le terme « Univers » ?

Historiquement, l'Univers fut d'abord considéré comme étant le contenu d'un espace vide dans lequel se déroulent des événements, concept induisant implicitement la notion de temps et de dimensions spatiales.

Point fondamental à noter, les interactions entre les particules constituant l'Univers obéissent à des règles dénommées « lois de la physique ». Ces dernières étant indépendantes du temps et de l'espace, elles peuvent être considérées comme étant extérieures au contenu de l'Univers.

Comme déjà évoqué, Einstein a su regrouper l'espace et le temps en une seule entité avec en plus une notion de déformation de ce dernier sous l'effet de la matière/énergie, on parle alors d'espace-temps « courbé ».

De son côté, la Théorie Quantique a montré que le vide n'était pas vraiment vide et qu'il contenait une [fabuleuse quantité d'énergie](#), ce dernier fut alors dénommé « [vide quantique](#) » [6].

Cette étrange forme d'énergie n'est pas directement accessible, de plus elle ne participe absolument pas à la courbure de l'espace-temps (*). En effet pour extraire des particules du vide, il est nécessaire de leur apporter de l'énergie. Ces dernières apparaissent alors fugitivement avant de retourner à leur état initial (exemple du [boson de Higgs](#)).

(*) Le mystère de cette fabuleuse énergie sans effet apparent sur notre Univers fut appelé « [catastrophe du vide](#) ».

Le vide quantique est donc à exclure du contenu de l'Univers dans la mesure où il ne participe ni à sa courbure ni à sa topologie.

Aux origines de l'histoire de l'Univers, ce dernier était constitué d'un champ de rayonnements à très haute énergie qui lors d'un « tohu-bohu » [7] a généré des particules matérielles à hauteur d'environ 1% de l'énergie initiale.

Ce dernier est d'ailleurs aujourd'hui toujours présent avec une densité d'énergie très faible sous la forme du fameux fond cosmologique résiduel.

Notons enfin que nous ne détectons que la partie de l'Univers qui est visible, cette dernière est limitée par ce que l'on appelle l'horizon cosmologique. Au delà de ce dernier, la lumière de ce qui se trouve derrière ne nous est pas encore parvenue. Nous ne savons donc pas si l'[Univers est fini ou infini](#) [5].



Pour résumer, les entités que l'on a identifiées peuvent être classées en deux groupes selon qu'elles font ou non partie de notre définition de l'Univers.

Ce qui est inclus dans l'Univers

- . Fond cosmologique fossile constitué de photons très fatigués !
- . Particules matérielles, atomes, étoiles, planètes, etc.
- . Photons émis par les réactions nucléaires des étoiles, galaxies, amas, etc.

Ce qui n'est pas inclus dans l'Univers

- . Vide quantique
- . Lois de la physique

La question de l'instant zéro

L'histoire de l'Univers dont on vient de définir le contenu est assez bien comprise.

Notons cependant que certaines questions fondamentales sont non résolues par le modèle cosmologique mainstream dit « [\$\Lambda\$ CDM](#) » [8] et que ce dernier est sérieusement attaqué par un modèle concurrent appelé [Janus](#) [9] proposé par le physicien [Jean-Pierre Petit](#), cependant les principes fondamentaux des deux modèles restent voisins (nucléosynthèse, expansion).

Dans les premières minutes de l'Univers, la cosmologie se traduit par un formalisme mathématique basé sur la [théorie quantique](#) [4] avant de s'appuyer sur les équations de la Relativité Générale lors de la plus grande partie de son existence.

Les physiciens travaillent donc sur une série d'équations qui traduisent en langage mathématique les fameuses lois de la physique et qui indiquent par le calcul l'état de l'Univers à chaque étape de son histoire.

Les principes retenus pour ces modélisations sont basés sur les règles suivantes :

- . Conservation de l'énergie globale de l'Univers en fonction du temps
 - . Conservation d'un ensemble de grandeurs comme le nombre de particules typées
 - . Prise en compte d'une dizaine de constantes fondamentales de la physique
 - . Utilisation des équations de la physique à savoir RG, TQ, [QED](#), électromagnétisme et thermodynamique
- (*)

(*) Équations de [champs d'Einstein](#), [Schrödinger](#), [Boltzmann](#), [Maxwell](#) et [Lagrangien du modèle standard](#).

On constate immédiatement que l'un des principes fondamentaux de la physique repose sur la conservation de l'énergie. Cela signifie qu'à l'instant zéro ou du moins juste après, l'énergie de l'Univers actuel était déjà la même concentrée dans un volume beaucoup plus réduit.

Cette loi induit donc qu'il est inutile de prendre en compte l'idée selon laquelle l'Univers serait apparu à partir de rien, n'en déplaise au pape Jean Paul II qui a déclaré -certes avec humour- au physicien Stephen Hawking :

« Vous vous occupez de ce qui se passe après le Big Bang et moi de ce qui s'est passé avant ! » [10].

Nous venons donc de voir que la physique ne sait pas prendre en compte l'hypothèse de la transcendance, il ne reste donc que celle de l'immanence.

Une graine d'Univers qui aurait germé dans le vide quantique ?

Nous avons vu que le [vide quantique](#) possède en théorie une densité d'énergie considérable [6], cependant cette dernière se trouve dans un état désincarné et quasiment inaccessible.

L'idée vient alors immédiatement d'un état précédent l'apparition de l'Univers avec le vide quantique seul. Un événement fondateur non identifié aurait alors fait sortir de ce vide un champ de rayonnements à très haute énergie, ce dernier aurait en quelque sorte fait office d'une « graine d'Univers ».

Ce champ étant alors celui que l'on a déterminé comme étant cet océan de photons à environ 1500 Milliards de degrés.



Peu de choses pertinentes peuvent être dites sur la première fraction de seconde de l'Univers (10^{-43} seconde !) dite « [ère de Planck](#) » (déjà citée), en effet la théorie quantique ne s'applique plus.

Le problème de l'origine de l'Univers se déplace alors vers celui de la nature ce fameux vide quantique. Ce dernier, comme évoqué dans [cet article](#), est un véritable nouveau continent à explorer [6].

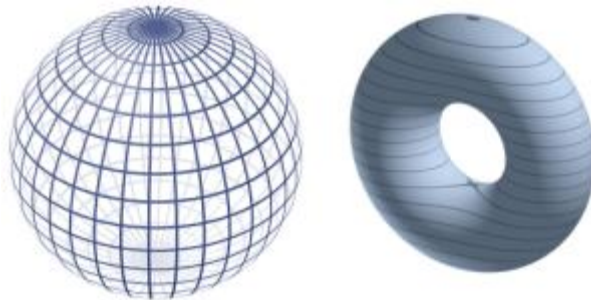
Toutes proportions gardées, nous sommes dans une situation similaire à celle de l'exploration maritime des océans au XVI^e siècle. Des avancées technologiques ([caravelles](#), [astrolabes](#)) permirent alors de partir en exploration vers l'inconnu pour en arriver à la découverte du nouveau monde.

Avant cette époque, la question de la topologie de la Terre restait ouverte avec ceux qui pensaient qu'elle pouvait [être plate](#) et d'autres qui la croyaient sphérique.

La question de la topologie de l'Univers présente des similitudes avec les interrogations de cette période. En effet, les mesures de courbure effectuées par l'analyse du rayonnement fossile sembleraient montrer que l'Univers est Euclidien (plat) et peut-être infini.

Certains chercheurs estiment cependant que ce dernier pourrait être fini et fermé avec une topologie courbe ou plate. Dans le premier cas on aurait à faire à un Univers hyper-sphérique, dans le second il pourrait ressembler à un hyper-tore.

La figure ci-dessous représente une sphère et un tore qui sont des surfaces en deux dimensions, les hypersurfaces sont construites en trois dimensions non représentables pour l'esprit humain.



Cette hypothèse est assez séduisante dans la mesure où un Univers fini et fermé pourrait être immergé dans un espace bien plus vaste de topologie Euclidienne. Ce dernier -qui pourrait être le vide quantique- comporterait au moins une dimension spatiale supplémentaire.

Le [théorème de plongement de Nash](#) (*) démontre la validité mathématique de ce concept.

(*) [John Forbes Nash](#), célèbre mathématicien américain souffrant de schizophrénie et titulaire d'un prix Nobel d'économie et de son équivalent en mathématiques, le [prix Abel](#).

Nous pourrions alors être en présence de plusieurs autres Univers voisins du notre qui cohabiteraient dans un même espace Euclidien associé au vide quantique, il s'agit de la théorie de [cosmologie branaire](#).

Certains physiciens émettent l'idée que ces Univers voisins pourraient être détectés par leur influence gravitationnelle sur le notre.

La très faible intensité apparente de la gravitation s'expliquerait alors par le fait qu'elle se diffuserait dans au moins une dimension d'espace supplémentaire, à savoir dans quatre dimensions au lieu de trois.

Ces considérations sont assez spéculatives.

Pour avancer il est nécessaire d'en savoir plus sur le vide quantique. L'invention des caravelles, navires capables d'affronter la haute mer, a contribué à la découverte du « nouveau monde ».

Les caravelles ont été remplacées par des accélérateurs de particules géants tels que le [LHC de Genève](#) et ses [successeurs](#).

Ces énormes moyens sont fondamentaux pour tenter de percer les secrets de la création.

En résumé, la science n'envisage pas une création ex-nihilo mais plutôt un Univers qui serait né d'un ensemble immanent plus grand appelé vide quantique [10].

L'instant zéro pourrait correspondre à un transfert d'énergie du vide constituant une « graine » qui se serait développée conformément aux lois de la physique.

Le plus grand mystère de l'Univers est donc bien celui de cette poignée de photons jetée en dehors du vide quantique pour constituer notre niveau de réalité.

En obéissant à des lois dont l'origine est par ailleurs inconnue, ces photons très énergétiques se sont transformés en un Univers matériel complet.

Ce dernier a fini par faire apparaître la vie, puis l'humanité sur une petite planète bleue (*) qui n'est qu'un grain de poussière perdu au milieu de ce vaste ensemble.

(*) Et aussi très probablement ailleurs.

Références

[1] [Histoire de l'univers – Partie 1 : Naissance et Topologie](#) – sur ce site

[2] « Les 3 premières minutes de l'univers » – [Steven Weinberg](#) (1977, réédition 1988)

[3] « [Discours sur l'origine de l'Univers](#) » – 2010 – Étienne Klein

[4] [Histoire de l'univers – Partie 2 : Introduction à la physique fondamentale \(pour les nuls !\)](#) – sur ce site

[5] [Mille milliards de soleils](#) – sur ce site

[6] [Le vide quantique : un nouveau continent à explorer](#) – sur ce site

[7] « Le Big Bang » BD Lanturlu de Jean Pierre Petit (Télécharger [ici](#))

[8] [Histoire de l'univers – Partie 5 : Grandeur et décadence du modèle standard de la cosmologie](#) – sur ce site

[9] [Histoire de l'Univers – Partie 6 : Modèle Janus, le futur de la cosmologie ?](#) – sur ce site

[10] « Y a t'il eu un instant zéro ? » – 2015 – Étienne Klein

v1.1 – 2621 mots (MAJ 16/07/2018)

Lien sur cet article :

<https://zevengueur.wordpress.com/2018/07/15/instant-zero-le-plus-grand-mystere-de-lunivers/>