

13. Pourquoi pas ?

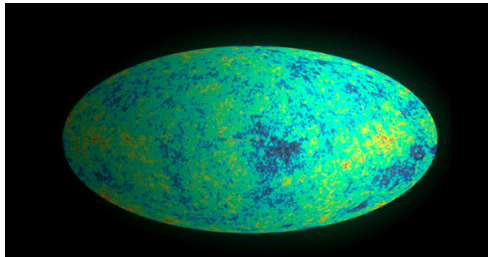
A la fin de chaque chapitre, je reprends quelques éléments de celui-ci pour, cette fois, les développer avec des opinions tout à fait personnelles.

Ces points de vue ne sont pas scientifiques, ce ne sont que des intuitions que je partage.

A vous de prendre ou de laisser...

Voilà la justification du titre de ce paragraphe : Pourquoi pas ?

Résumons, d'abord, la théorie du Big Bang et son rayonnement de fond cosmologique.



Pour les astrophysiciens, il existe désormais un modèle cosmologique qui explique à peu près tout de l'histoire de l'Univers, depuis son origine jusqu'à nos jours.

En quelques mots, notre univers serait apparu, voici 13,8 milliards d'années, lors d'un événement singulier, le Big Bang.

Au moment du Big Bang, l'Univers était tout à la fois beaucoup plus dense et plus chaud qu'aujourd'hui. Chaud et dense, à tel point que la matière n'existait pas encore et que les quatre forces fondamentales de la nature, que nous connaissons aujourd'hui, étaient peut-être fondues en une seule et même force. Débordant d'énergie, l'univers se dispersa, tout en grandissant légèrement.

En clair, le cosmos, depuis le Big Bang, est en expansion, sa température baisse peu à peu, sa densité diminue.

Mais il n'y a pas de mot pour décrire l'Univers au moment précis du Big Bang, ni d'ailleurs de concept physique ou mathématique pour le concevoir : personne ne sait ce qu'est l'Univers, juste à ce moment-là, à sa création, et même si cette expression à « ce moment-là », veut dire quelque chose, puisqu'il n'y avait peut-être ni espace ni temps, il est possible que rien n'existait avant !

Pour les cosmologistes qui utilisent les outils théoriques légués par leurs aînés voici un siècle, c'est-à-dire la Relativité générale et la mécanique quantique, le Big Bang est une singularité, qui, espèrent-ils, entrera dans le giron d'une future théorie globale de l'Univers, unissant les deux. Bref, la science est aujourd'hui muette quand il s'agit d'expliquer l'origine de l'Univers, d'où vient le Big Bang ? Y avait-il quelque chose avant ?

Mais les physiciens ne renoncent pas à la tentation folle d'expliquer le « tout ».

Tâche illusoire, probablement, puisque le Big Bang nous oppose un horizon des observations, qui est aussi sans doute un horizon du connaissable. En effet, avant ce Big Bang, qui a eu lieu il y a 13,8 milliards d'années, les chercheurs ne peuvent rien observer. Ils ne le pourront probablement jamais du point de vue astronomique puisqu'avant le Big Bang, rien n'est observable, avant ce fameux rayonnement cosmologique fossile, il n'y a aucune lumière.

De plus, ce rayonnement montre l'Univers tel qu'il existait 380 000 ans après le Big Bang, au moment exact où le **cosmos est devenu transparent au rayonnement**.

Avant, le cosmos était un brouillard de lumière impénétrable et brûlant.

Après, l'expansion universelle aidant, la lumière émise a été définitivement libérée.

L'Univers à l'époque, 380 000 ans après le Big Bang, était dans un bain de chaleur et de lumière aveuglante et un brouillard brillant partout, comme le Soleil.

Ce que le télescope Planck a photographié, c'est cela, cette lumière infernale mais diluée et refroidie, après plus de 13 milliards d'années d'expansion dans l'univers.

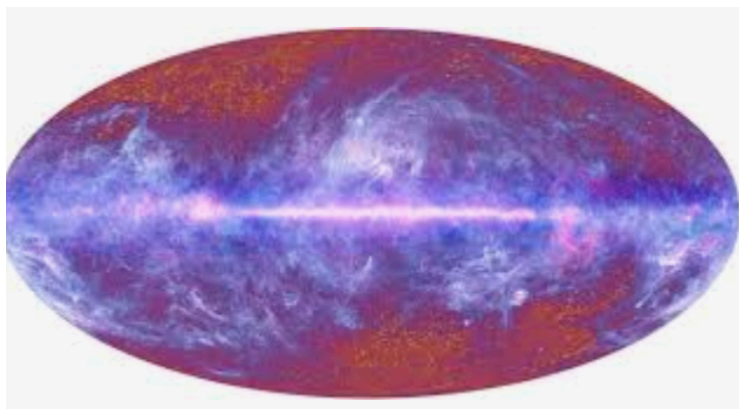
Aujourd'hui, le cosmos baigne dans un bain glacial, à $-270,42$ °C et il est noir, obscur.

Cette véritable photographie du cosmos ancien est fondamentale et définitive.

Définitive, parce que les astronomes considèrent que, quelle que soit la puissance des télescopes à venir, ils n'obtiendront pas d'image de meilleure qualité.

Fondamentale, parce que c'est notre seul moyen de remonter plus loin dans l'espace, plus tôt dans le temps... Car cette image garde l'empreinte des événements qui ont marqué le cosmos depuis le Big Bang.

Ce que montre, de façon spectaculaire Planck, c'est que, dès cette époque, l'Univers est structuré : l'image n'est pas homogène, uniforme, elle est recouverte de taches qui témoignent d'infimes différences de densité et de température dans le brouillard brûlant qu'il était alors.



À l'époque primordiale de l'Univers, celui-ci était donc soumis tout à la fois aux règles de la Relativité générale et de la mécanique quantique. Et nous l'avons vu : la Relativité et la mécanique quantique ne sont pas en accord, elles ne disent pas la même chose, elles ne fonctionnent pas de la même manière. Pourtant nous savons que toute chose, même très grande, est faite de petites. Il doit y avoir un lien qui les unit !

Il est donc tout à fait possible que l'Univers entier, au tout début, ait été quantique, c'est-à-dire soumis à de violentes perturbations à la fois spatiales et temporelles. Espace et temps, au sens commun du terme, n'existaient peut-être pas alors.

Cette nouvelle théorie fondamentale du début de l'univers est peut-être enfin le moyen d'unir les deux théories.

Il y a plus de trente ans, trois théoriciens physiciens russes-américains ont imaginé un processus physique, baptisé « inflation », pour résoudre les problèmes que posait le cosmos aux observateurs. Ils ont proposé qu'après le Big Bang, un épisode d'accélération fulgurante, l'inflation, a brutalement augmenté la taille de l'Univers par un facteur gigantesque, de plusieurs dizaines, ou centaines d'ordres de grandeur. Cette proposition, malgré son caractère ésotérique, s'est imposée progressivement, mais restait un peu gênante pour les scientifiques car bien difficile à démontrer.

Or, c'est la prédiction de cette phase fulgurante d'inflation que l'équipe du Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics a confirmé !

C'est la trace d'un événement crucial, fondateur, qui s'est passé à cette époque, que cette équipe a détecté dans cet écho lumineux du Big Bang.

La phase d'inflation, dans un espace-temps soumis à de violentes fluctuations quantiques, a produit des ondes gravitationnelles, c'est-à-dire des vibrations de l'espace-temps.

Ces ondes gravitationnelles, en déformant l'espace-temps qu'elles ont traversé, ont imprimé leur empreinte dans le cosmos primordial.

Or, rappelons-nous, à l'époque, celui-ci est essentiellement un brouillard de particules élémentaires et de lumière...

L'effet attendu du passage des ondes gravitationnelles dans l'Univers primordial est **une très légère modification de la polarisation de la lumière** (l'orientation du champ électromagnétique, pour être plus précis).

Cet effet, appelé « polarisation » a donc été détecté pour la première fois.

Cette observation a provoqué une immense clameur dans le monde astronomique, car ses implications sont extraordinaires.

Triomphe, d'abord, pour Albert Einstein, qui a indirectement postulé l'existence des ondes gravitationnelles, via sa théorie de la Relativité générale qui décrit un espace-temps dynamique, déformable.

Triomphe aussi de la cosmologie contemporaine en général, puisque cette détection serait aussi un indice de la validité de la théorie de l'inflation.

Immense espoir, enfin et surtout, pour les physiciens qui verraient, pour la première fois, un signe, un indice, de la possible unification de la Relativité générale et de la mécanique quantique, ces deux théories, l'une de l'infiniment grand, l'autre de l'infiniment petit, inconciliables depuis cent ans.

Ces fluctuations quantiques de l'espace-temps, au moment du Big Bang, ouvriraient enfin la voie vers une **théorie de la gravitation quantique** et permettraient d'aller voir plus près encore du Big Bang et de l'abstrait « instant zéro ».

Première conséquence : une ribambelle de théories cosmologiques et physiques vont pouvoir être abandonnées, toutes celles qui ne prédisent pas cette polarisation.

Seconde conséquence, les astronomes vont probablement proposer aux grands instituts internationaux de concevoir un nouveau satellite, un « super Planck » dédié à l'observation fine de la polarisation du rayonnement de fond.

Enfin, cette découverte donne du crédit au modèle cosmologique, étrange et vertigineux, défendu en particulier par l'un de ces trois physiciens américains d'origine russe, Andrei Linde.

Pour lui, l'inflation et le Big Bang sont un seul et même phénomène.

Linde propose, depuis un quart de siècle, cette théorie de « **L'univers inflationnaire, éternel, autoreproducteur** ».

Pour lui, le Big Bang et notre cosmos ne sont qu'un aléa d'un multivers éternel et infini dans lequel des fluctuations quantiques engendreraient spontanément, de loin en loin, des univers en expansion... Un Univers d'univers, gigogne, infini, éternel.

Une conception du monde qui demeurera théorique, qui ne sera certainement jamais validée totalement par l'observation car la grandeur et le drame de la cosmologie, c'est sa dimension irréductiblement métaphysique lorsque l'on s'intéresse à sa création. Il est des questions posées au ciel qui demeureront à jamais sans réponse.

Une très touchante vidéo, mise en ligne par l'Université de Stanford montrant comment a été annoncée, à Andrei Linde, la découverte de l'inflation cosmique, confirmant ainsi son modèle : https://www.youtube.com/watch?v=ZlfIVEy_YOA (2,30 minutes)

Les règles du monde quantique ont donc contribué à la structure à grande échelle de tout le cosmos régi par la physique de la Relativité. C'est la réalité quantique qui a formé la structure de l'univers que nous connaissons aujourd'hui. Notre univers n'est que le monde quantique agrandi beaucoup, beaucoup de fois.

Après ce long résumé, j'aimerais vous faire part de déductions simples mais, pourquoi pas, plausibles !

En comparant des aspects du micro et macrocosme, une intuition personnelle, totalement subjective et profane en la matière, en est ressortie.

Voici ma proposition :

Et si le cosmos était un gigantesque corps vivant qui procréé, comme toute entité vivante. Notre univers serait sa procréation.

Je vais étayer mon hypothèse en partageant plusieurs pistes, sachant bien que je ne suis qu'une néophyte en mathématique et en astrophysique.

Je suis une novice... passionnée qui étudie consciencieusement ces sujets depuis plus de 10 ans.

Cette hypothèse est critiquable, certainement stupide pour beaucoup, mais tant pis, je me lance quand même !

Dérroulement des évènements de l'univers primordial

Où le Big Bang a-t-il eu lieu ? La réponse à la question, aussi ancienne que la théorie du Big Bang elle-même, tient en un mot : **“partout”**.

Mais si elle est si souvent posée, c'est en raison de la difficulté à appréhender cet événement de l'histoire de l'Univers, cette idée révolutionnaire de Big Bang, évoquée déjà en 1927 par l'abbé et mathématicien belge Georges Lemaître puis deux ans plus tard par Edwin Hubble.

<https://www.youtube.com/watch?v=VJKR44IbIhQ&t=204s>

Georges Lemaître et le Big Bang, par Jean-Pierre Luminet (3,24 minutes)

Lemaître compara l'Univers primordial à un “atome primitif” ultra dense et ultra chaud, qui aurait explosé brutalement. Le Big Bang n'a pas eu lieu en un point, mais partout.

L'Univers est un espace vide et statique qui se déploie dans toutes les directions. Il a commencé dans l'explosion titanesque d'un atome ultra dense et, depuis lors, il est en expansion.

L'univers est sans borne, à symétrie sphérique, avec une singularité initiale.

Il en développera une série de conséquences mais il ne changera plus de cosmologie.

Son aspect correspondrait à cela :



Ainsi, dans cette vision cosmologique, l'Univers a toujours contenu tout l'espace, il "est" l'espace.

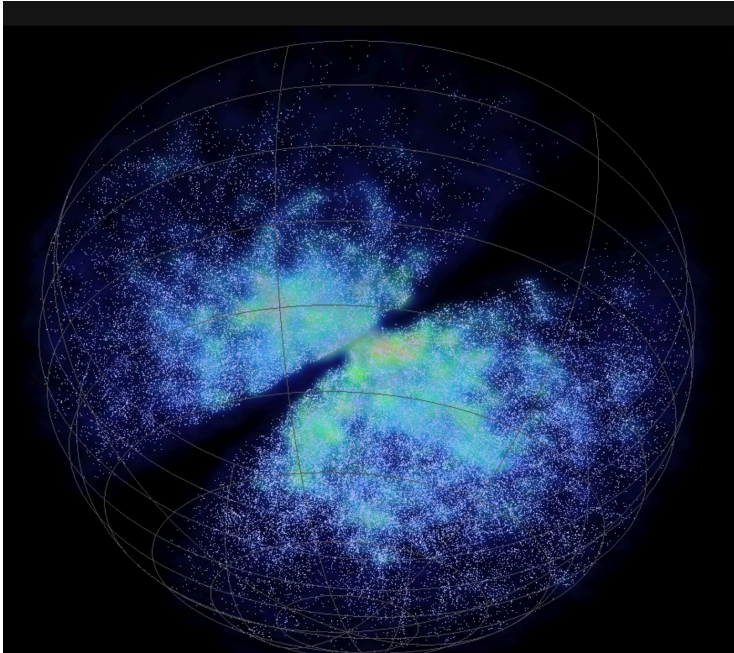


Le Big bang, moment où, selon la théorie, l'Univers entre spontanément en expansion dans un plasma brûlant, à partir d'un « atome primitif » a donc eu lieu... partout.

Une preuve ?

Depuis 1965, la détection de ce fameux rayonnement cosmologique, vestige du Big bang, qui montre que ce reliquat de chaleur de l'Univers primordial baigne l'espace tout entier.

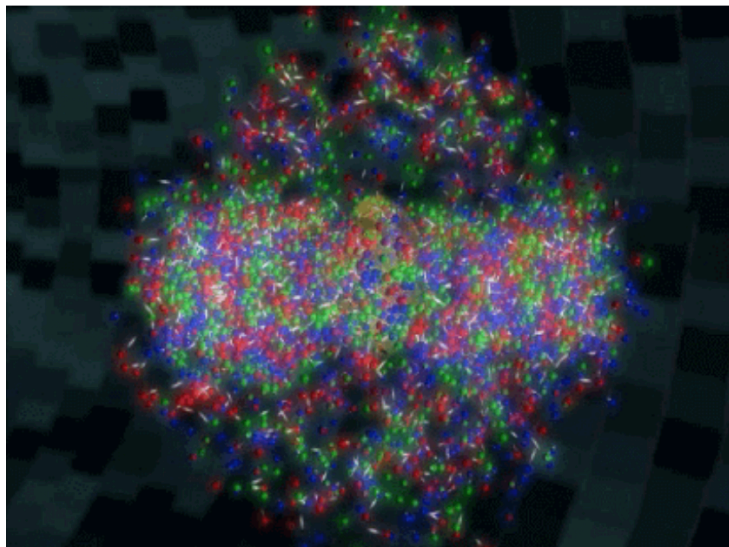
Cette image provient de la mission Planck de l'agence spatiale européenne, associée à la NASA : le premier moment de l'univers devenu visible.



Au tout début du tout début, quelques fractions de seconde après le Big Bang, l'Univers n'était qu'une "**soupe primordiale**", disent les physiciens, un magma incommensurablement dense et chaud. La matière ordinaire était constituée d'atomes (dont le noyau est fait de protons et de neutrons. Ces particules qui constituent le noyau de l'atome sont à leur tour faites de quarks « collés » par des particules nommées gluons.)

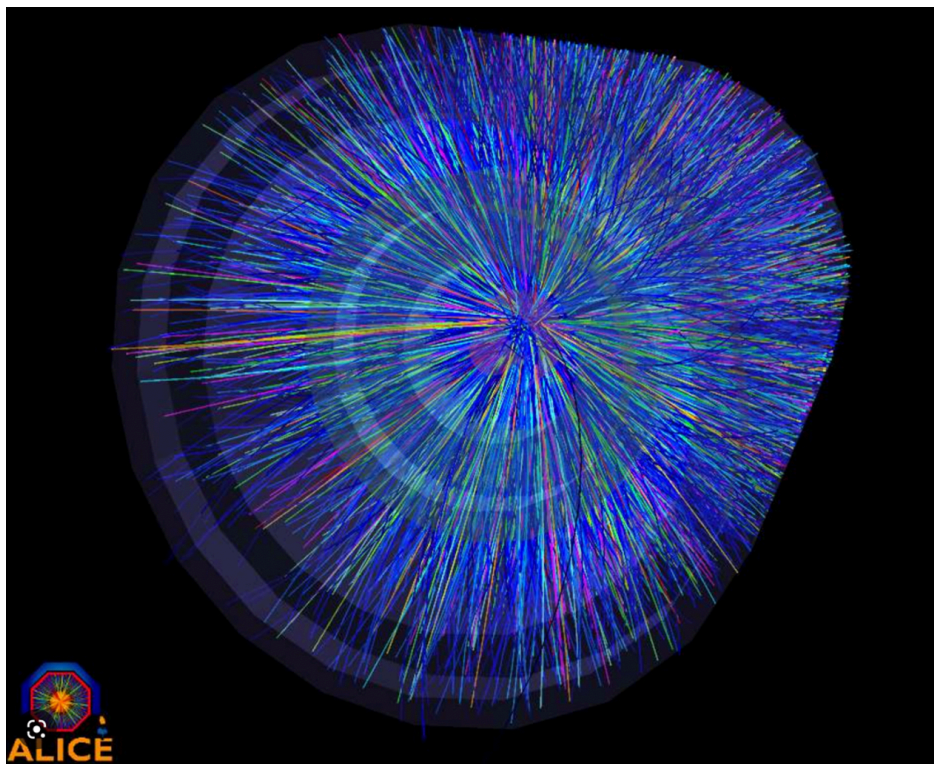
Cependant, peu après le Big Bang, la température étant trop élevée, les quarks ne restent pas associés.

L'Univers n'était alors qu'un plasma de quarks et de gluons.

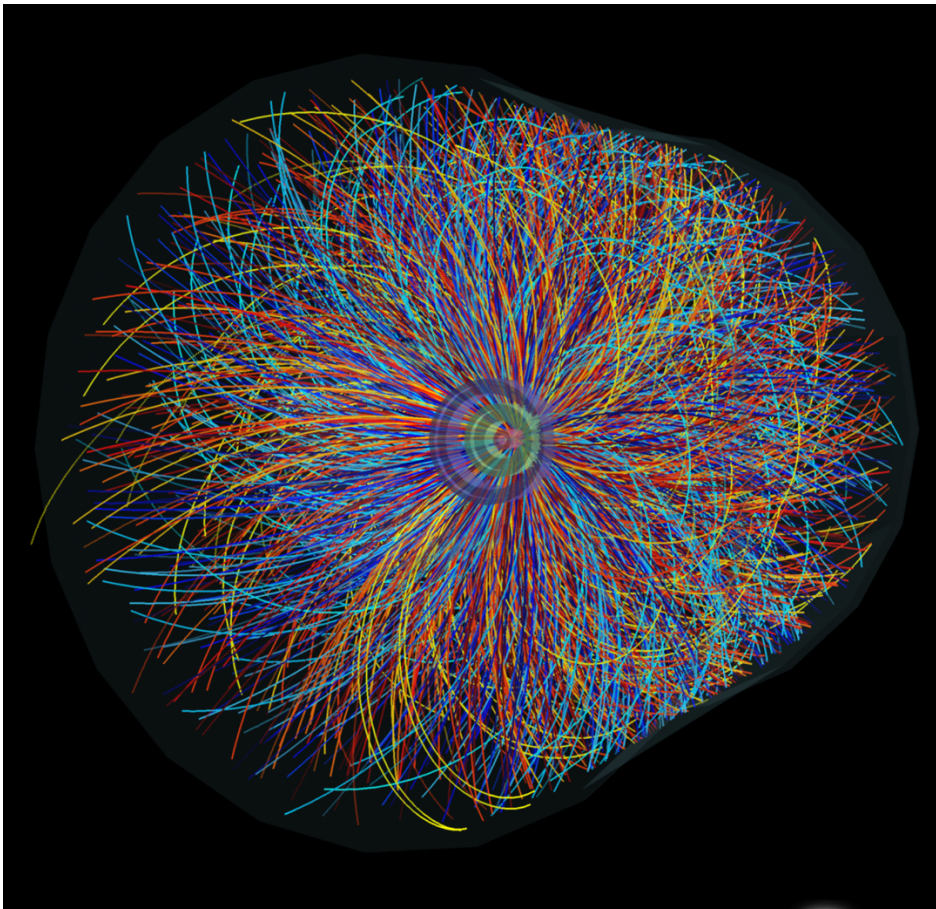
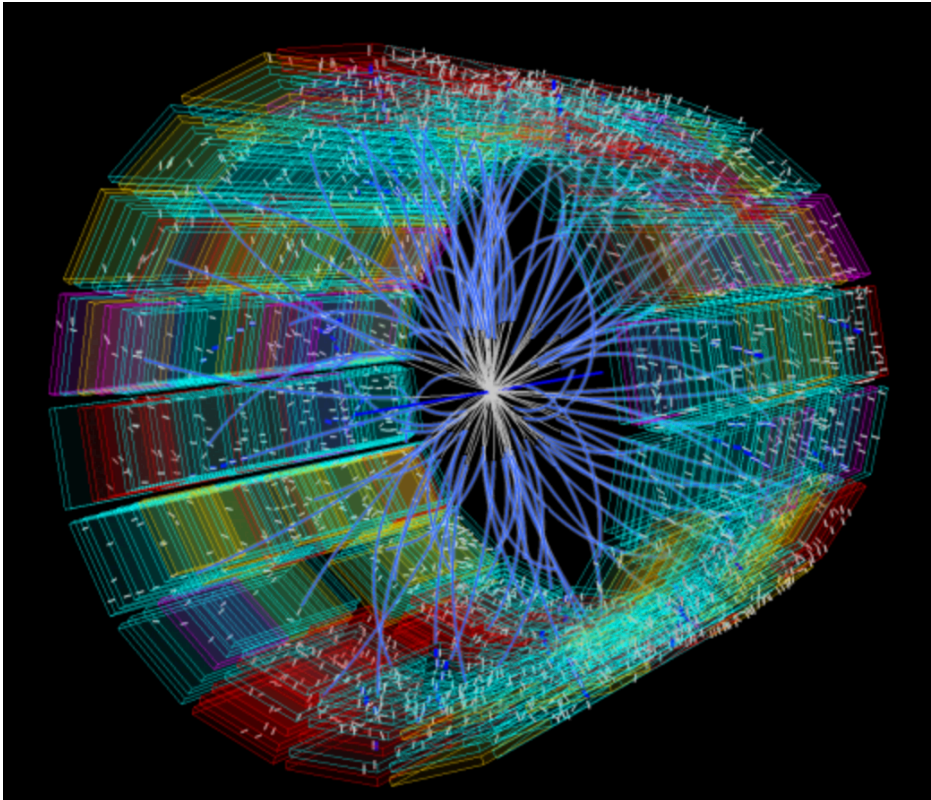


Simulation d'un plasma quarks-gluons, état de la matière où les quarks et les gluons libres forment une « soupe » désordonnée. Crédits : Princeton University

Pour recréer des conditions similaires à celles qui existaient quelques millièmes de seconde après le Big Bang, les Grands collisionneurs de particules, du LHC en Suisse et celui des États-Unis, ont conduit des expériences de collisions frontales d'ions lourds.



Enfin les premières collisions d'ions lourds au LHC !



Recréer sur terre la matière du Big Bang | CERN

En analysant les débris de chaque collision, les chercheurs ont obtenu des informations sur le plasma de quarks et de gluons. Ils ont déterminé quelles sont les propriétés de l'état initial qui résultent des aspects particuliers de ces particules produites.

Ils ont ainsi pu définir la viscosité transversale et la **viscosité du plasma** de quarks et de gluons. Ils supposaient que le plasma de quarks et de gluons se comportait plutôt comme un gaz dont les constituants n'interagissent que faiblement mais le fait qu'il **se comporte davantage comme un liquide** suggère, au contraire, que ses composants interagissent plus fortement.

Ils ont également conduit des simulations hydrodynamiques de collisions de noyaux entre eux et avec des protons. Tout ceci est très technique mais la conclusion est que :

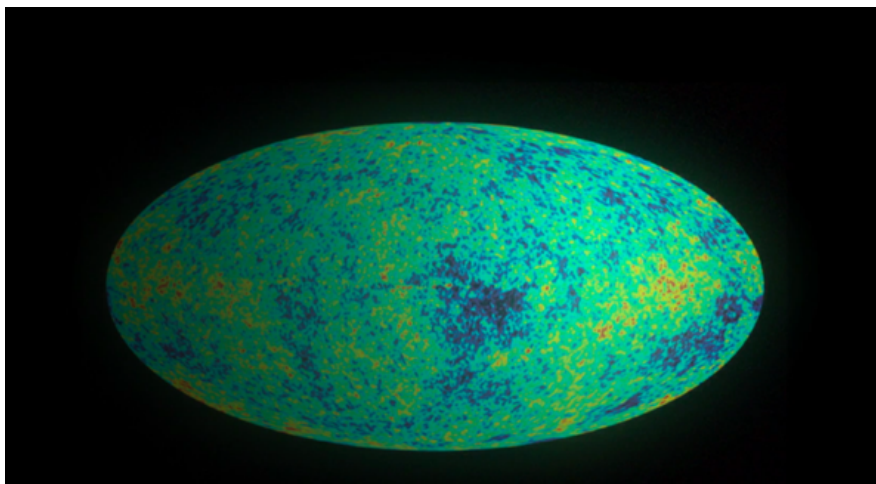
« Dans l'histoire de l'Univers, il s'est passé davantage de choses dans les premières microsecondes après le Big Bang que dans les 13,7 milliards d'années qui ont suivi », affirme un des chercheurs de physique nucléaire.

« C'est dans ces premiers instants que sont nés l'espace et le temps et que la présumée "super force" originelle s'est scindée en quatre forces fondamentales (forte, faible, électromagnétique et gravitationnelle). **L'Univers se refroidissant, la soupe bouillante s'est figée en protons et en neutrons qui, trois minutes plus tard, allaient se combiner en noyaux légers.** Les premiers atomes n'allaient apparaître qu'au bout de 380 000 ans, et les étoiles et les galaxies après 200 millions d'années. »

Voilà donc les faits.

Mais la première étincelle, le tout premier milliardième de milliardième de milliardième... de seconde reste une énigme. Car au temps "zéro" n'existe ni atomes, ni étoiles, ni galaxies... juste une "écume quantique". L'espace-temps semble posséder une courbure infinie due à la pression et la température phénoménales. Une bizarrerie qu'aucune théorie physique actuelle ne permet d'interpréter. Telle est pourtant la spéculation sur laquelle repose le scénario de la naissance de l'Univers.

Au moment du Big Bang, la lumière était prisonnière de la matière qui était encore très dense, elle ne pouvait donc voyager à sa guise et puis, tout d'un coup, elle s'est libérée, 380 000 ans plus tard...

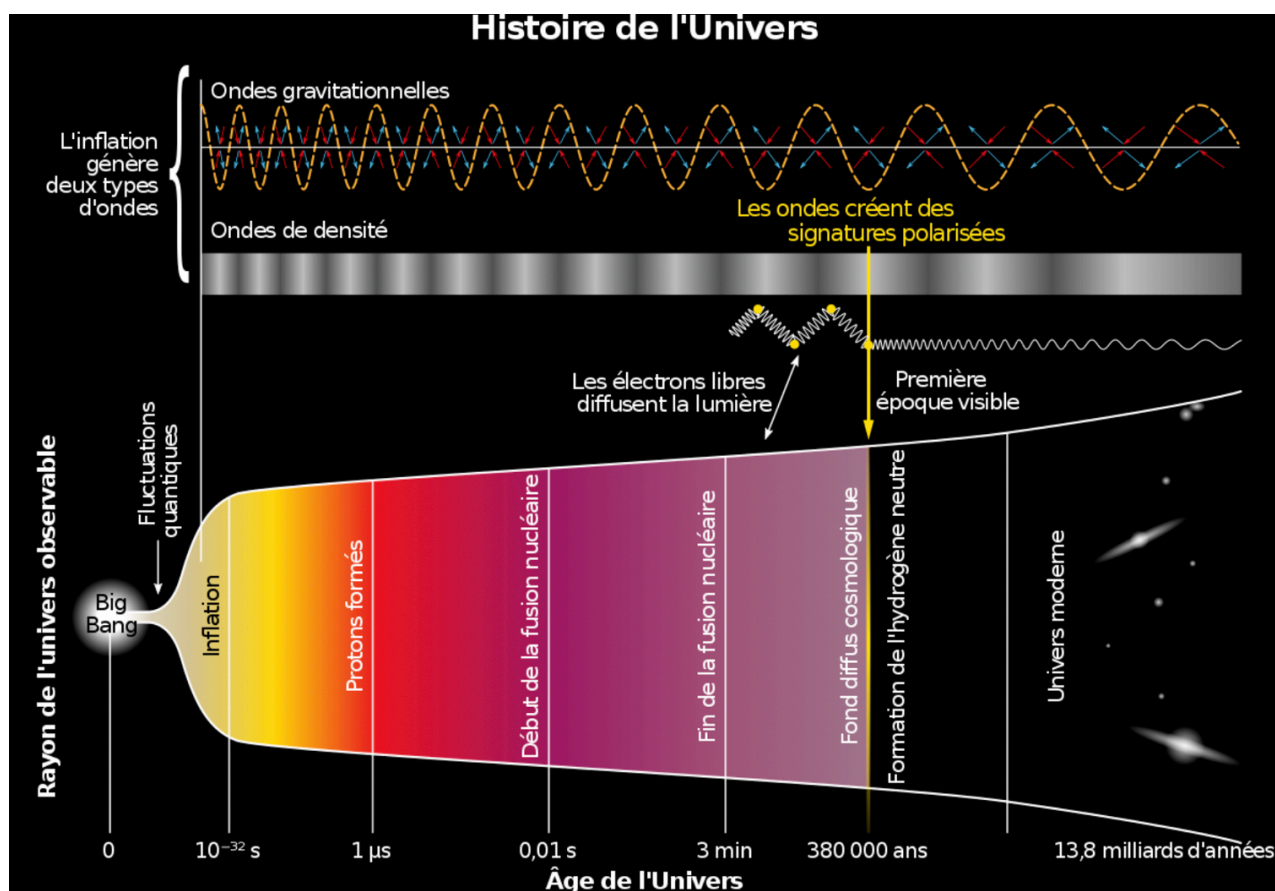


George Smoot, astrophysicien, prix Nobel de physique en 2006 a dit de cette image :

« C'est comme prendre en photo, un embryon de 12 heures après sa conception et de la comparer à sa photo à 50 ans. C'est la même perspective.

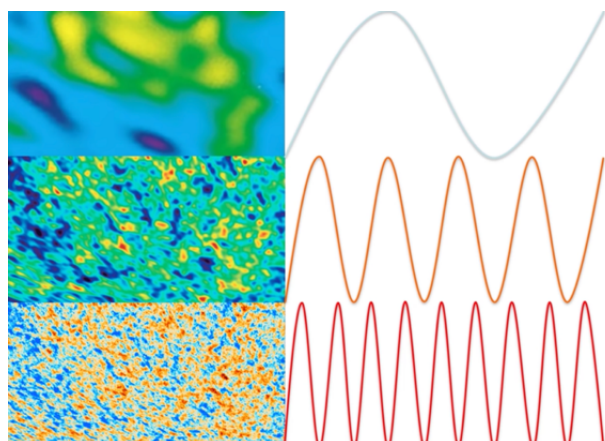
C'est vraiment le tout début de l'univers et on voit déjà l'équivalent de l'ADN, l'ébauche de la façon dont l'univers va se développer »

De plus, il y a 13,8 milliards d'années, un univers, pendant 380 000 ans, a été une véritable symphonie cosmique.



Tout ce mécanisme du plasma s'est produit grâce à du bruit (on s'est rendu compte que ce bruit était en réalité de la musique cohérente) et qu'aucun des amas créés par les **ondes sonores**, n'étaient dénués de significations, toutes ces formations avaient un sens profond.

Avec les satellites, on a pu constater qu'il y avait effectivement différentes fréquences dans ces bruits : des basses, des moyennes, des hautes fréquences qui vont être des régions les unes plus chaudes et les autres plus froides, ce sont ces ondes acoustiques qui se propageaient dans l'univers qui vont se geler au moment où **l'univers va devenir transparent**. Elles vont se cristalliser et vont devenir les galaxies telles qu'on les voit aujourd'hui.



L'univers s'est refroidi progressivement.

380.000 ans après le Big Bang, la température de l'univers n'est plus suffisante pour maintenir les noyaux atomiques et les électrons séparés, si bien que ceux-ci se combinent pour former les premiers atomes. La recombinaison commence d'abord avec les atomes d'hélium et de lithium. Puis, lorsque l'univers atteint une température d'environ 2700 °C, c'est l'hydrogène, représentant plus de 90% des noyaux atomiques, qui se recombine.

Les électrons libres ont presque tous disparus et la lumière peut voyager librement. C'est à ce moment-là qu'aurait eu lieu l'explosion de lumière.

C'est le découplage du rayonnement (la lumière se découple littéralement de la matière).

L'explosion de lumière, les premiers photons qui s'échappent depuis la zone de l'univers appelée « surface de dernière diffusion », forment, seulement à ce moment-là, le fond diffus cosmologique que l'on observe aujourd'hui.



Ensuite se formeront de grosses masses qui évolueront en galaxies et amas de galaxies.

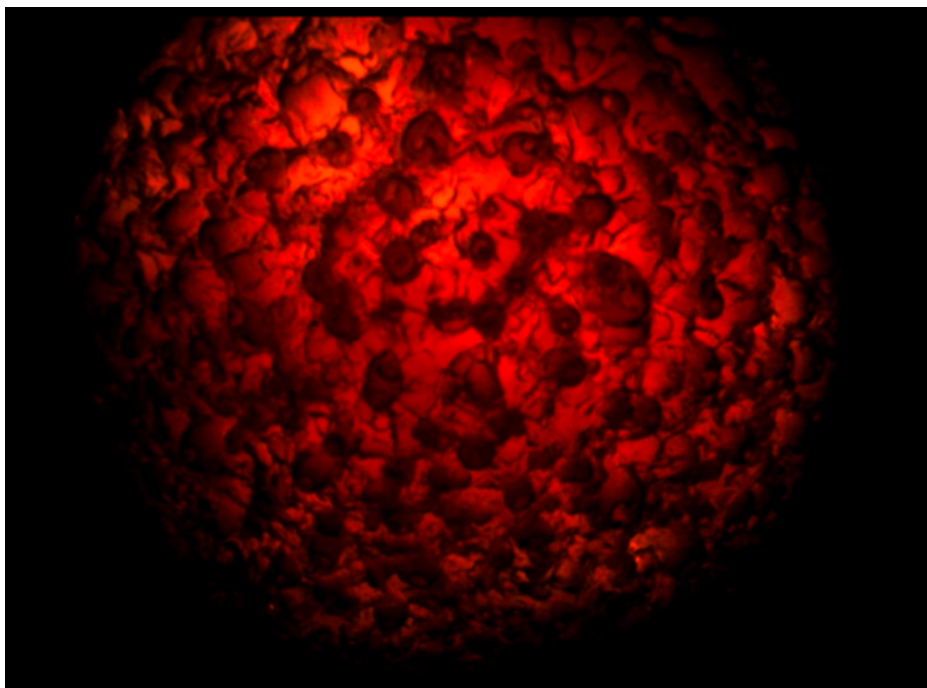
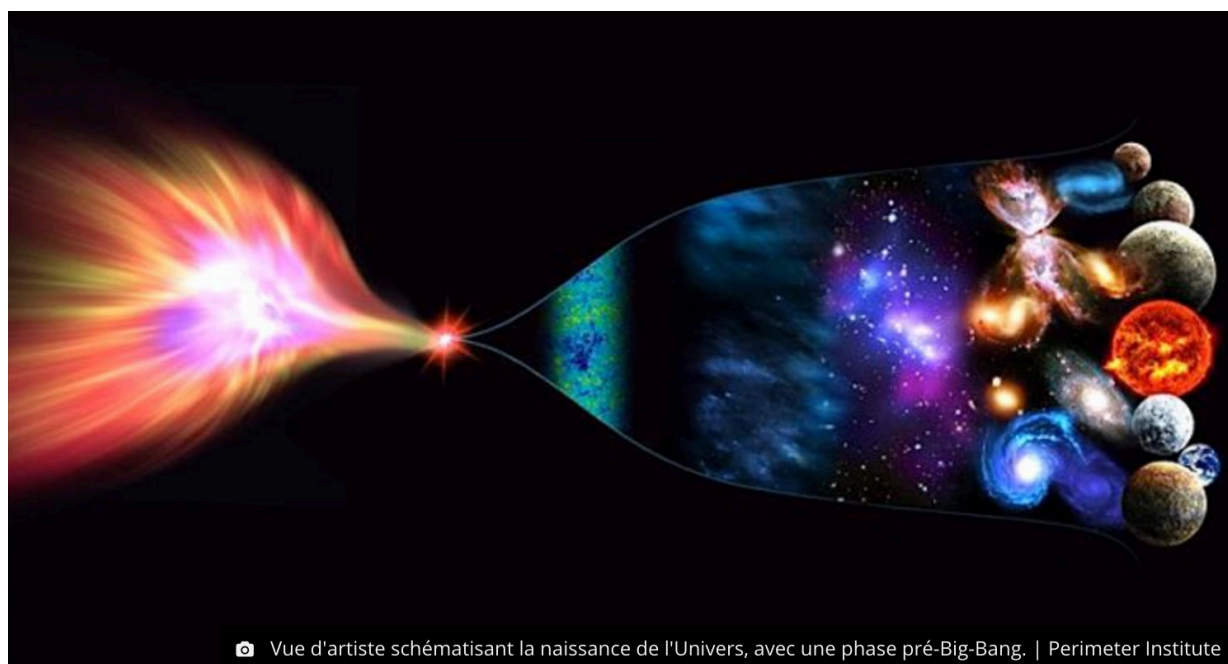


Schéma résumant l'univers, de son début à maintenant :



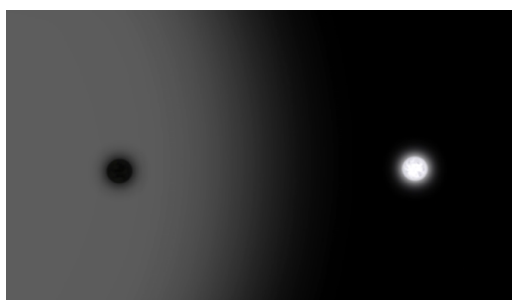
Vue d'artiste schématisant la naissance de l'Univers, avec une phase pré-Big-Bang. | Perimeter Institute

Cette application de la physique quantique à la cosmologie, à l'univers dans son ensemble, a totalement modifié la perception de l'évolution de l'univers.

Cette idée est difficile à concevoir :

Un objet avec des milliards d'étoiles comme la Voie Lactée, ainsi que toutes les autres galaxies, a commencé à exister en tant que fluctuations quantiques, ce qu'on appelle les fluctuations du néant, un objet à l'échelle sous-microscopique !

D'une particule sous-microscopique, l'univers a grandi pour former un cosmos fait de milliards de galaxies :



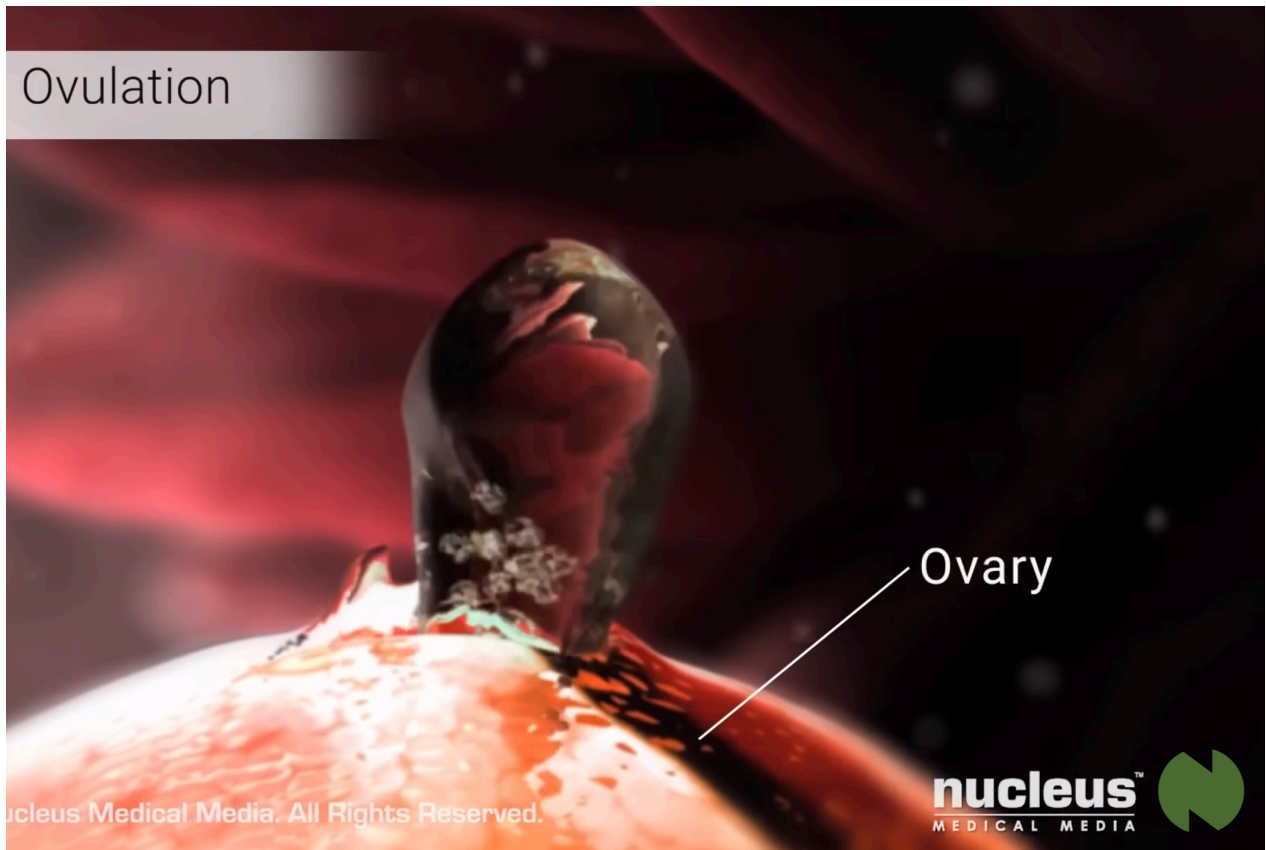
Particule et antiparticule quantiques sont à la base du cosmos actuel !

Après avoir insisté sur la description de la naissance de l'univers, venons-en à ma comparaison.

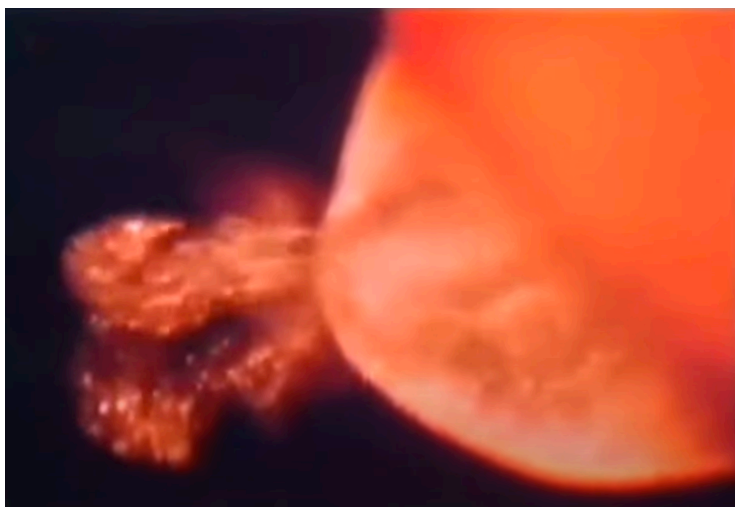
Comparons, méthodiquement, l'univers à un être vivant :

(En l'occurrence ici, à l'être humain, parce que c'est lui que nous connaissons le mieux.)

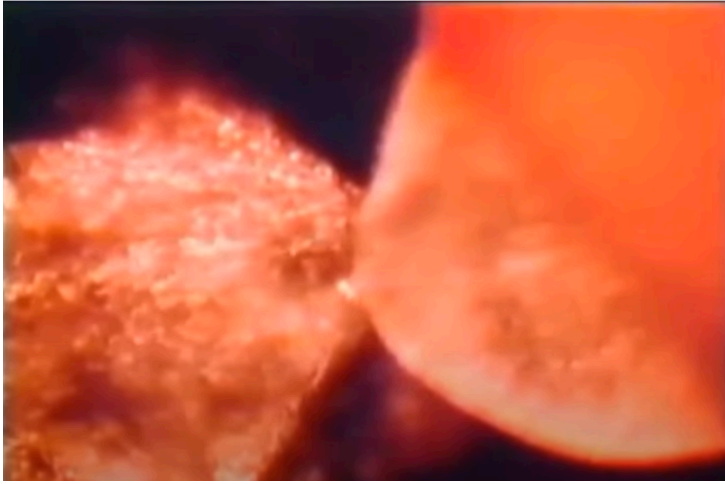
- L'ovulation dans un corps féminin est le moment où un ovaire libère une cellule, **l'ovule**.
Celui-ci s'apparente à un sac qui contient notamment l'**ovocyte**.



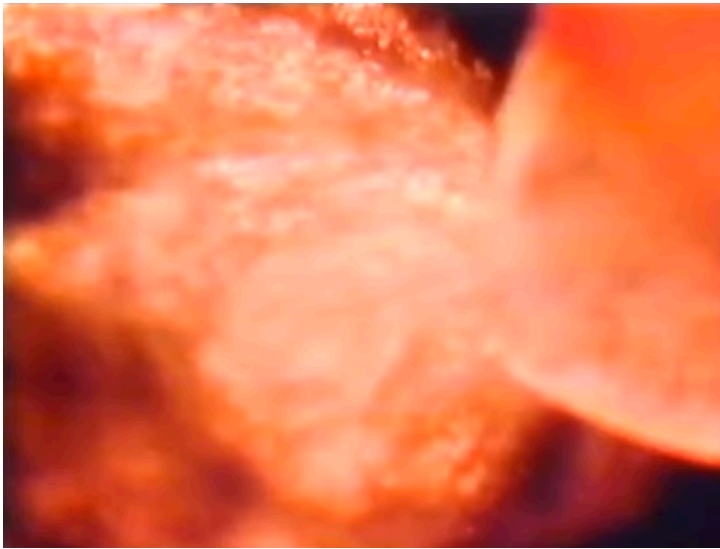
Il ne sort donc pas seul, il est **entouré d'un nuage de cellules et de mucosité** qui proviennent du même follicule de maturation que lui.



Ovule sortant de l'ovaire dans un nuage de mucosité.



C'est **dans ce magma** que se trouve l'**ovocyte**, il mesure un dixième de millimètre et se trouve dans son follicule, **comme un pépin dans un grain de raisin**.



Comparaison avec, ce que nous venons de dire, des **premiers instants de l'univers** :

Il y a 13,8 milliards d'années, **tout n'était qu'un plasma brûlant**.
Partout et non un "atome primitif" perdu dans un espace infini et vide.



La température et la densité de l'univers primordial, à la première seconde de son existence, sont si élevées que les photons sont véritablement piégés par les électrons ce qui les empêche de circuler librement dans l'univers.

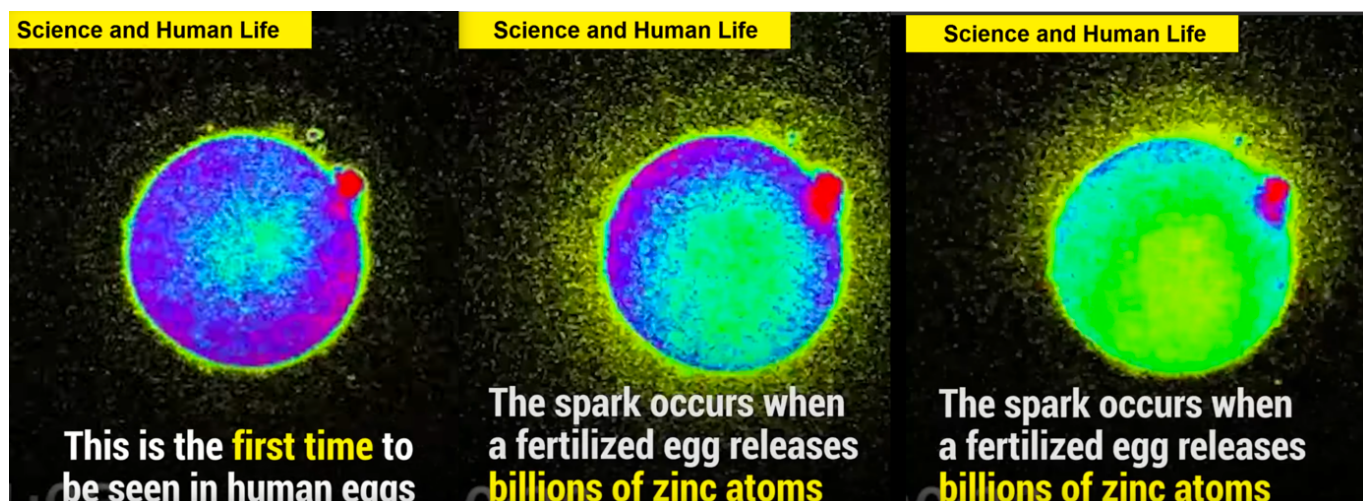
La matière existe alors sous la forme d'une « **soupe primitive** » donnant un univers obscur, sombre et opaque, à l'image d'un brouillard dense.

- Après l'ovulation dans un corps, une **fécondation** peut se faire si l'ovule rencontre un spermatozoïde.

Et en 2016, une réaction incroyable a été découverte, lors de la fécondation !

LE FLASH DE LA VIE

Des scientifiques ont montré, pour la première fois, que **la vie commence par un flash lumineux** qui se produit au moment de la fécondation de l'ovule par un spermatozoïde. Une explosion d'étincelles jaillissent de l'ovule, au moment exact de la conception. C'est un spectacle incroyable, indiquant le moment précis où une nouvelle vie commence.



Le professeur Teresa Woodruff, l'un des deux principaux auteurs de l'étude et experte en biologie ovarienne à Northwestern a déclaré :

« C'était remarquable. La vision du zinc rayonnant dans une éruption, pour chaque ovule humain fécondé, était à couper le souffle. Nous avons découvert cette étincelle de zinc. Voir que le zinc rayonne dans une explosion de chaque œuf humain fécondé était impressionnant.

La naissance d'une vie humaine est véritablement un miracle.

Cela signifie que si vous pouvez voir l'étincelle de zinc au moment de la fécondation, vous saurez immédiatement quels œufs sont les meilleurs à transférer dans la fécondation in vitro.

C'est un moyen de classer la qualité de l'ovule d'une manière que nous n'avons jamais pu évaluer auparavant. Il serait possible de mettre fin plus rapidement aux « nouvelles vies » les plus faibles, en ne laissant survivre que les embryons les plus résistants.

Toute la biologie commence au moment de la fécondation, mais nous ne savons presque rien des événements qui se produisent, à ce moment-là, chez l'homme. » (Ou tout autre être vivant)

Preuves en vidéo :

Flash de lumière juste après la fécondation (3 minutes)

<https://www.youtube.com/shorts/Xga0labWS4Q>

Ce qu'il se passe lors de la fécondation d'un ovule est incroyable (58 secondes)

<https://www.google.com/search?q=flash+de+lumi%C3%A8re+au+moment+de+la+f%C3%A9condation&oq=flash+de+lumi%C3%A8re+au+moment+de+la+f%C3%A9condation&aqs=chrome..69i57j33i160.23618j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8#fpstate=ive&vld=cid:b61f0318,vid:owooySxF3YM>

Quand un spermatozoïde rencontre un œuf... cela fait littéralement des étincelles !



Pour la première fois, des images de cet intrigant phénomène ont pu être obtenues, grâce à des techniques ultra-sophistiquées.

Ces éclats se manifestent par quatre ou cinq vagues, peu après la pénétration d'un spermatozoïde dans un ovule et indiquent que l'ovule a été fécondé avec succès.

En utilisant des ovules de souris, Emily L. Qué et ses collaborateurs ont découvert que la jolie lueur est due à l'émission simultanée de dizaines de milliers de vésicules présentes sous la surface de l'ovule, dont chacune contient un million d'atomes de zinc.

L'éclat lumineux se produit au moment où le spermatozoïde pénètre dans un ovule et le féconde, cela produit une poussée de calcium qui déclenche la libération de zinc de l'ovule. Lorsque le zinc se déclenche, il se lie à de petites molécules qui émettent une fluorescence qui peut être capturée par des caméras de microscope.

« Ces études de microscopie à fluorescence établissent que l'étincelle de zinc se produit dans la biologie de l'ovule ».

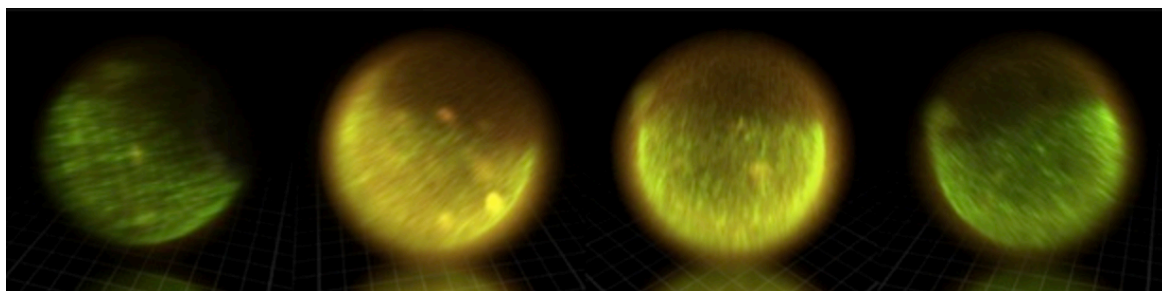
Cette découverte a été faite par Nan Zhang, boursière postdoctorale à Northwestern.

On savait peu de choses sur les événements qui se produisent au moment de la fécondation car il est difficile de saisir le moment précis de l'entrée du spermatozoïde.

On savait déjà que l'ovule nécessite de grandes quantités de zinc pour sa maturation, et que l'expulsion massive de ces atomes de métal de l'ovule est une étape fondamentale pour qu'il se transforme progressivement en un embryon.

Dès lors, il commence à se diviser, selon le processus de l'embryogenèse qui formera le fœtus.

Ovule humain avec flashes de lumière (en jaune) :



Comparaison en reprenant, à nouveau, la description du Big Bang :

L'Univers primordial est un magma ultra dense et ultra chaud. De ce magma, un "atome primitif" y explose brutalement. De cette particule sous-microscopique, l'univers grandira pour former un cosmos fait de milliards de galaxies. Le Big Bang n'a pas eu lieu en un point, mais partout.

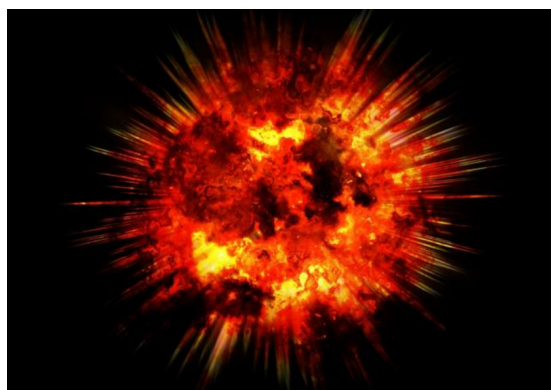
On se dit que l'Univers a commencé dans **l'explosion titanesque d'un atome ultra dense**, voici 13,8 milliards d'années, et, depuis lors, il est en expansion ...



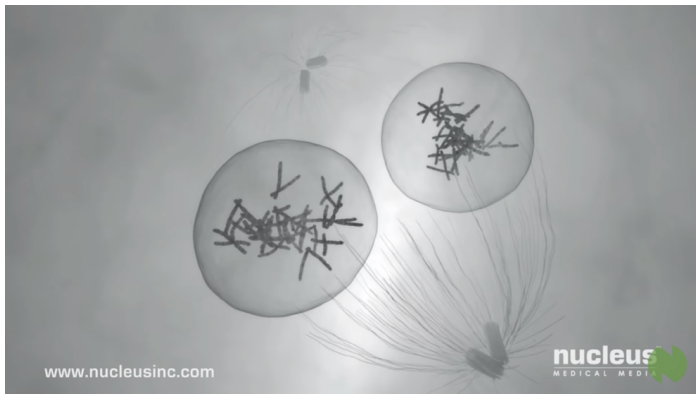
« Dans l'histoire de l'Univers, il s'est passé davantage de choses dans les premières microsecondes après le Big Bang que dans les 13,7 milliards d'années qui ont suivi. »

« C'est dans ces premiers instants que sont nés l'espace et le temps et que la présumée "super force" originelle s'est scindée en quatre forces fondamentales.

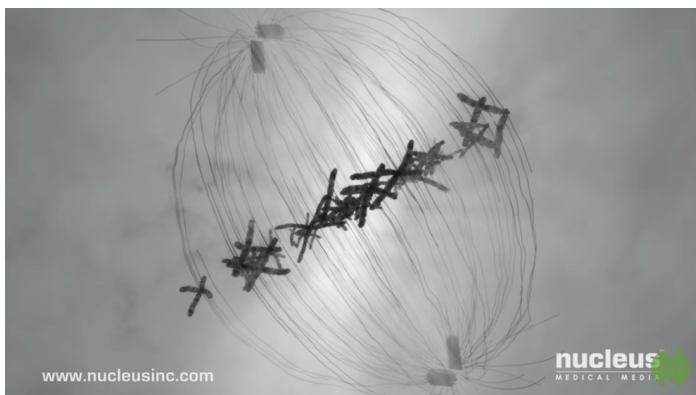
Mais la première étincelle, le tout premier milliardième de milliardième de milliardième... de seconde reste une énigme. Car au temps "zéro" n'existe ni atomes, ni étoiles, ni galaxies... Juste une "**écume quantique**". La pression et la température sont alors si phénoménales que l'espace-temps semble posséder une courbure infinie. »



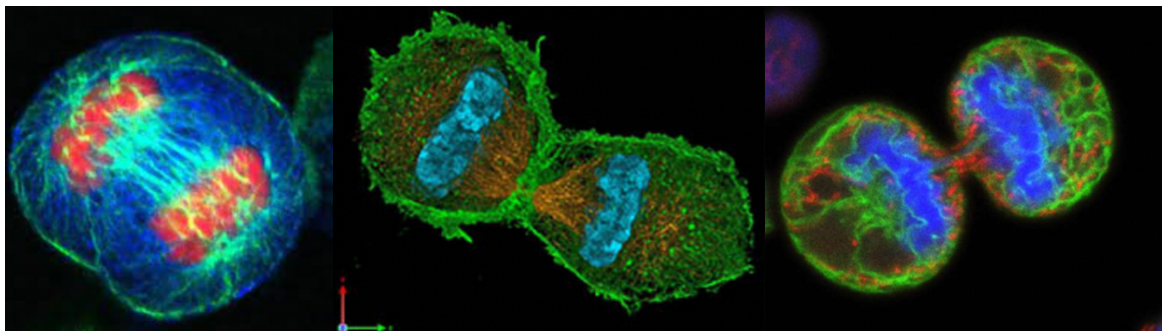
- Le flash lumineux est la preuve de la fécondation, à partir de ce moment-là, une première cellule se forme et se multiplie :



Les 2 gamètes, mâle et femelle, fusionnent.

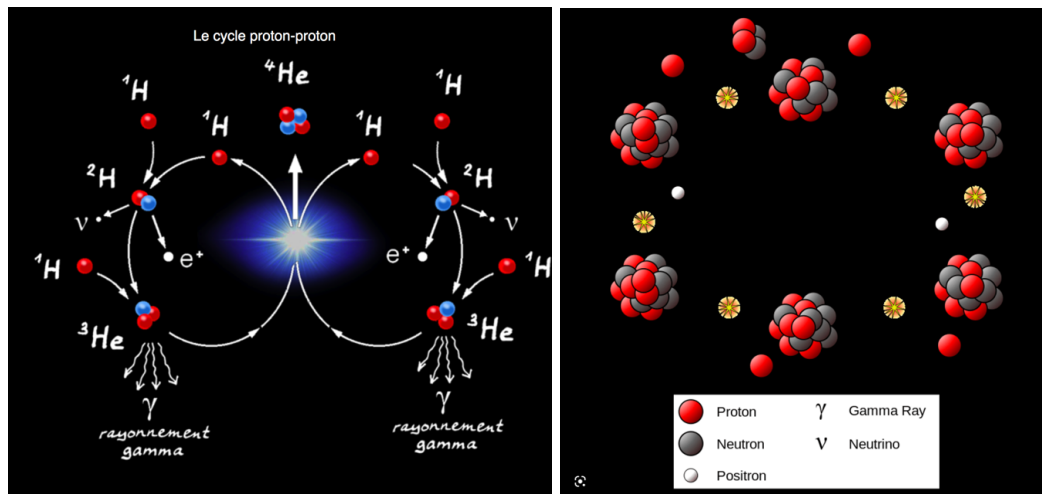


Ensuite cette première cellule se multiplie.



Comparaison : La nucléosynthèse primordiale de l'univers

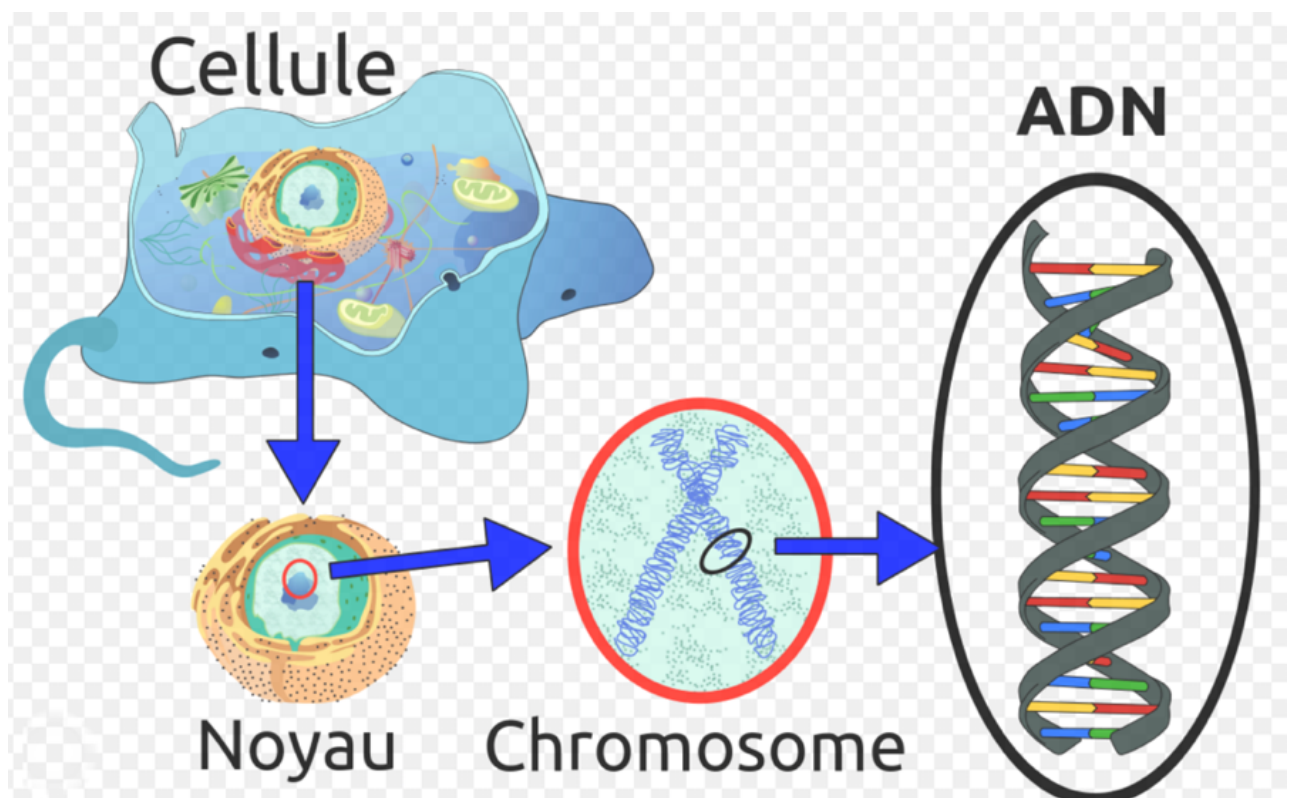
Événement de synthèse de noyaux atomiques qui, selon la théorie du Big Bang, s'est déroulé dans tout l'Univers pendant les premiers moments de son histoire.



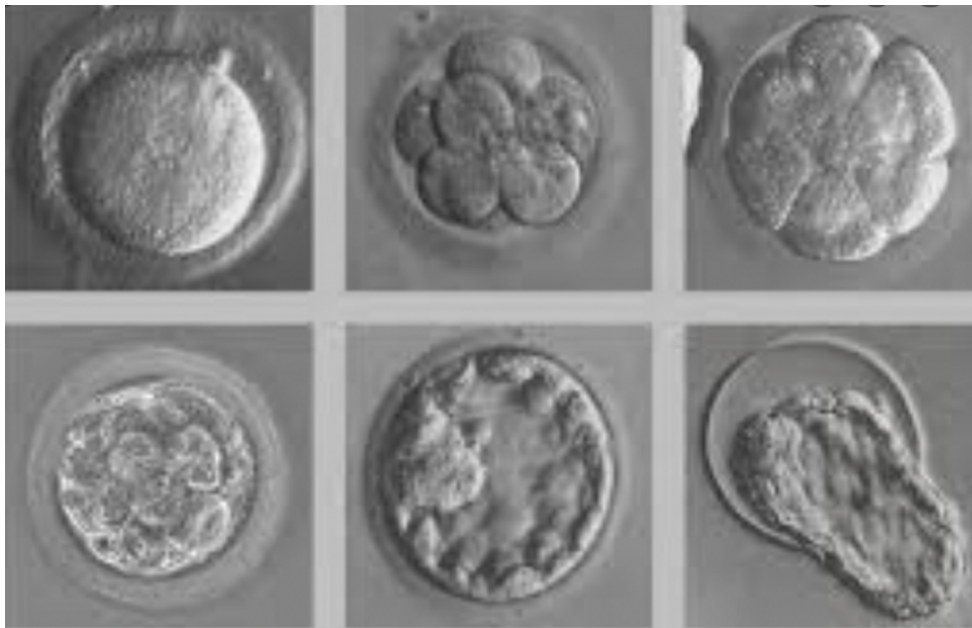
- Après la fécondation, il y a la fusion du gamète mâle et celui de la femelle, en une première cellule originale et unique, nommée zygote, qui a la même taille que celle de l'ovule, environ 0,12 mm (100 fois supérieur à celui d'un spermatozoïde).

Dès ce moment-là, dans cette toute première cellule, tout est écrit.

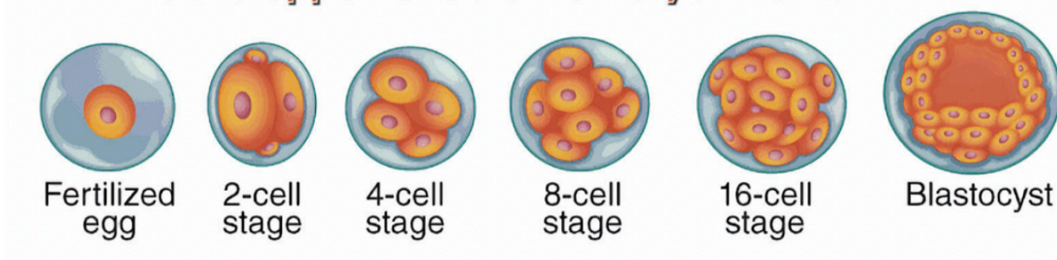
L'ADN est créé, cet acide du noyau de chaque cellule vivante, le constituant essentiel des chromosomes, est porteur de tous les caractères génétiques d'un corps.



Cette information génétique est présente dans chacune des cellules qui vont se multiplier pour former un embryon.

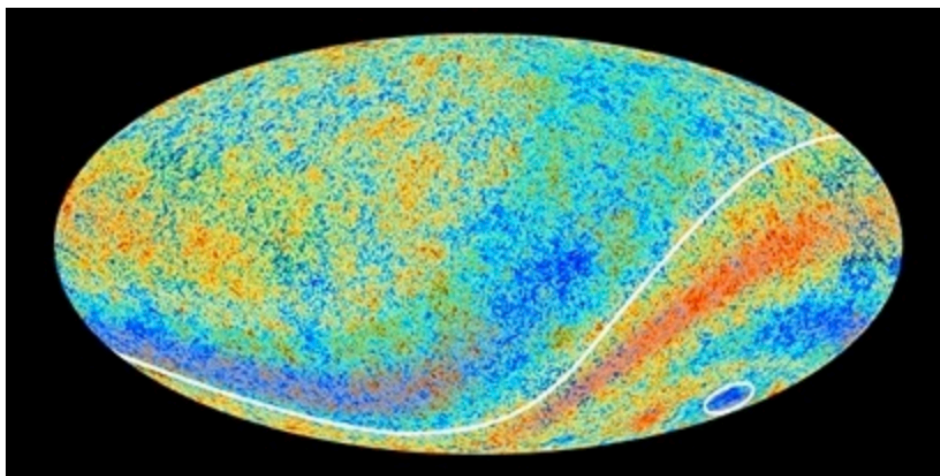


développement d'un embryon humain



Comparaison avec l'après Big Bang :

Au tout début de l'univers, on voit déjà l'équivalent de l'ADN, l'ébauche de la façon dont l'univers va se développer.



Carte du CMB (ESA/Planck Collaboration)

Quand notre univers a commencé à exister, il était bien plus petit qu'un seul atome et à cette taille, il est régi par les règles du monde quantique.

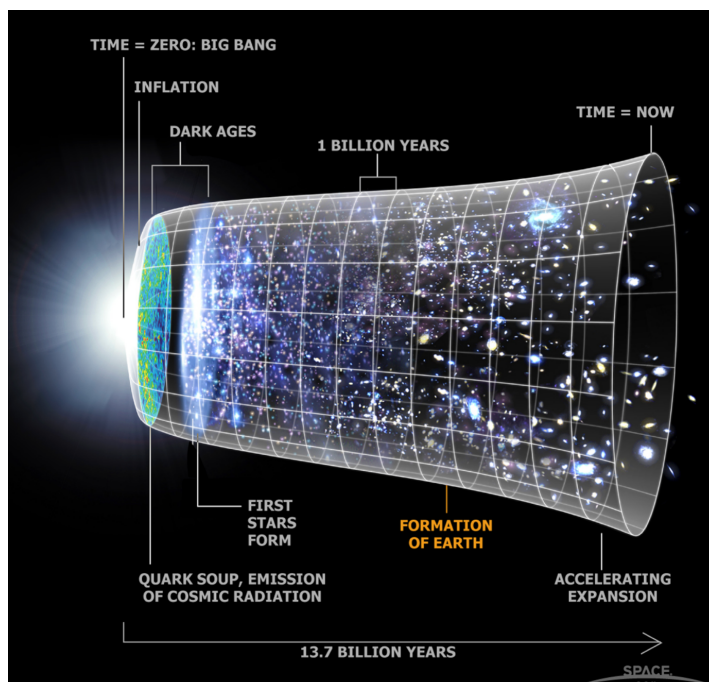
A travers ses fluctuations, la physique quantique donne une explication au mécanisme naturel de la naissance de l'univers, avec ces petites irrégularités qui deviendront bien plus tard des galaxies.

Dans le cadre de la Relativité générale, les équations d'Einstein aboutissent à une singularité gravitationnelle initiale au commencement de l'univers.

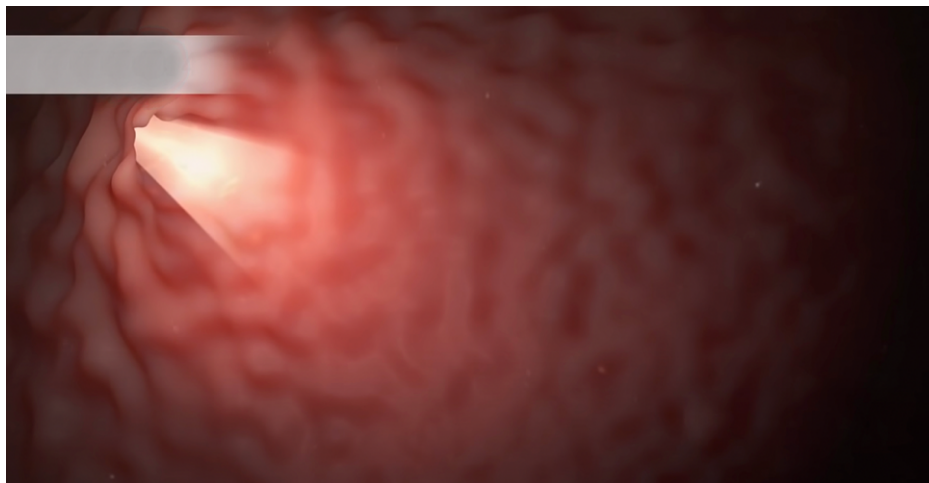
En cosmologie, l'ère de Planck est une époque de l'univers prenant place aussitôt après le Big Bang, juste après la naissance de l'univers, à partir de cette singularité.

Cette première période de l'histoire de l'univers au cours de laquelle les quatre interactions fondamentales étaient encore unifiées.

Cela signifie que tout était là virtuellement pour le développement de l'univers mais que les actions se sont faites à des moments différents du développement.



- Vers le 6e jour du développement cellulaire, a lieu ce qu'on appelle l'éclosion de l'embryon. C'est un processus naturel par lequel l'embryon, à l'état de blastocyste, est libéré de la couche de protéines qui l'entoure, appelée zone pellucide, et sort.

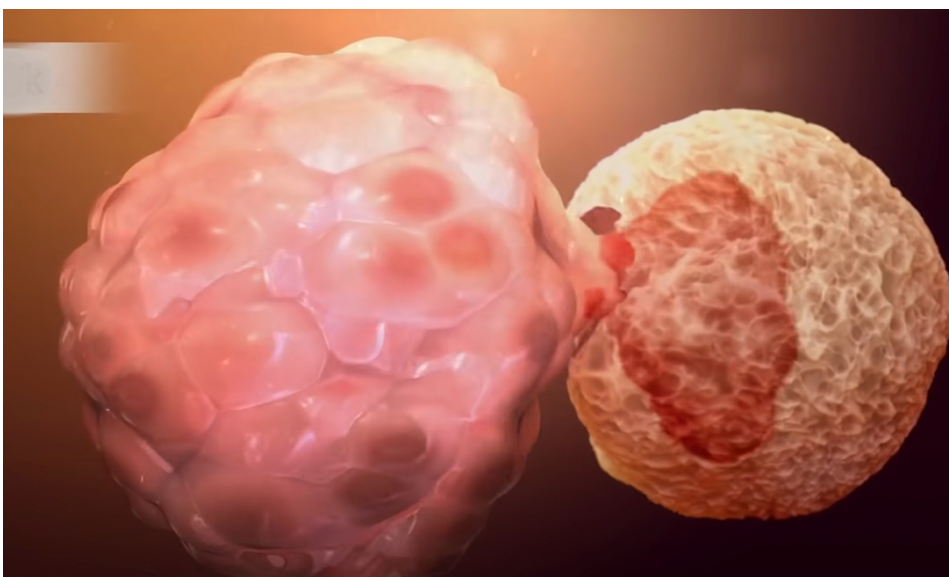
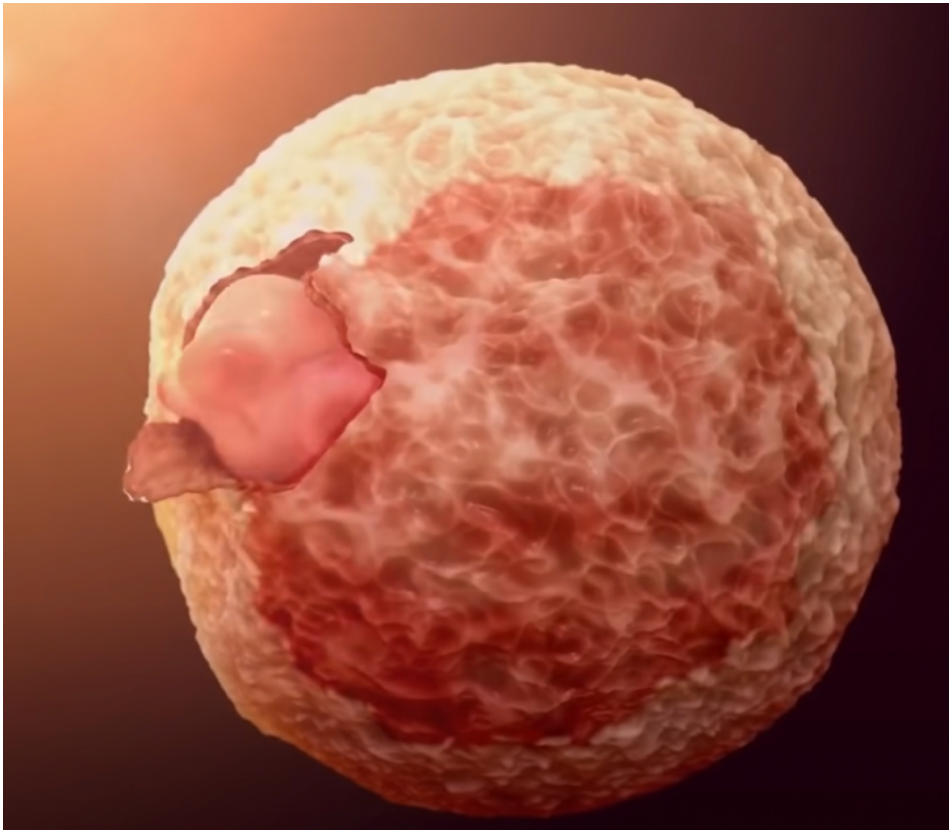


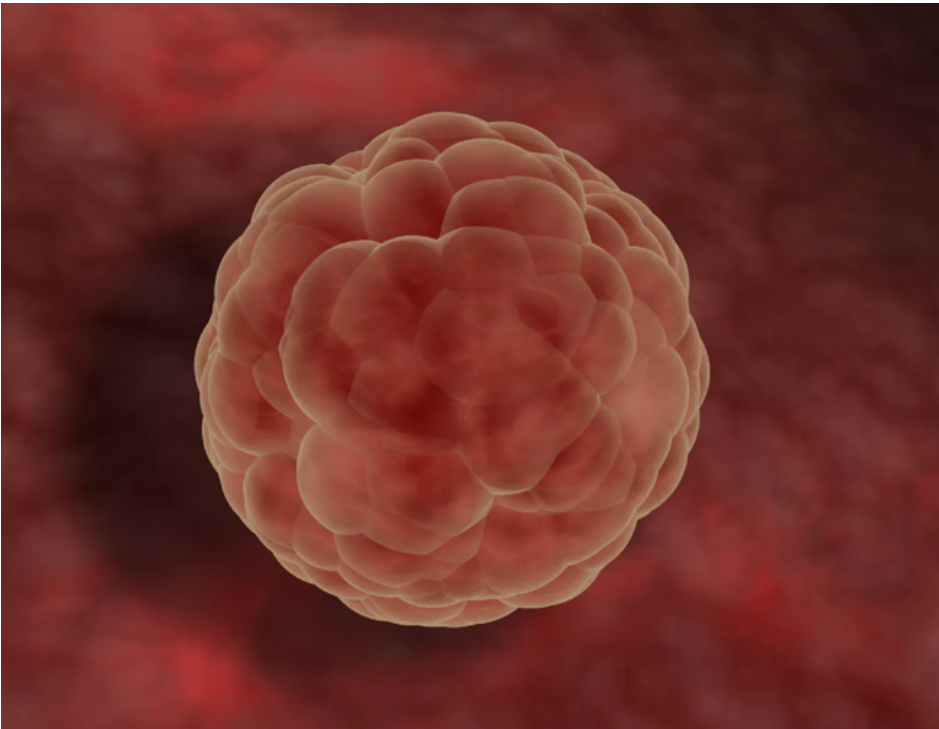
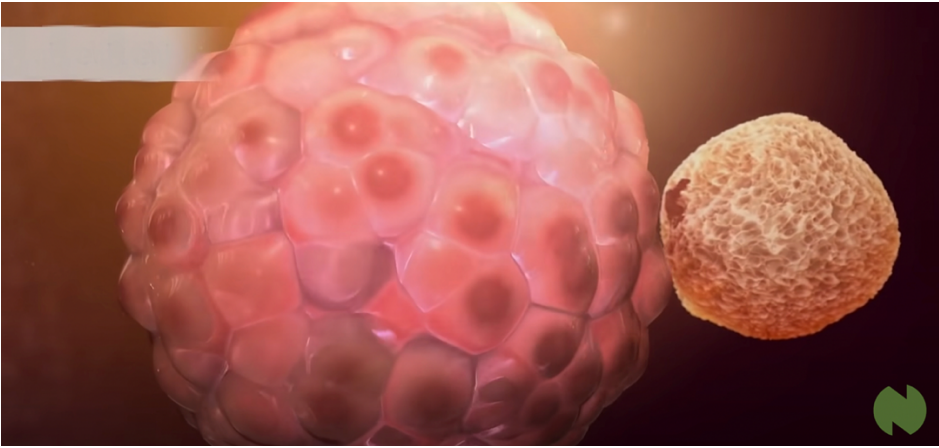
Cette zone pellucide est la membrane externe qui protège l'embryon durant son voyage jusqu'à ce qu'il parvienne à l'utérus.

Cette sortie de l'enveloppe est nécessaire pour qu'il puisse s'implanter dans l'utérus où le blastocyste deviendra un embryon.

Les ovules fécondés ont une zone pellucide d'environ 0.020 mm d'épaisseur dans leurs premiers jours de développement, à ce stade **l'embryon multiplie ses cellules mais n'augmente pas de taille.**

Au fur et à mesure que la croissance et le volume du blastocyste progressent, cette **couche protéique extérieure s'amincit jusqu'à l'éclatement** car le contenu cellulaire ne tient plus en place à l'intérieur. **Les premières cellules s'échappent à ce moment-là.**





Ensuite l'embryon peut s'implanter dans l'utérus.

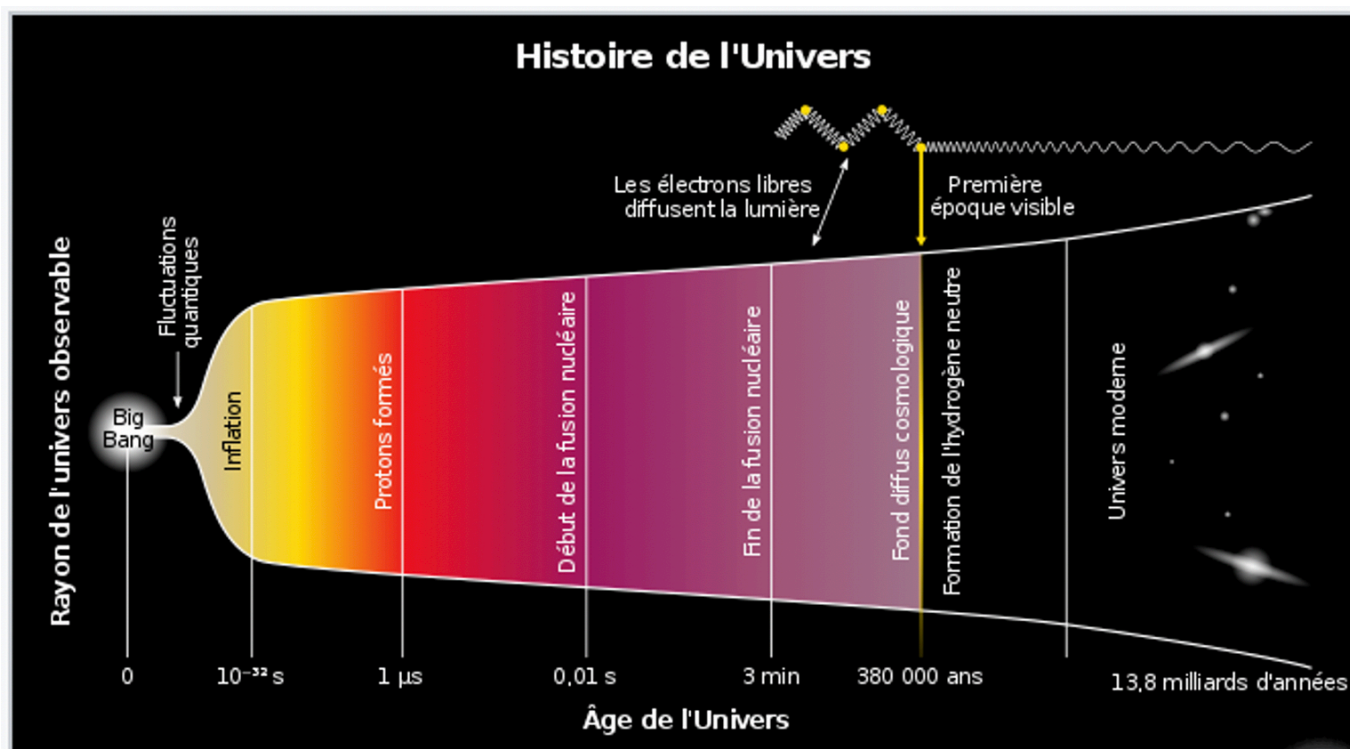
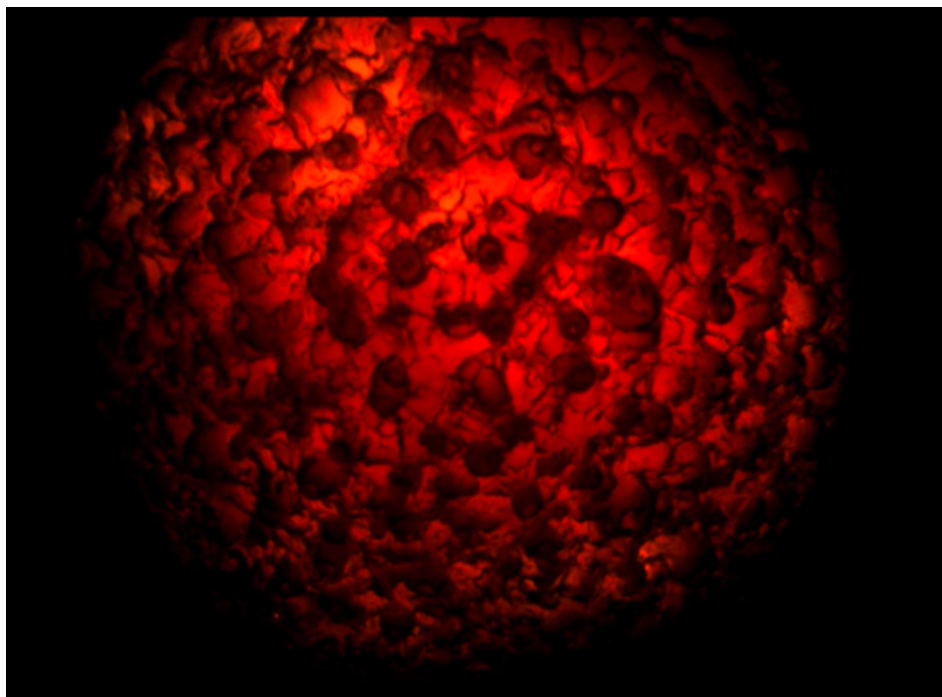


Comparaison avec l'apparition du rayonnement cosmologique :

Avant le Big Bang, rien n'est observable et c'est seulement 380 000 ans après que l'on peut voir le fameux rayonnement fossile.

Ce rayonnement montre l'Univers tel qu'il existait 380 000 ans après le Big Bang. C'est le moment exact où le **cosmos est devenu transparent au rayonnement**. Avant, le cosmos était un brouillard de lumière brûlant, **impénétrable**.

Après, l'expansion universelle aidant, **la lumière émise a été définitivement libérée**.



L'ère de Planck est située tout juste après le **Big Bang** (à gauche), mais avant l'ère de l'inflation (en beige).

380.000 ans après le Big Bang, la température de l'univers n'est plus suffisante pour maintenir les noyaux atomiques et les électrons séparés, si bien que ceux-ci se combinent pour former les premiers atomes.

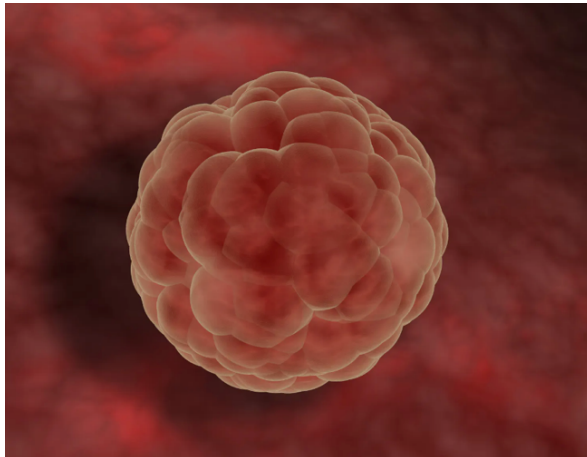
Les électrons libres ont presque tous disparus et la lumière peut voyager librement.

C'est à ce moment-là qu'aurait eu lieu l'explosion de lumière.

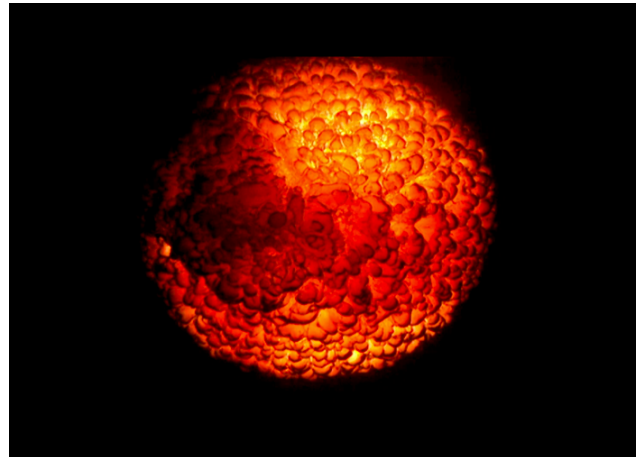
C'est le découplage du rayonnement (**la lumière se découple littéralement de la matière**).

L'explosion de lumière, **les premiers photons qui s'échappent à ce moment-là depuis la zone de l'univers appelée « surface de dernière diffusion »**, forment le fond diffus cosmologique que l'on observe aujourd'hui.

Le Big bang est le premier moment de l'univers où il est devenu lumière.

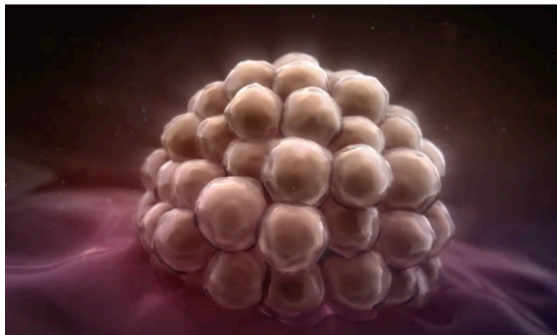


Embryon après l'éclosion

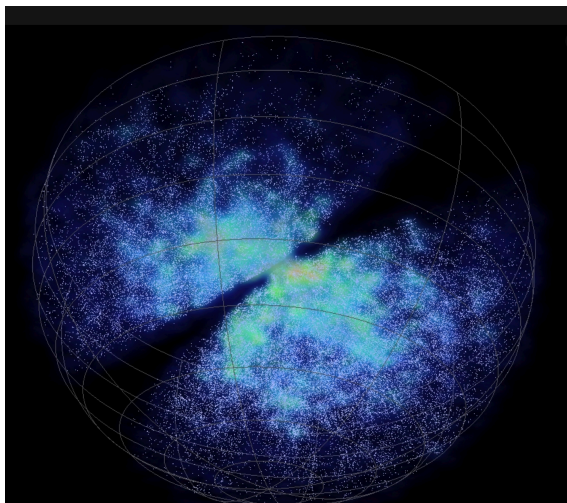


Univers 380 000 ans après le Big Bang (simulation)

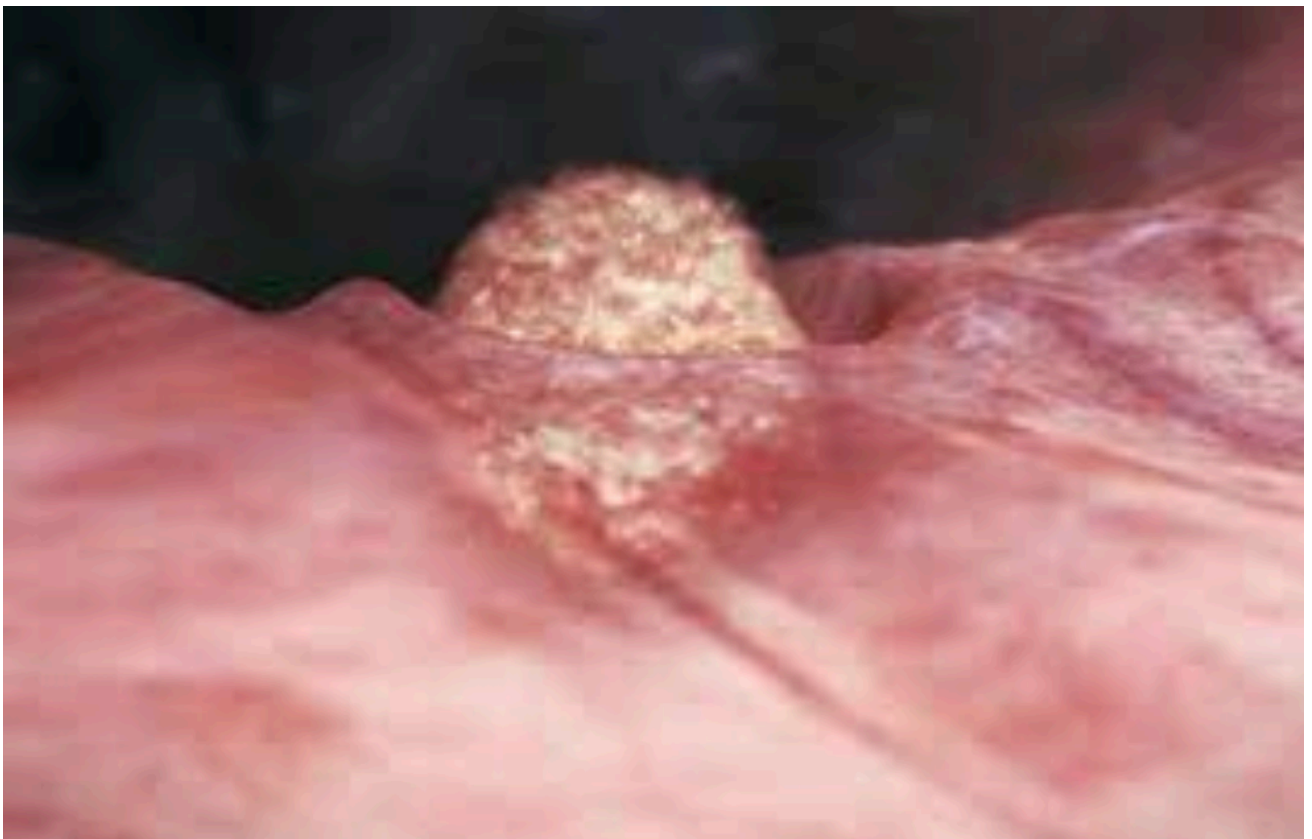
Premières cellules d'un embryon



Premiers instants de l'univers que nous montre le rayonnement fossile

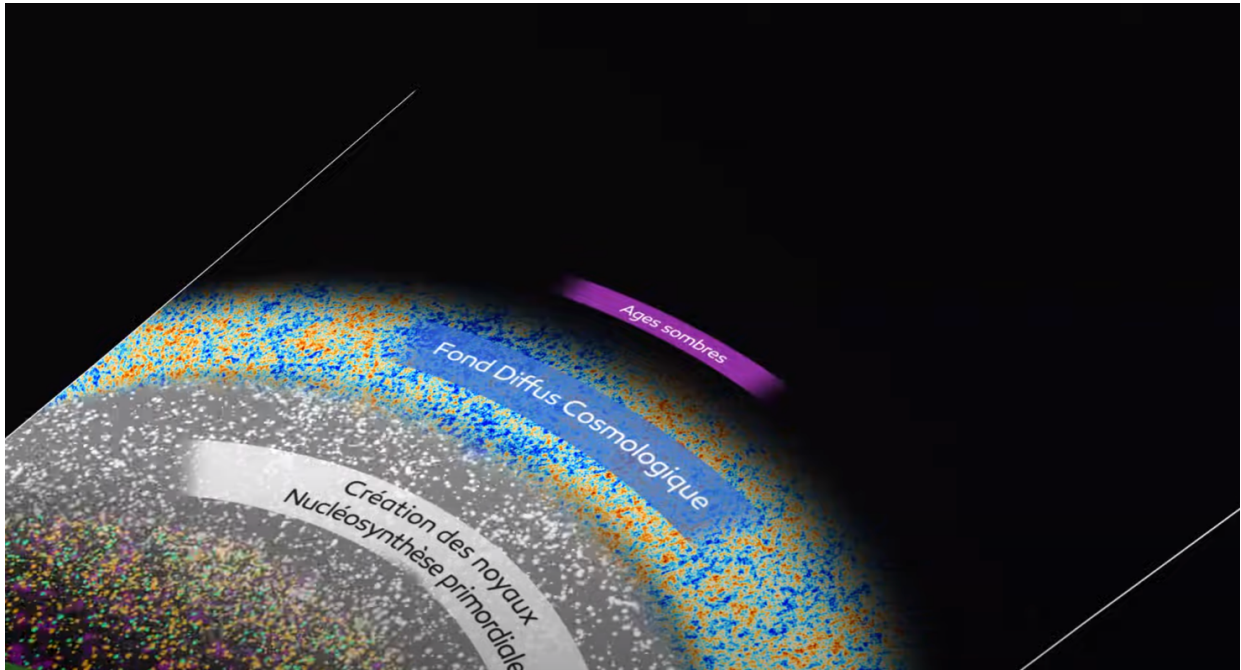


- Ayant perdu son enveloppe de protection, **l'embryon s'implante dans l'utérus et pénètre dans, ce que l'on nomme, le placenta**, c'est la nidification. Il va ensuite s'y développer et grandir jusqu'à la naissance.

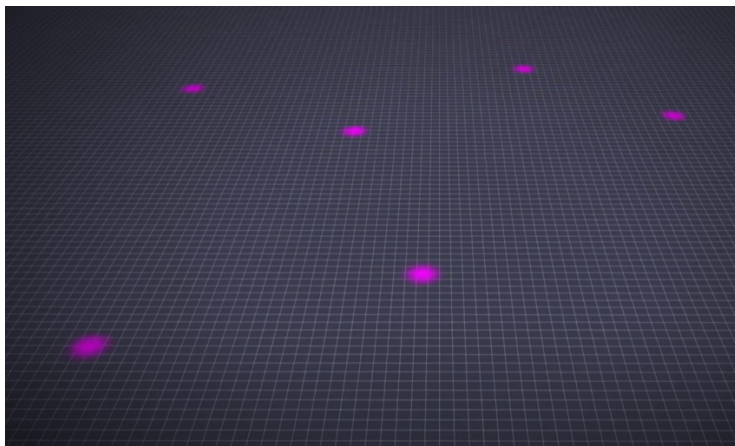


Comparaison :

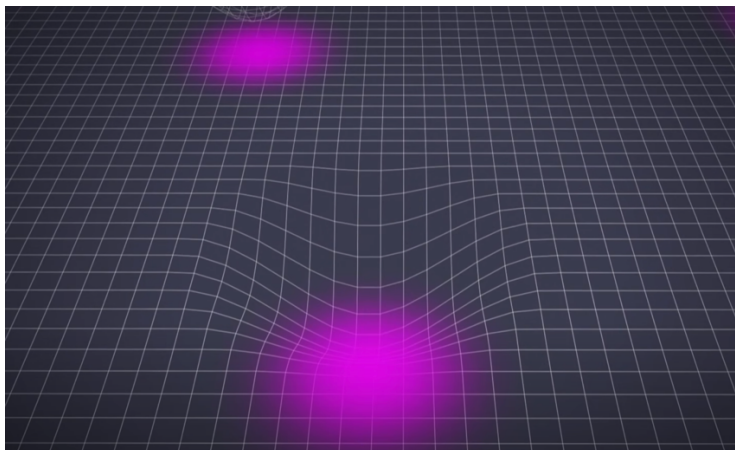
Une longue période, appelée âges sombres, suit la création des premiers atomes.



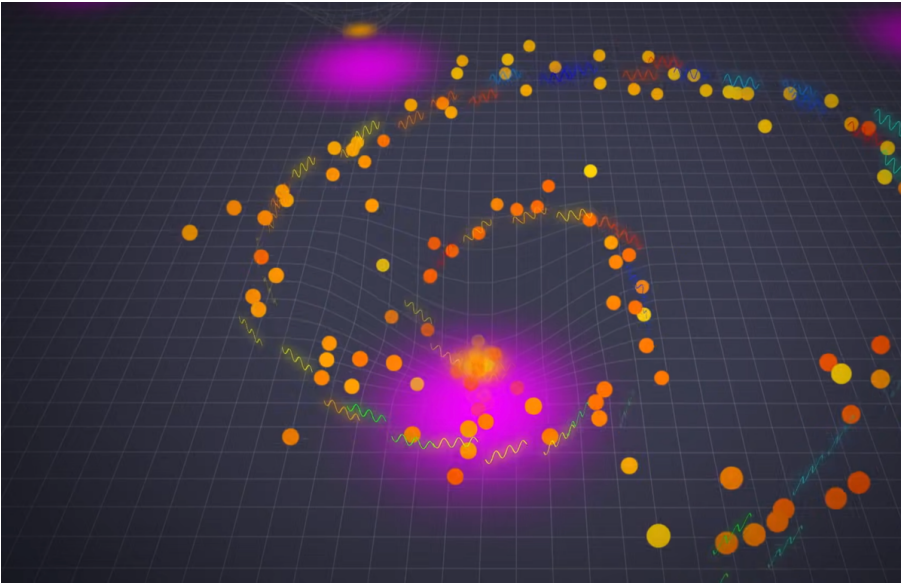
Durant cette période, la matière noire qui unit les objets entre eux, domine.



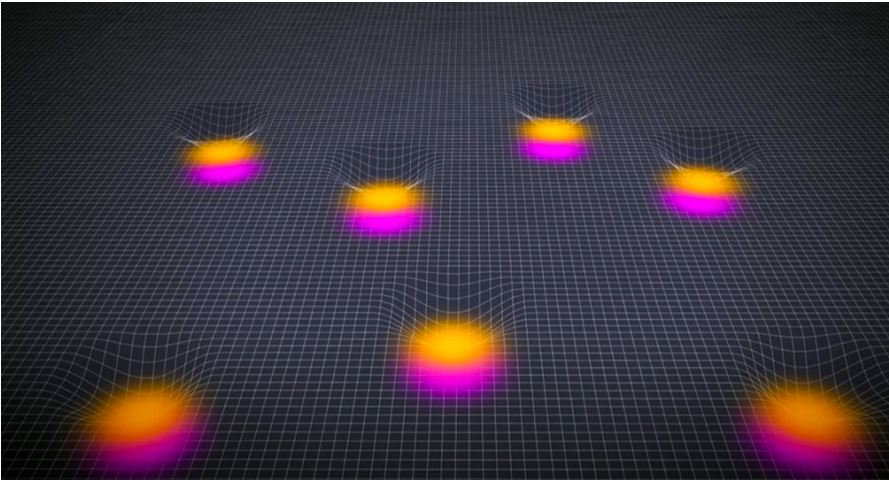
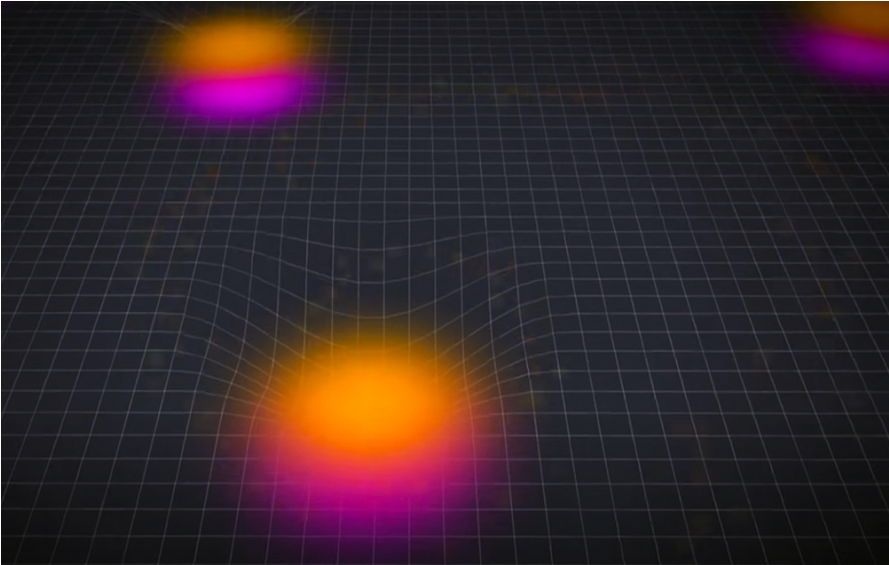
Elle déforme l'espace sous l'effet de sa gravitation, en creusant des puits.



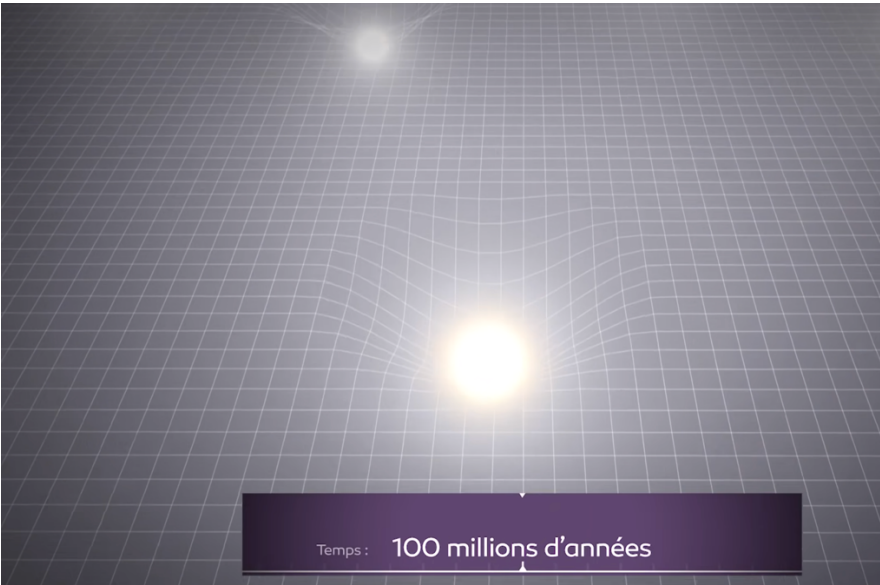
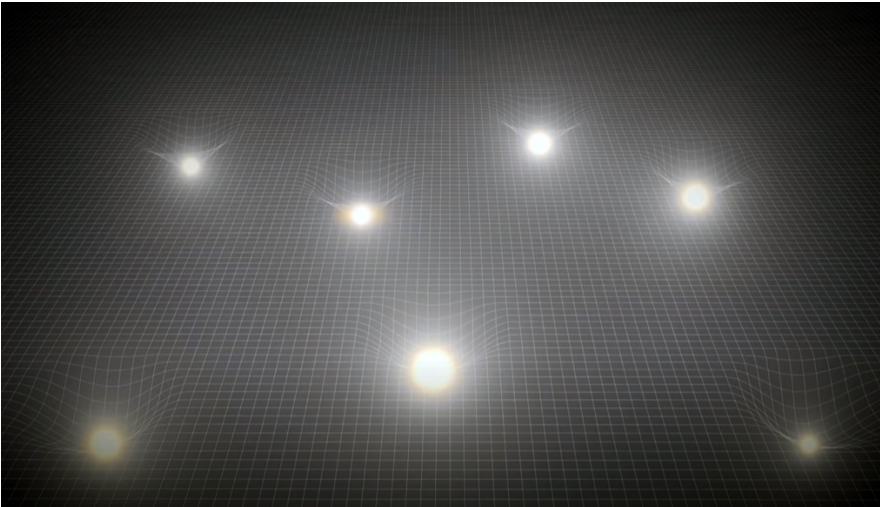
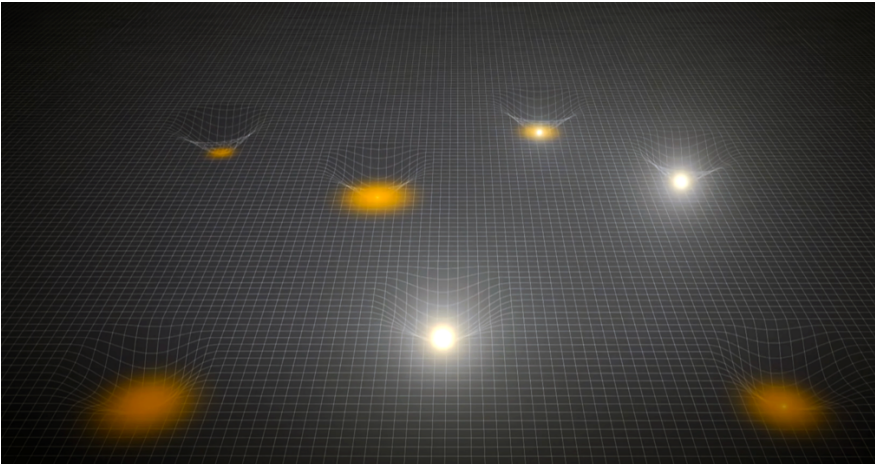
Les atomes et la lumière y sont entraînés.



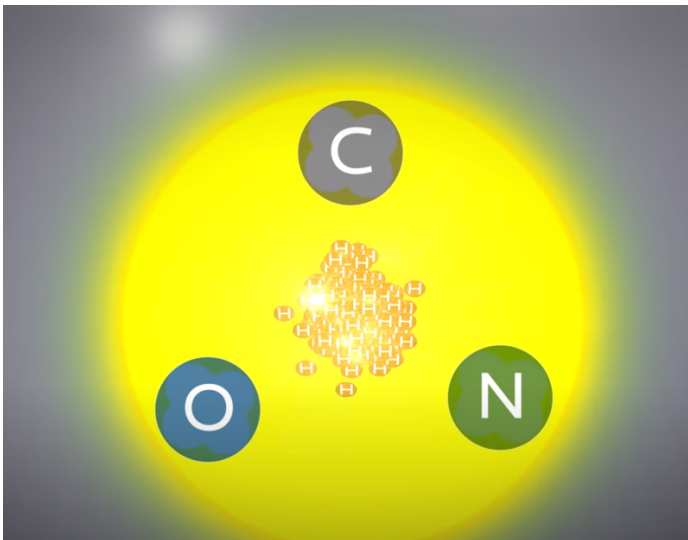
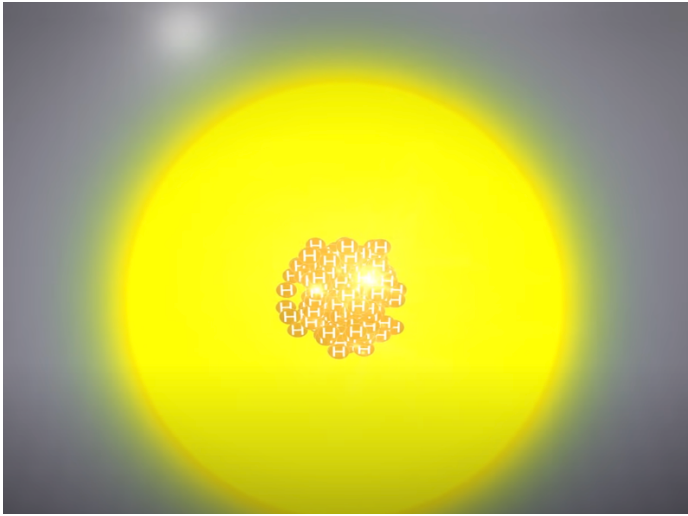
C'est à ce moment-là que la formation des grandes structures débute.



Cent millions d'années après le Big Bang, les conditions de création des étoiles sont enfin réunies.



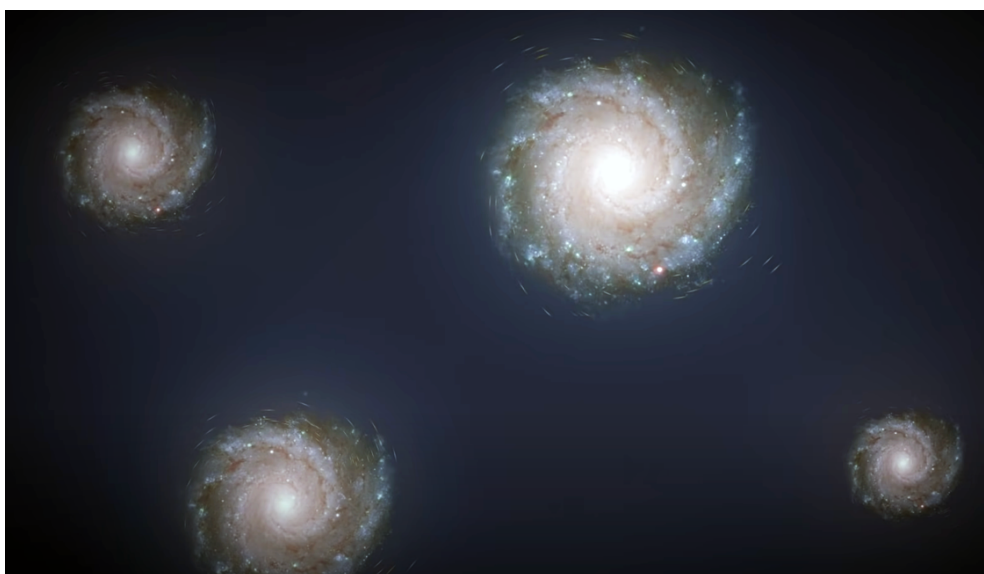
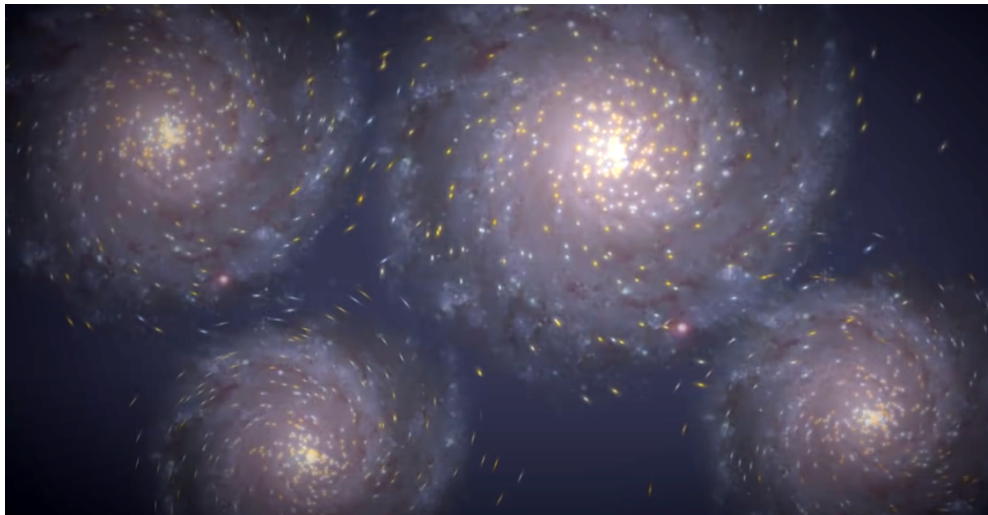
Les fusions successives des noyaux légers dans le centre des étoiles vont former des noyaux plus lourds, comme le carbone, l'azote ou l'oxygène. C'est la nucléosynthèse stellaire.



Au fur et à mesure, l'univers va se peupler d'étoiles.



Les étoiles se regroupent en galaxies, sous l'effet de la gravitation.



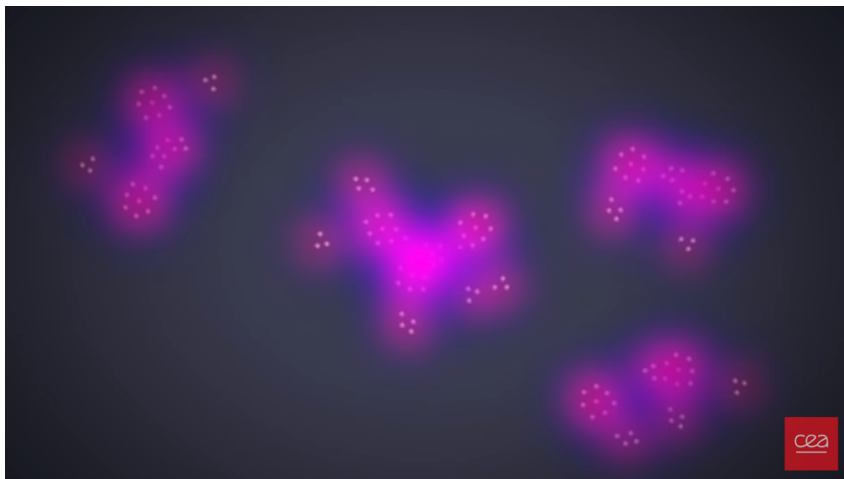
Les galaxies se réunissent ensuite pour former de plus grandes structures, les amas de galaxies.



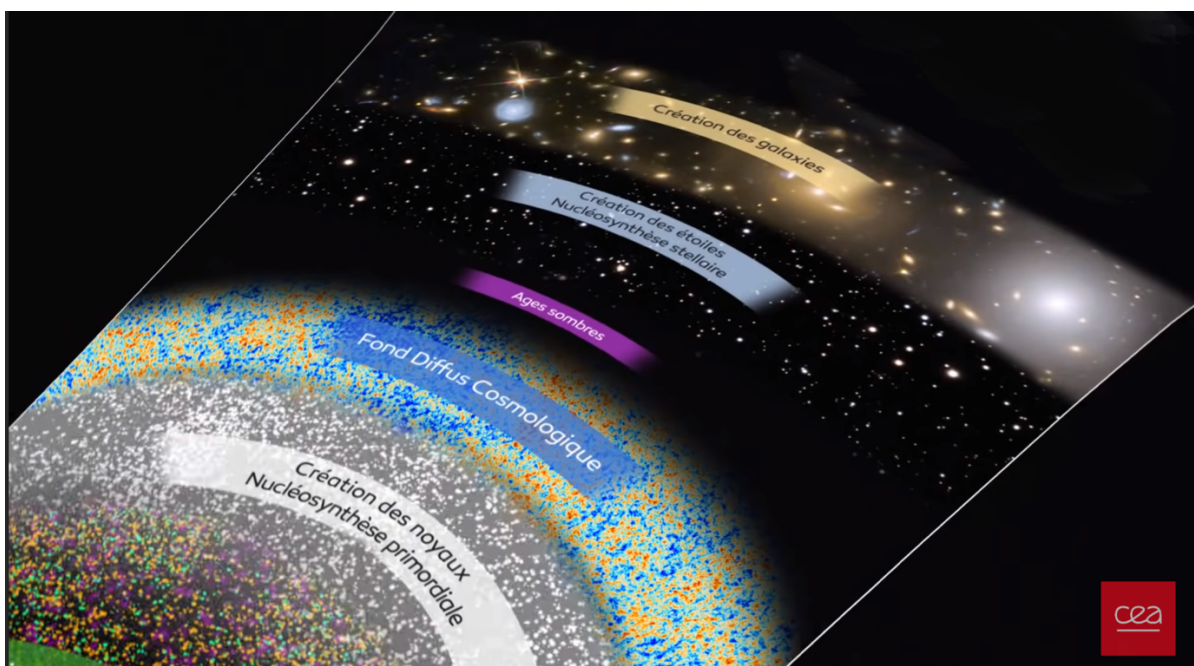
Qui se regroupent encore en supers amas de galaxies



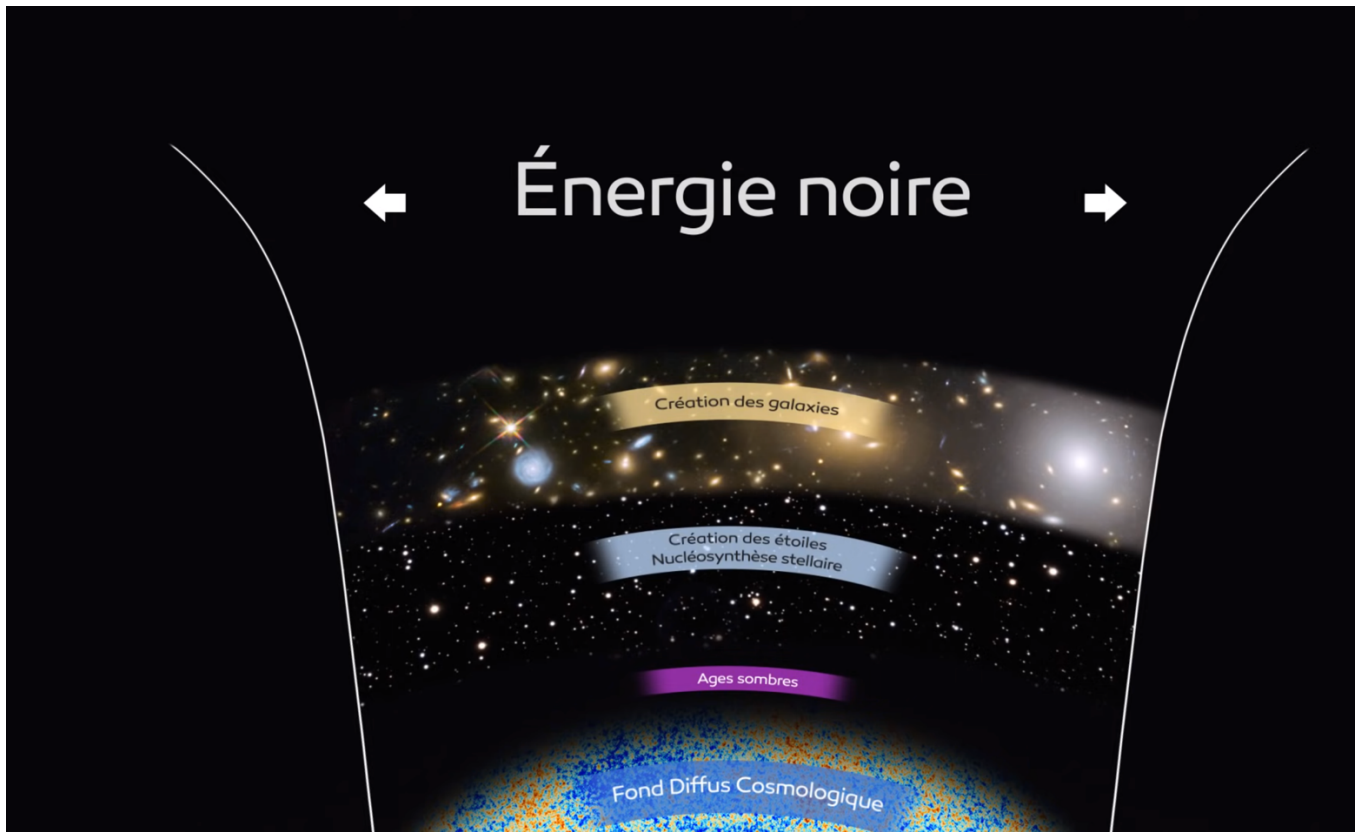
C'est la matière noire (rose fluo) qui aurait façonné les grandes structures observées dans notre univers.



Maintenant depuis 6 milliards d'années, on observe une accélération de l'expansion de l'univers.



La présence d'une force nouvelle et inconnue, appelée énergie noire, en serait la cause (l'énergie qui permet l'expansion de l'univers).



Aujourd'hui l'énergie noire et la matière noire sont des ingrédients essentiels du modèle du Big Bang puisqu'ils constitueraient 95 % de notre univers.



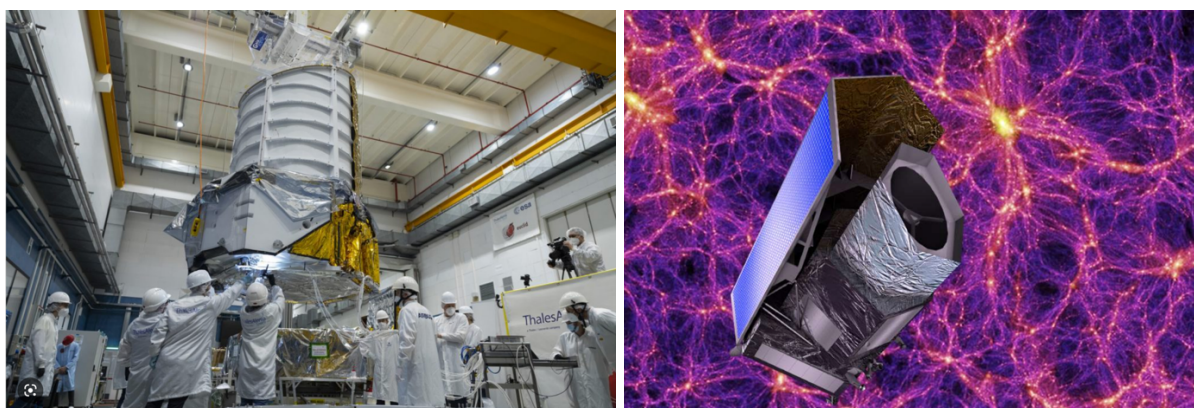
Peut-être bientôt, en apprendrons-nous davantage :

Des missions de recherche comme le télescope **spatial** Euclid* et le radiotélescope **terrestre** SKA* ont pour objectif de caractériser ces deux ingrédients.

Leurs recherches sont au cœur de la physique fondamentale puisqu'elles pourraient révolutionner notre compréhension de l'univers. Ces nouveaux télescopes spatiaux et terrestres ultra-puissants sont en cours de construction, ils vont fournir des données extrêmement précises.

Le rêve des astronomes est que cette nouvelle génération de télescopes permettent de résoudre les énigmes de l'indétectable énergie sombre et de l'invisible matière noire qui représentent la très grande majorité de tout le contenu de l'Univers.

*Euclid : Euclid est un télescope spatial de l'Agence spatiale européenne (ESA) dont les observations doivent contribuer à déterminer l'origine de l'accélération de l'expansion de l'Univers et la nature de sa source, appelée énergie sombre.



*SKA : Square Kilometre Array (en abrégé SKA, en français « Réseau d'un kilomètre carré ») est le plus grand projet au monde de radiotélescope géant. Il a été conçu par un consortium scientifique international pour étudier des questions scientifiques essentielles allant de la naissance de notre Univers aux origines de la vie. Son déploiement est prévu successivement sur deux sites, en Afrique du Sud puis en Australie.



La suite des analogies, le mois prochain.