



Aventures CosmoVerse

L'Histoire du Big Bang



En classe

Introduction: L'Univers et l'Entropie



Professeur :

Bonjour à tous ! Bienvenue au cours Aventures CosmoVerse. Avant de commencer notre conversation, j'ai une vidéo pour vous.

[Le professeur montre une **vidéo** d'œufs qui se « désembrouillent »]



Vidéo 1: Cet extrait est tiré d'un TED Talk de David Christian sur le projet « Big History ».



Élève A :

Pourquoi venons-nous de regarder une vidéo d'œufs qui se « désembrouillent »?



Professeur :

C'est une excellente question, élève A. Quelqu'un a-t-il une idée sur le lien entre cette vidéo et notre sujet d'aujourd'hui?



Élève B :

Est-ce que cela a un rapport avec la façon dont les choses sont formées ou créées?



Professeur :

Excellent, élève B ! Nous allons explorer le plus grand événement de formation de tous les temps - la formation de l'univers, connue sous le nom de Big Bang. As-tu remarqué quelque chose d'étrange dans notre vidéo ?



Élève C :

Oui, les œufs ne se « désembrouillent » pas tout seuls!



Professeur :

Exactement, élève C ! En fait, ce processus de « désembrouillage » contredit l'une des lois les plus fondamentales de la physique, la deuxième loi de la thermodynamique, ou loi de l'entropie. Cette loi stipule que l'univers tend à passer de l'ordre et de la structure à l'absence d'ordre et de structure, c'est-à-dire au désordre. C'est pourquoi nous ne voyons jamais d'œufs se « désembrouiller » d'eux-mêmes dans le monde réel. (Voir figure 1)

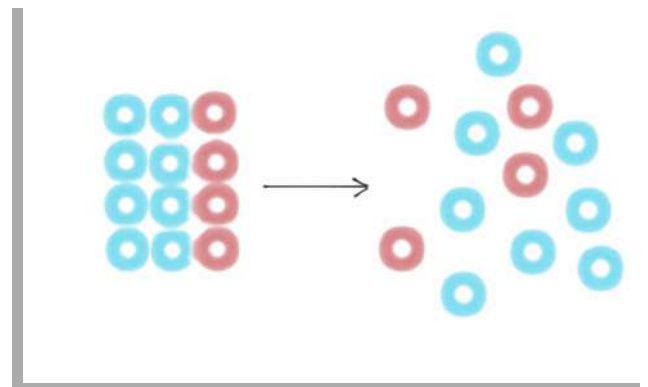


Figure 1: Cela montre la flèche de l'entropie qui va de l'ordre au désordre.

Élève D :

Attendez, vous êtes en train de dire que l'univers devient de plus en plus désordonné au fil du temps ? Mais comment se fait-il que nous puissions voir toutes ces choses complexes comme les étoiles, les galaxies et même nous ?

Professeur :

C'est une observation fantastique, élève D ! Malgré la tendance générale au désordre, l'univers peut effectivement créer de la complexité, mais il s'agit d'un processus difficile et délicat. Il existe des zones spécifiques dans l'univers où les « conditions Boucle d'or » sont réunies, c'est-à-dire des conditions idéales, ni trop chaudes, ni trop froides, pour que la complexité apparaisse. Au cours de milliards d'années, la complexité s'est développée étape par étape, en franchissant différents seuils. Chacun de ces seuils représente une étape importante dans le niveau de complexité de l'univers. (Voir figure 2)

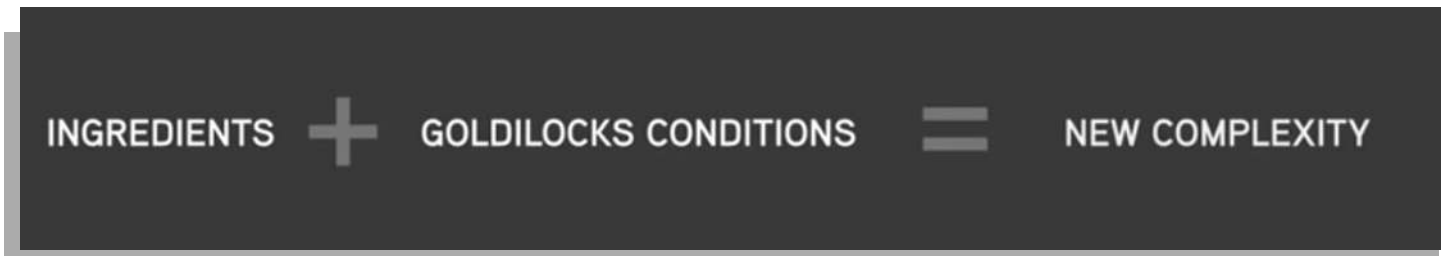


Figure 2: Tirées de l'histoire de "Boucle d'or et les trois ours", les conditions « Boucle d'or » se produisent lorsque les conditions sont « juste comme il faut » pour que quelque chose de nouveau et de plus complexe émerge.

Élève D :

C'est époustouflant ! Mais pourquoi devons-nous apprendre cela ? Pourquoi l'histoire de notre univers est-elle si importante ?

Professeur :

Eh bien, élève D, nous, créatures extrêmement complexes, vivons dans un univers incroyablement complexe. Comprendre comment cette complexité est apparue et comment elle évolue est essentiel pour comprendre notre propre place dans l'univers, nos origines et peut-être notre avenir. Ces connaissances peuvent nous aider à comprendre comment nous nous inscrivons dans la grande histoire cosmique. Notre copain cosmique, Quark le Quokka quantique, nous guidera dans ce fantastique voyage à travers l'univers. Nous traverserons l'espace et le temps, explorerons la création et l'évolution de l'univers, la formation des étoiles et des galaxies, et découvrirons même comment les éléments qui composent notre corps ont été fabriqués dans les étoiles. Etes-vous prêt pour cette aventure ?

Élèves (à l'unisson) :

Oui!!

Professeur :

Excellent ! Montons à bord du vaisseau spatial de l'imagination de Quark. Aujourd'hui, nous remontons le temps jusqu'à 13,7 milliards d'années, jusqu'au début de tout, le Big Bang.



Le vaisseau spatial de l'imagination

Une brève histoire du big bang

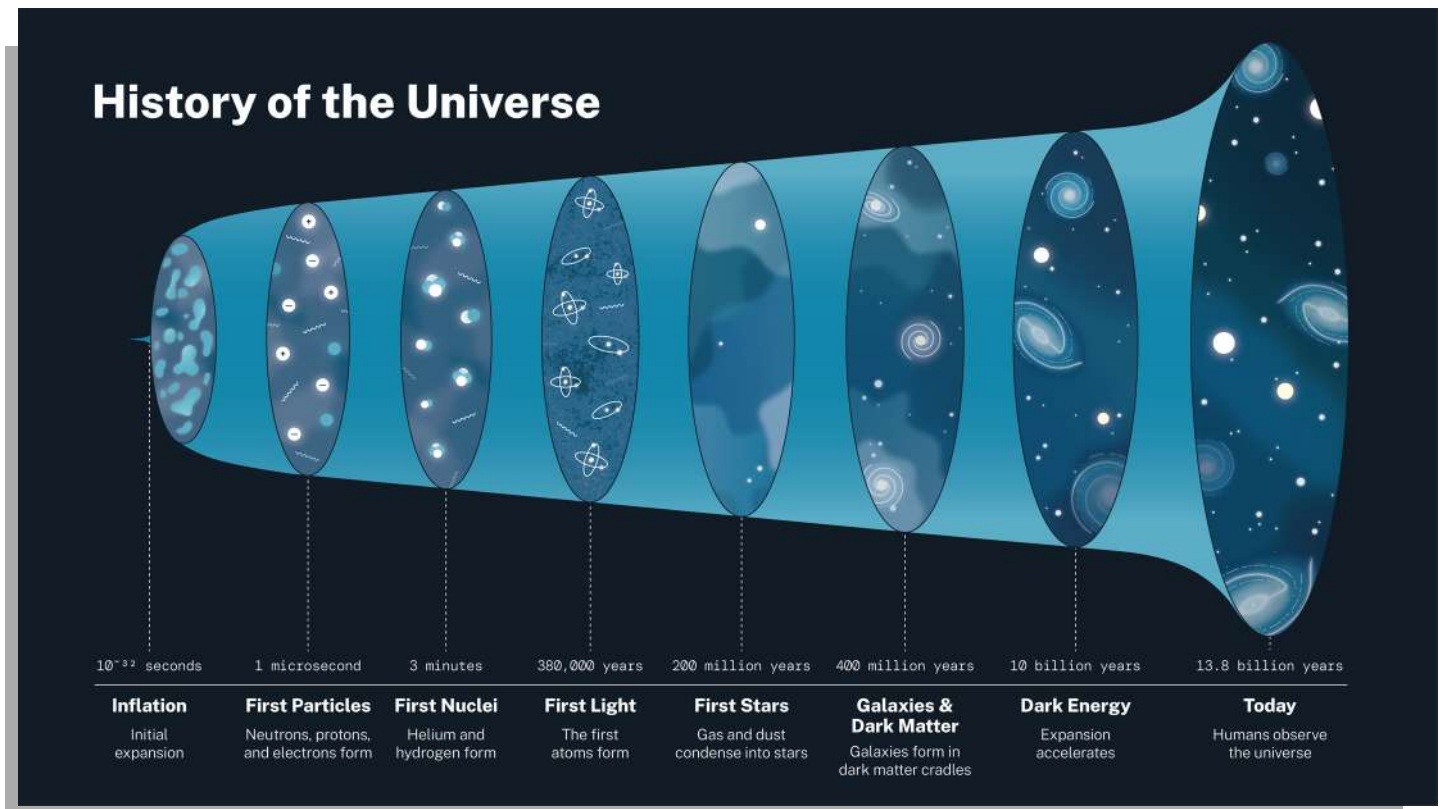


Figure 3: L'histoire de l'univers. Partant de la dilatation, puis les premières particules, les premiers noyaux, vient la première lumière, puis les premières étoiles, les galaxies et la matière noire, et finalement l'énergie noire, pour arriver à aujourd'hui. Source: NASA



Quark :

Élèves, rassemblez-vous autour de cette fenêtre. Nous allons assister à la naissance de l'univers, une histoire plus étonnante que tout ce que nous connaissons.



Élève 1 :

Mais il fait tout noir! Que se passe-t-il?



Quark :

Voilà l'énigme. Le Big Bang, la grande entrée de l'univers, s'est produit dans l'obscurité absolue. La lumière, telle que nous la comprenons, n'existait pas encore.



Élève 1 :

Mais comment pouvons-nous le voir?



Quark :

Eh bien, notre vaisseau spatial est équipé d'un système de vision nocturne cosmique qui nous aidera à voir l'invisible. N'oubliez pas qu'en ce moment même, il n'y a pas d'extérieur à l'univers. La seule existence est « l'intérieur ».

(L'étudiant halète alors qu'une soudaine poussée de rayonnements remplit le hublot)



Quark :

Et voilà, c'est la naissance de l'univers, le Big Bang. Comme vous pouvez le voir, ce n'était pas un bang, ce n'était pas une explosion, mais un étirement de l'espace partout à la fois. L'univers est passé de la taille d'un atome à celle d'une orange en moins d'un trilli-onième de seconde, c'est-à-dire presque en un rien de temps, l'univers s'est simplement dilaté, gonflant jusqu'à son existence, se dépliant, se déployant, s'aggrandissant et se refroidissant à chaque instant. Rappelez-vous, l'univers ne s'est pas dilaté dans quelque chose, mais l'espace s'est dilaté en lui-même. Parce que l'univers est tout ce qu'il y a. Par définition, il n'y a pas d'extérieur.



Élève 3 :

Et qu'y avait-il dans cet univers en expansion rapide?



Quark :

Cet environnement chaud et dense regorgeait d'énergie et formait des trillions de particules subatomiques. La moitié d'entre elles étaient de la matière appelée quarks, dont nous sommes faits. L'autre moitié était de l'antimatière, son exact opposé. Lorsqu'elles se rencontraient, elles s'annihilaient et se détruisaient l'une l'autre dans des explosions d'énergie.



Élève 2 :

Mais maintenant, nous avons plus de matière que d'antimatière, n'est-ce pas Quark?



Quark :

Tout à fait, Élève 2. Heureusement, il y avait juste un peu plus de matière que d'anti-matière. Seule une particule sur un milliard a survécu, ce qui est une chance pour nous car c'est de ce résidu qu'est fait notre univers actuel. On pourrait dire que nous sommes faits de la fumée du big bang.



Élève 3 :

Alors, qu'est-il arrivé aux quarks ?



Quark :

Les quarks ont commencé à former de nouvelles particules, les hadrons, comme les protons et les neutrons. Il existe de nombreuses combinaisons possibles, mais seules quelques-unes sont stables. À ce moment-là, il ne s'est écoulé qu'une seconde depuis le début de tout.



Élève 4 :

Alors, le premier atome a été formé?



Quark :

C'est exact, Élève 4 ! Alors que l'univers continuait à se refroidir, la plupart des neu-trons se sont désintégrés en protons pour former le premier noyau d'un atome, l'hydrogène. L'univers, qui a maintenant une centaine de milliards de kilomètres de diamètre, est une soupe extrêmement chaude de particules et d'énergie.

 **Élève 3 :**

Mais il n'y avait pas d'étoiles ni de lumière à ce moment-là, n'est-ce pas?

 **Quark :**

C'est exact, Élève 1. Pas d'étoiles, pas de lumière visible pour voir devant soi. Pour voir la première lumière, il faut avancer rapidement jusqu'à 380 000 ans après l'origine, lorsque l'univers s'est refroidi jusqu'à environ 3000 kelvins, soit environ 2700 degrés Celsius. Vous pouvez maintenant voir la première lumière de l'univers sous la forme d'un blanc jaunâtre. Remarquez les énormes nuages d'atomes d'hydrogène, de la bouillie cosmique avec très peu de structure. Pourtant, ce sont de minuscules différences qui ont fait passer l'univers d'un nuage de gaz à un endroit rempli de peut-être plus d'un trillion de galaxies, tourbillonnant dans une vaste danse chaotique. (Voir figure 3)

 **Élève 3 :**

Quelles étaient ces petites différences?

 **Quark :**

Pour comprendre ce qui s'est alors passé, rencontrons Robert Wilson et Aron Penzias, deux radioastronomes qui ont découvert le rayonnement de fond cosmologique, vestige refroidi de la première lumière qui a pu voyager librement dans l'Univers.





Rencontre avec un chercheur

Fond diffus cosmologique



Robert Wilson :

Bonjour, jeunes explorateurs ! Environ 380 000 ans après le big bang, l'univers ressemblait à une soupe chaude et dense. Les électrons et les protons y dansaient, faisant de l'univers un endroit chaud et rougeoyant. La lumière ne pouvait pas se déplacer sur de longues distances sans être dispersée, un peu comme la lumière qui rebondit dans une salle pleine de miroirs. Au fur et à mesure de son expansion, l'univers s'est refroidi. Les électrons et les protons, auparavant trop énergiques pour se lier, sont tombés dans une étreinte, créant des atomes d'hydrogène neutres. Avec moins d'électrons en liberté, l'univers s'est éclairci. La lumière qui rebondissait commence alors son voyage à travers le vaste cosmos.



Élève 2 :

Est-ce que c'est pareil que lorsque, par temps nuageux, nous pouvons voir clairement le ciel et les nuages, mais nous ne pouvons pas voir à travers les nuages épais ?



Aron Penzias :

Exactement. De la même manière, les scientifiques peuvent « regarder » en arrière dans l'histoire de l'univers, mais ils se heurtent à un « mur » lorsqu'ils essaient de voir au-delà de 380 000 ans après le Big Bang. Ce « mur » est la « surface de dernière diffusion ». C'est le point où la lumière cosmique s'est diffusée pour la dernière fois ou a rebondi sur la matière avant de voyager librement. (Voir figure 5).

L'image que vous voyez (figure 6) est l'image de l'univers 380 000 ans après le Big Bang. Vous voyez ces zones rouges et bleues ?



Élève 2 :

Oui, elles sont belles. Que signifient-elles ?

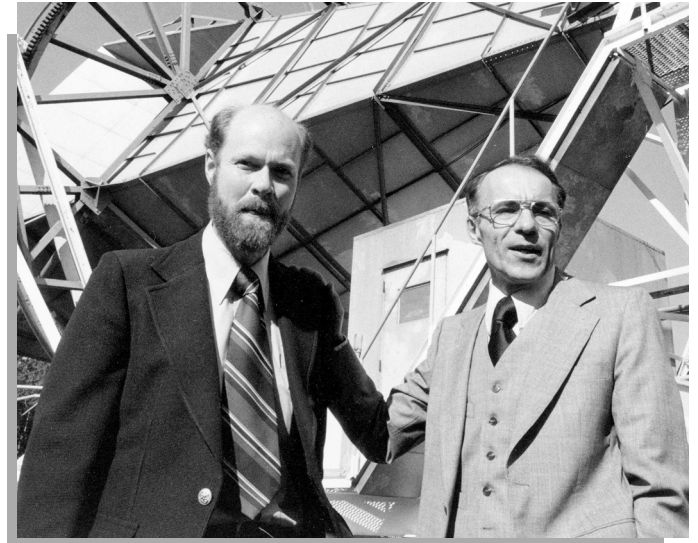


Figure 4: Robert W. Wilson (à gauche) et Arno Penzias posent à côté de leur antenne après avoir reçu le prix Nobel en 1978 pour avoir découvert la lueur du Big Bang.. (AP)

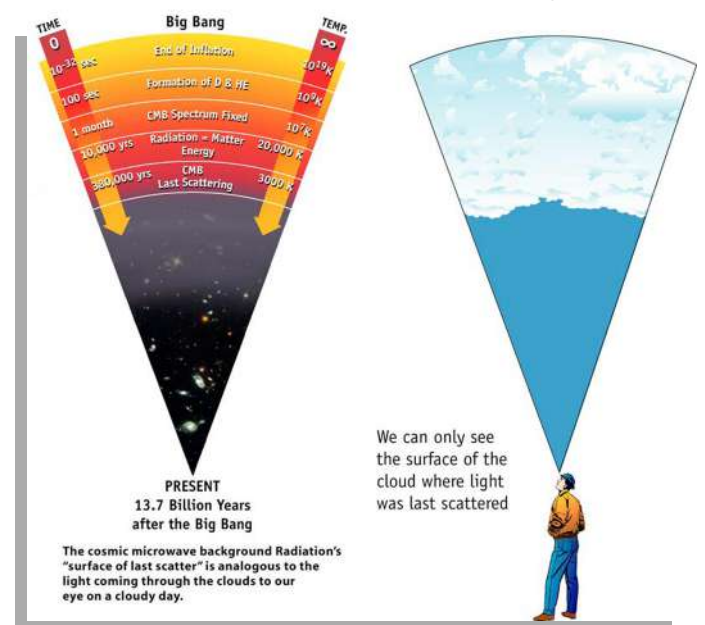


Figure 5: Surface de dernière diffusion. (Légende: à gauche: présent, 13.7 milliards d'années après le big bang. Le rayonnement du fond diffus cosmologique, ou "surface de dernière diffusion" est similaire à la lumière traversant les nuages jusqu'à nos yeux par temps nuageux.; à droite: Nous ne pouvons voir uniquement la surface des nuages, là où la lumière a été diffusée pour la dernière fois. Source: NASA / WMAP science team



Robert Wilson :

Imaginez une vaste mer calme et régulière. Le fond diffus cosmologique, ou CMB, c'est comme voir des ondulations sur cette mer. Et, alors que notre univers, vieux de 380 000 ans, semblait calme et simple, il y avait ces minuscules ondulations, ou différences. Ainsi, avec l'aide de satellites tels que COBE, WMAP et Planck, nous avons découvert que les zones bleues de la carte étaient plus froides d'environ un millième de degré que les zones rouges. Ces variations infimes, aussi minuscules que l'influence d'une bactérie sur un ballon de plage, ont finalement donné naissance aux grandes structures cosmiques que nous voyons aujourd'hui : les galaxies, les étoiles et bien d'autres choses encore. Ce sont les graines qui ont permis l'éclosion de l'univers.

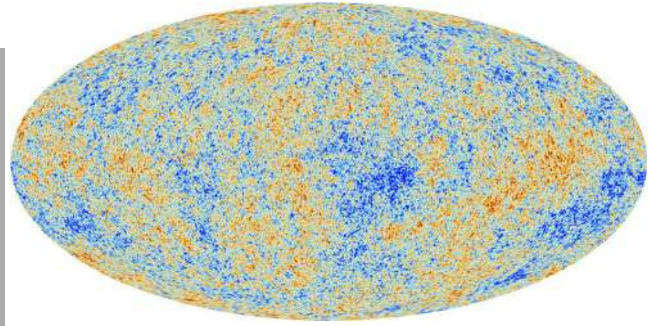


Figure 6: Cette image dévoilée le 21 mars 2013 montre le fond diffus cosmologique (CMB) tel qu'il a été observé par l'observatoire spatial Planck de l'Agence spatiale européenne. Source: ESA et la collaboration Planck.



Élève 1 :

Mais comment de minuscules changements de température finissent-ils par créer... eh bien, tout?



Aron Penzias :

Considérez ces points comme des graines dans le sol. Là où les graines sont plus denses, elles poussent plus vite et plus fort. La gravité, le jardinier de notre univers, a rapproché ces graines ou nuages de gaz. Au fur et à mesure qu'ils se resserraient, ils se sont réchauffés, tout comme vos mains deviennent chaudes lorsque vous les frottez l'une contre l'autre. Lorsqu'ils ont atteint une température d'environ 10 millions de degrés, les protons ont commencé à fusionner, ce qui a entraîné une importante libération d'énergie. Et voilà ! Nos premières étoiles sont apparues, environ 200 millions d'années après le Big Bang.



Élève 4 :

Les étoiles sont donc comme des fleurs qui poussent à partir de ces graines?



Robert Wilson :

Exactement ! Et les plus grandes et plus belles des fleurs - nos étoiles massives - sont encore plus magique. Lorsqu'elles « meurent », elles créent des températures si élevées qu'elles fusionnent les protons en diverses combinaisons, saupoudrant l'univers de toutes sortes d'éléments du tableau périodique, comme l'or. Nous appelons ces événements des supernovas. Imaginez un grand feu d'artifice, où chaque explosion laisse derrière elle des poussières d'étoiles particulières. Ces poussières d'étoiles ont tourbillonné, dansé et fini par s'agglutiner pour former des planètes et des lunes autour de nouvelles étoiles.



Élève 1 :

C'est ainsi que notre système solaire s'est formé?



Robert Wilson :

C'est exact, Élève 1. Maintenant, regardez la Terre, parfaite avec ses océans d'eau liquide. Dans les profondeurs de ces océans, une chimie fantastique s'est mise en place. Les atomes se sont combinés dans toutes sortes de combinaisons exotiques. C'est là que la vie a commencé.



Élève 2 :

C'est donc là que nous, les humains, sommes apparus?



Aron Penzias :

Oui, élève 2. Les humains sont apparus il y a environ 200 000 ans. Ce qui nous distingue, c'est notre capacité à communiquer et à partager nos connaissances avec précision. Ce qui signifie que nos connaissances peuvent survivre aux individus qui ont appris ces informations.



Élève 2 :

Mais Dr. Penzias, qu'en est-il du tout début ? Que s'est-il passé avant et pendant le Big Bang?



Aron Penzias :

Ah, élève 2, la question la plus intrigante de toutes ! Nous n'en sommes pas encore tout à fait sûrs. Pour le comprendre, il faut une théorie qui unifie la relativité d'Einstein et la mécanique quantique, ce à quoi les scientifiques travaillent activement. Nous ne savons pas ce qui a déclenché le Big Bang, ni s'il y a eu des univers avant le nôtre. À ce stade, nous avons plus de questions que de réponses.



Élève 3 :

Nous faisons donc partie de ce voyage cosmique?



Robert Wilson :

En effet, Élève 3. N'oubliez pas que nous sommes tous faits de poussière d'étoiles. Nous ne sommes pas séparés de l'univers, nous en faisons partie. On pourrait même dire que nous sommes le résultat des expériences de l'univers. Avez-vous d'autres questions ?



Élève 1 :

Oui, j'aimerais savoir pourquoi on appelle ça « fond diffus cosmologique ».



Aron Penzias :

Excellente question, élève 1. Imaginez l'univers comme une vaste toile en évolution. Au début, cette toile était remplie d'une lumière ardente et brillante, comme les couleurs vives que l'on voit sur une nouvelle peinture. Au fur et à mesure de l'expansion de l'univers sur des milliards d'années, cette lumière s'est étirée et refroidie, tout comme les couleurs s'estompent et s'étirent sur un vieux tableau patiné par le temps.



Robert Wilson :

L'éclat originel de la lumière, semblable à celui des couleurs visibles, s'est étiré, ou diffusé dans des longueurs d'onde plus grandes. Ainsi, au lieu de voir la lumière comme le blanc jaunâtre d'origine, elle apparaît maintenant dans la partie micro-ondes du spectre, qui est au-delà de la région rouge, ou infrarouge, que nos yeux peuvent percevoir. C'est pourquoi on parle de « fond diffus cosmologique » (ou cosmic microwave background, CMB, en anglais), car il s'agit de la rémanence de la création de l'univers, désormais détectable dans la fréquence des micro-ondes, plus diffuse que la lumière originelle.



Quark :

Merci à vous, Prof. Penzias et Prof. Wilson. Nous allons maintenant retourner à l'école, dans le « Labo Actif » où le professeur a préparé une expérience qui permettra aux élèves de visualiser ce concept d'étirement et son effet sur la lumière. Ils comprendront ainsi mieux pourquoi la lumière de l'univers, autrefois ardente, nous apparaît aujourd'hui sous forme de micro-ondes.





Labo actif

Activité: L'expansion de l'univers et l'étirement du spectre



Objectif :

Fournir aux élèves une représentation tangible de la façon dont l'expansion de l'univers étire les ondes lumineuses, ce qui donne lieu au fond diffus cosmologique.



Temps de préparation : 5 minutes



Temps pour l'activité : 10 minutes



Matériel nécessaire :

- Bande élastique (environ 30 cm de long)
- Feutre ou marqueur
- Règle ou ruban à mesurer
- Tableau de référence du spectre électromagnétique



Procédure :

1. Dessin d'ondes :

- Chaque élève ou groupe reçoit une bande élastique.
- À l'aide d'un feutre et d'une règle, dessinez des points régulièrement espacés sur l'élastique. Ces points représenteront la crête d'une onde lumineuse visible. (Pour cette activité, chaque millimètre sur l'élastique représente 100 nm. Placez donc les points à environ 5 ou 6 mm les uns des autres.)
- À l'aide du tableau du spectre électromagnétique, déterminez et notez la couleur qui correspond à la longueur d'onde que vous avez représentée avec vos points.
- Reliez ensuite les points en dessinant une onde (figure 7)

2. Étirer l'Univers :

- Une fois les points dessinés, les élèves doivent tracer le reste du motif ondulé en reliant les points, afin de mieux visualiser l'onde.

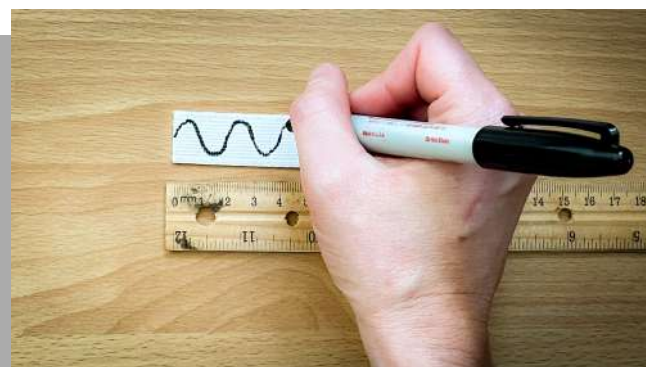


Figure 7: Dessiner des segments d'ondes en connectant les points. Source: NASA/JPL-Caltech

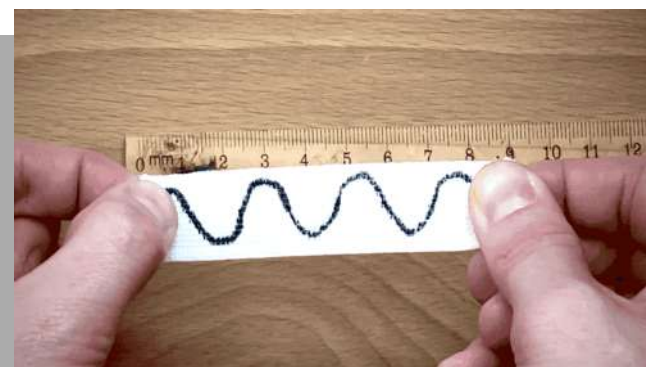


Figure 8: La longueur d'onde dessinée sur l'élastique s'allonge lorsque l'élastique est étiré. Source: NASA/JPL-Caltech

-
- Tenez une extrémité de l'élastique pendant qu'on étire lentement l'élastique. On peut étirer l'élastique jusqu'à sa limite ou seulement en partie.
 - Mesurez et notez la distance entre les points (représentant les crêtes des vagues) pendant que l'élastique est étiré.



Observations :

- Les élèves doivent noter qu'à mesure que l'élastique est étiré, la distance entre les points (ou les crêtes de l'onde) augmente.
- Si les élèves ont utilisé les mesures à l'échelle de l'étape 1, ils doivent maintenant reconvertir leurs nouvelles mesures étirées à l'échelle du nanomètre. En utilisant à nouveau le tableau du spectre électromagnétique, ils doivent identifier où se situe leur nouvelle onde étirée.



Discussion et conclusion :

Professeur :

Très bien, tout le monde ! Maintenant que nous avons réalisé notre expérience, quelles observations avez-vous faites lorsque vous avez étiré l'élastique?

Élève 1 :

La distance entre les points augmentait au fur et à mesure qu'on l'étirait.

Professeur :

Précisément. Et quel est le rapport avec l'univers et les ondes lumineuses qui s'y trouvent?

Élève 2 :

Tout comme les points de notre élastique, les ondes lumineuses s'étirent au fur et à mesure que l'univers s'étend!

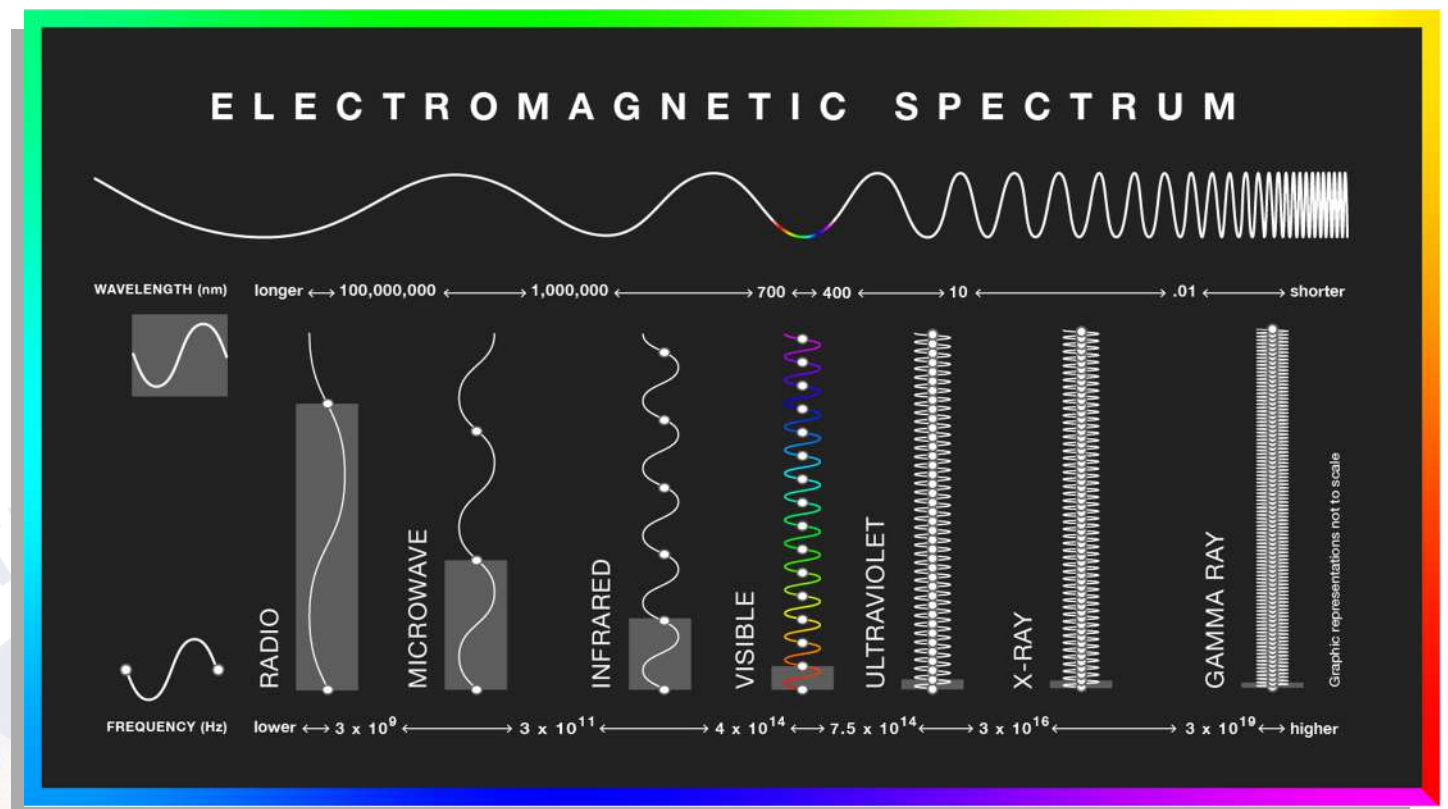


Figure 9: La lumière visible, la sorte de lumière que l'homme peut percevoir avec ses yeux, n'est qu'une infime partie du spectre électromagnétique. Ce tableau compare la longueur d'onde et la gamme de fréquences de chaque type d'onde du spectre électromagnétique. Remarque : les représentations graphiques ne sont pas à l'échelle. Traduction de la légende: "electromagnetic spectrum": spectre électromagnétique; "wavelength": longueur d'onde; "longer": plus long; "shorter": plus court; "frequency": fréquence; "lower": plus basse; "higher": plus haute; "radio": ondes radio; "micro-wave": micro-ondes; "infrared": infrarouge; "visible": lumière visible; "ultraviolet": ultraviolet; "x-ray": rayons X; "gamma ray": rayons Gamma. Source: NASA/JPL-Caltech |

[+ agrandir l'image](#) | [> Télécharger une version imprimable](#)

 Professeur :

Très juste, élève 2. Maintenant, en vous référant au tableau du spectre électromagnétique, où se situait votre onde initiale (points) avant l'étirement?

 Élève 3 :

La nôtre se trouvait dans la section de la lumière visible, représentant une certaine couleur.

 Professeur :

Très bien. Et après l'étirement, où se situait votre onde étirée sur le spectre?

 Élève 4 :

Après l'étirement, elle s'est déplacée vers l'infrarouge et si nous l'étirons davantage, elle se déplace vers la section micro-ondes du spectre. C'est donc comme si la lumière avait changé de forme?

 Professeur :

Exactement. Tout comme les points se sont éloignés les uns des autres sur votre élastique, représentant des longueurs d'onde plus grandes, la lumière de l'univers primitif s'est étirée en raison de son expansion. Quelqu'un se souvient-il du nom que nous donnons à ce phénomène lorsque nous l'observons aujourd'hui?

 Élève 1 :

Le fond diffus cosmologique, ou cosmic microwave background en anglais!

 Professeur :

Très bien, Élève 1. Et pourquoi y a-t-il « microwave », ou micro-ondes dans son nom anglais?

 Élève 2 :

Parce que les ondes lumineuses étirées du début de l'univers nous apparaissent maintenant dans la partie micro-ondes du spectre électromagnétique!

 Professeur :

Bien joué. Ainsi, tout comme les ondes dessinées sur tes élastiques ont été étirées et modifiées, la lumière des débuts de l'univers a été étirée pendant des milliards d'années. Aujourd'hui, nous détectons cette lumière étirée sous la forme du fond diffus cosmologique, une relique des premiers jours de notre univers.

Aujourd'hui, nous avons voyagé depuis la naissance de l'univers jusqu'à son état actuel, en comprenant les processus fondamentaux qui l'ont façonné. Nous avons vu comment la lumière elle-même a évolué, ce qui nous a permis de mieux comprendre le passé de l'univers. Cela nous rappelle que si l'univers est vaste et en constante évolution, nous pouvons, grâce à notre curiosité et à notre intelligence, nous rattacher à son grand récit. Gardez toujours cette étincelle d'émerveillement, car elle est notre pont vers le cosmos. Jusqu'à notre prochain voyage cosmique, continuez à regarder vers le ciel et ne cessez jamais de vous poser des questions. Pour ceux qui souhaitent plonger plus profondément dans cette vaste étendue, la section Bibliothèque cosmique offre un trésor de connaissances qui ne demande qu'à être exploré.



Bibliothèque cosmique (en anglais)



Videos :

[UNDERSTANDING THRESHOLDS OF INCREASING COMPLEXITY](#)

[What is the Cosmic Microwave Background?](#)

[The Beginning of Everything -- The Big Bang](#)

[The Big Bang Theory](#)

[The beginning of the universe, for beginners - Tom Whyntie](#)

[The Big Bang: Crash Course Big History #1](#)

[The Big Bang, Cosmology Part 1: Crash Course](#)

[The Evolution of The Universe Explained by Brian Cox](#)

[Evidence for the Big Bang Theory](#)

[Where Was the Big Bang?](#)

[Picture of the Big Bang \(a.k.a. Oldest Light in the Universe\)](#)

[Misconceptions About the Universe](#)

[Big Bang: The Theory and the Origin of the Universe](#)

[What Emerged from the Big Bang?](#)

[Brian Cox explains Entropy in a short video](#)

[What is entropy?](#)

[Entropy: The Most Misunderstood Concept in Physics](#)



Website :

[The Big History Project](#)

[NASA's summary of the latest discoveries made around the Big Bang](#)

[Big Bang Theory Teacher Resources](#)



Documentaries :

[Into The Universe with Stephen Hawking the Story of Everything](#)

[Origins of the universe, explained](#)



Books :

[A Brief History of time – Stephen Hawking](#)

[The First Three Minutes – Steven Weinberg](#)



Articles :

[What is the Big Bang Theory?](#)

[Cosmic timeline: What's happened since the Big Bang](#)

[The history of the universe: Big Bang to now in 10 easy steps](#)

[The Big Bang - NASA](#)

[The Big Bang - History of the Universe](#)

[Top 10 Facts About The Big Bang Theory](#)



Quiz :

[Threshold 1: The Big Bang](#)

[The Big Bang](#)



Games :

[Escape the Cosmic Microwave Background Maze Activity](#)

[Tour of the Map of the Big Bang](#)



Glossaire

Entropie: Mesure du degré de désordre ou de hasard dans un système. La deuxième loi de la thermodynamique stipule que l'entropie d'un système isolé a tendance à augmenter avec le temps, ce qui signifie que les systèmes deviennent de plus en plus désordonnés.

Big Bang: L'événement théorique marquant le début de l'univers. On pense que l'univers est né d'un point extrêmement chaud et dense il y a environ 13,7 milliards d'années et qu'il n'a cessé de s'étendre depuis lors.

Conditions « Boucle d'or »: Se réfère aux conditions qui sont « parfaites » pour qu'un phénomène spécifique se produise. Ce terme est dérivé de l'histoire de Boucle d'or et les trois ours, dans laquelle Boucle d'or préfère les choses qui ne sont extrêmes ni dans un sens ni dans l'autre.

Galaxie: Système massif composé d'étoiles, d'amas d'étoiles, de systèmes planétaires, de nuages interstellaires et de matière noire, tous liés par la gravité.

Cosmique: Lié à l'espace ou à l'univers.

Rayonnement: Énergie qui se propage sous forme d'ondes ou de particules. Dans ce contexte, il s'agit de l'énergie libérée au cours des premières étapes de la formation de l'univers.

Diffusion: L'expansion rapide de l'univers depuis son origine, passant d'une taille inférieure à celle d'un atome à une taille beaucoup plus grande presque instantanément.

Particules subatomiques: Particules subatomiques.

Quarks: Particules fondamentales qui se combinent de diverses manières pour former des particules plus grandes, comme les protons et les neutrons.

Antimatière: Le « contraire » de la matière normale. Lorsque l'antimatière et la matière se rencontrent, elles se détruisent mutuellement.

Hadrons: Particules composées de quarks. Les protons et les neutrons sont des exemples de hadrons.

Protons: Particules chargées positivement que l'on trouve dans le noyau d'un atome.

Neutrons: Particules sans charge, également présentes dans le noyau d'un atome.

Noyau: Partie centrale de l'atome, contenant les protons et les neutrons.

Hydrogène: L'élément le plus simple et le plus léger de l'univers. Son atome est constitué d'un proton et d'un électron.

Kelvin: Unité de température. 0 Kelvin (zéro absolu) est la température la plus basse possible, où tous les mouvements moléculaires s'arrêtent.

Fond diffus cosmologique (Cosmic microwave background ou CMB en anglais): Sorte de « rémanence » du Big Bang. Il s'agit d'un instantané de l'univers lorsqu'il était très jeune, montrant de minuscules différences de température dans le cosmos primitif.

Surface de dernière diffusion: Point de l'histoire de l'univers où la lumière a été diffusée ou a rebondi sur la matière pour la dernière fois avant de pouvoir se déplacer librement.

Supernova Explosion stellaire qui se produit lorsqu'une étoile massive atteint la fin de son cycle de vie, entraînant la dispersion des éléments.

Fusion de protons: Processus au cours duquel les protons se combinent pour former un noyau plus lourd, libérant ainsi de l'énergie.

Tableau périodique: Tableau des éléments chimiques classés par ordre de numéro atomique.

Relativité: Théorie d'Einstein qui décrit la relation entre l'espace et le temps.

Mécanique quantique: Branche de la physique qui étudie le comportement des plus petites particules et ondes à l'échelle atomique et subatomique.

Poussière d'étoiles: Les restes ou la poussière laissés par les étoiles mourantes, qui peuvent former de nouvelles étoiles, des planètes et d'autres objets célestes.

Spectre électromagnétique: Gamme de tous les types de rayonnements électromagnétiques, des ondes radio aux rayons gamma.

Crêtes d'onde: Les points d'une onde qui ont la valeur maximale ou le plus grand déplacement vers le haut au cours d'un cycle.

Longueur d'onde: La distance entre les crêtes successives de l'onde.

Fréquence: Le nombre d'ondes qui passent par un point fixe dans un laps de temps donné.

Nanomètre (nm): Unité de longueur du système métrique, égale à un milliardième de mètre.



This article/publication is based upon work from COST Action CA21136 – “Addressing observational tensions in cosmology with systematics and fundamental physics (CosmoVerse)”, supported by COST (European Cooperation in Science and Technology)

COST (European Cooperation in Science and Technology) is a funding agency for research and innovation networks. Our Actions help connect research initiatives across Europe and enable scientists to grow their ideas by sharing them with their peers. This boosts their research, career and innovation.

www.cost.eu

