

Sciences et croyances

Le Big Bang

Les élèves sont amenés au cours de leur vie et de leur scolarité à se questionner sur l'origine de l'Univers. Pour certains, ce questionnement pourra être source de confrontation entre leurs croyances religieuses et les enseignements transmis dans le cadre de l'école, voire même de remises en cause, parfois virulentes au sein des classes.

Afin d'aider les enseignants de toutes disciplines, ce document revient sur la notion de « Big Bang » et d'évolution de l'Univers afin d'apporter les outils sémantiques et scientifiques pour répondre aux questions que chacun se poserait et permettre ainsi à chaque élève de concilier ses apprentissages scientifiques avec sa foi.

Document 1 : synthèse de « L'Histoire de l'Univers selon le modèle du Big Bang »

Aujourd'hui notre Univers est constitué d'étoiles, de galaxies, d'amas de galaxies et de vide immense. Pourtant il n'en a pas toujours été ainsi.

A sa naissance, il y a plus de 13 milliards d'années, la matière était répartie de manière uniforme. **L'origine et l'évolution de l'Univers sont décrits par le modèle du Big Bang** (Cf. Doc 3). Il y a 13,7 milliards d'années, le Big Bang secoue l'Univers transformant l'énergie en matière. C'est le début de son expansion et sa température ne cessera de diminuer.

- Aux premiers instants, notre Univers se présente sous la forme d'une soupe dense et extrêmement chaude de particules (de lumières et de matières). Ces particules interagissent entre elles, entrent en collision et créent de nouvelles particules.
- De 3 à 20 min après le Big Bang, la création de **noyaux légers** (hydrogène, hélium et lithium) débute. Lorsque la température est inférieure à 1 milliard de Kelvin, cette nucléosynthèse primordiale s'achève.
- Puis 380 000 ans plus tard, a lieu la formation des **premiers atomes**. Il n'y a alors plus d'interaction avec les particules de lumière, qui peuvent alors circuler librement, c'est la plus ancienne trace de l'Univers détectable aujourd'hui, appelée **fond diffus cosmologique**.
- Par la suite, l'espace se déforme sous l'effet de la gravitation : atomes et lumière y sont entraînés. La formation des grandes structures débute. 100 millions d'années après le Big Bang : c'est la naissance des grandes étoiles. La fusion des noyaux légers dans le centre des étoiles permet la formation de **noyaux plus lourds** (carbone, oxygène, et azote) : c'est la nucléosynthèse stellaire.
- L'Univers se peuple alors d'**étoiles**, qui vont se regrouper en **galaxies** sous l'effet de la gravitation. *Ainsi naît le Soleil au sein d'un nuage de poussière et de gaz en rotation concentré sur lui-même il y a 4,5 milliards d'années. Puis les autres astres se sont formés : La Terre (dont la vie est apparue il y a 3,5 milliards d'année), ainsi que 7 autres planètes, des planètes naines, des comètes, des astéroïdes tournent autour du Soleil, structurant ainsi le système solaire. Ce système, ainsi que d'autres, se regroupent alors dans la galaxie de la Voie Lactée, galaxie spirale en rotation sur elle-même. Le Soleil se trouve vers sa périphérie, tournant autour du centre de cette galaxie.*
- Les galaxies se réunissent ensuite pour former de plus grandes structures : **les amas**, dans lesquels les galaxies sont en mouvement et tournent sur elles-mêmes. Ces amas sont reliés entre eux par des filaments de galaxies et forment les plus grandes structures de l'Univers : **les superamas**. Entre eux, il existe **d'immenses zones de vide**, représentant quelque 90 % du volume total de l'univers. L'Univers est alors décrit comme « lacunaire ».
- Depuis 6 milliards d'années, on observe une accélération de l'expansion de l'Univers.

*En partie extrait de la vidéo en ligne « L'histoire de l'Univers selon le modèle du Big Bang » :
<https://irfu.cea.fr/Phocea/Video/index.php?id=328> (2018 ; 5 min 25 s)*

Document 2 : Qu'est-ce qu'un modèle ? Pourquoi modéliser ? Quelles sont les limites d'un modèle ?

La difficulté de formuler une définition du modèle tient largement à la polysémie du mot lui-même, tant dans le champ scientifique que dans le langage courant, polysémie qu'illustre parfaitement la diversité des objets que l'on trouve affublés du qualificatif de modèle. Il existe ainsi une abondante littérature consacrée à ce travail de définition. [...].

Néanmoins, on peut sans crainte de se tromper énoncer qu'une définition consensuelle doit être suffisamment vaste pour englober le plus grand nombre possible de cas singuliers. [...] **Un modèle est une représentation [...] de tout ou partie de ce que les scientifiques nomment une « théorie ».**

Les faits sont hors de nous tandis que la théorie, en tant qu'objet de pensée, réside en nous. Le modèle, lui, se situe à l'interface entre la théorie et les faits. Il constitue un moyen (parmi d'autres) de matérialiser la théorie, [...] au sens de rendre appréhendable, communicable, explicable, une pensée qui se cache en nous. Le modèle est un moyen [...], un moyen tourné vers les autres, dans le but de leur communiquer ou de leur expliquer la théorie. Car le modèle permet aussi de réfléchir, d'interroger, sa propre pensée. [...] Ainsi, loin d'être une pure abstraction, ou un artifice détaché du réel, le modèle se construit à partir de faits et s'enrichit par des allers-retours permanents entre la pensée et le réel. [...].

N'oublions pas [...] que bien des modèles assument de donner une image déformée de la réalité. C'est notamment le cas des modèles qui ne respectent pas les données spatiales ou temporelles. [...] Enfin, la plupart des modèles ne représente qu'une partie d'une théorie. Cette simplification est volontaire. Sans elle, la modélisation aboutirait à une telle somme de connaissances qu'elle en deviendrait inexploitable. [...] On doit donc accepter que la relative pauvreté d'un modèle est consubstantielle de son opérabilité. [...].

Les modèles sont donc des outils et comme chaque outil leur utilisation requiert de prendre certaines précautions. [...] **Le modèle ne contient pas le vrai, il ne fait que représenter la manière dont la Science s'en approche.**

*Extrait de l'article en ligne « Qu'est-ce qu'un modèle ? »
du site Sciences de la Vie et de la Terre de l'académie de Nice :
<https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/?p=1392>*

Document 3 : le modèle du Big Bang

Il y a une confusion même sur le sens du terme « Big Bang ».

Pour le grand public, « Big Bang » fait référence à l'origine de l'Univers, expression traduite littéralement par les termes de « grosse explosion », qui induit ainsi une image erronée de la naissance de l'Univers.

Pour les scientifiques, ce terme désigne un modèle physique qui reconstitue l'évolution de l'Univers sur 13,7 milliards d'années. Cette évolution s'appuie sur le fait que dans un passé très lointain, l'Univers, observable, était dense, chaud, énergétique, et plus petit que l'Univers actuel. Cette théorie a été énoncée par le chanoine Georges Lemaître, prêtre belge, astronome et physicien, dès 1927, appuyée deux ans plus tard par une publication d'Edwin Hubble. **Et la réalité de cet Univers primordial fut établie lors de la découverte en 1965 du fond diffus cosmologique. Ainsi par la découverte de ce rayonnement fossile, on peut observer et comprendre l'état de l'Univers à ce moment.** Mais cet état ne constitue pas l'origine de l'Univers, et aujourd'hui encore, la science cherche, à chaque étape, à s'en approcher davantage, par l'élaboration de théories, conjectures, discussions, ou encore expérimentations. Ces questionnements fragmentent la communauté scientifique, comme elle permet aussi à ces différentes idées de se nourrir et de se développer.

Ainsi en améliorant avec le temps nos connaissances théoriques et nos instruments, le modèle du Big Bang évoluera lui aussi pour rendre compte « au plus proche » de l'origine de l'Univers.

Document 4 : Big Bang et croyances

L'homme s'est longtemps questionné et se questionne encore aujourd'hui sur l'origine du monde. Pour y répondre, il met à son service **la science et la foi**.

Par le mot « **science** », qui provient du latin et apporte la signification de savoir, de connaissance à ce terme, l'homme entend chercher à comprendre et expliquer le monde. La science repose sur des piliers essentiels : l'observation, l'expérimentation, l'élaboration de théories et leur réfutabilité. Cette recherche tend à l'obtention d'une **vérité scientifique**, décrite par des théories, elles-mêmes corroborées par les faits (en attendant qu'elles soient infirmées).

Quant à la **foi**, celle-ci s'exprime à travers des croyances religieuses et/ou l'adhésion à une religion, fondées sur des textes, des récits, dont l'interprétation n'a pas à se faire dans le sens littéral des termes, et fait état d'une quête de sens, celle de l'existence. Cette quête permet la recherche d'une **vérité spirituelle**.

Au cours de l'histoire, science et foi ont été souvent liées, voire confondues. En effet, les religions ont souvent favorisé la recherche et le développement des connaissances scientifiques pour permettre notamment la pratique de leur culte ; comme elles ont pu à d'autres périodes s'y opposer.

Et la théorie du Big Bang s'inclut dans cette histoire mouvementée entre science et foi.

Apparue dans les années 1920 et initialement écrite par le chanoine Georges Lemaitre, la théorie du Big Bang bouscule dans un premier temps les esprits, car cette théorie ressemble davantage à une théorie de la création, telle qu'elle est élaborée par les chrétiens. Ainsi apparaît plusieurs années après, le mot de Big Bang utilisé alors pour caricaturer cette pensée. Aujourd'hui, les scientifiques ne savent pas si ce modèle peut suggérer le commencement de l'Univers, car les lois connues de la physique n'y sont pas applicables. Et ils se heurtent alors à l'idée que l'existence de l'Univers ne peut se réaliser à partir du néant, ne peut se produire à partir de rien. La science cherche encore à reconstituer le commencement de l'Univers à partir de la connaissance de l'Univers tel qu'il est aujourd'hui.

Ainsi bien que la communauté scientifique s'accorde depuis presque un siècle sur l'origine de l'Univers il y a 14 milliards d'années, cette théorie du « Big Bang » ouvre le débat avec les récits de la création, et notamment sur la question de son commencement...

Cependant si la science cherche à comprendre le comment, la foi s'intéressera à appréhender le pourquoi. Ainsi science et foi ne sont pas incompatibles et chacune aborde la question du commencement avec une finalité différente.

Document 5 : comment les scientifiques savent ... que l'Univers est en expansion ?

Le fait que l'Univers soit en expansion depuis le Big Bang semble être une connaissance acquise depuis longtemps alors qu'on le sait depuis à peine un siècle.

A la fin du XIX^{ème} siècle, on commence à recenser des milliers de nébuleuses (nuages un peu flous) dans le ciel, à les cartographier et à les classer comme Charles Messier, puis William et Caroline (surtout) Herschel.

Une partie d'entre elles intrigue particulièrement les astronomes : les nébuleuses spirales. A l'époque, on ne connaît pas le concept de galaxie. Cependant, on a compris que nous vivons au sein de la Voie Lactée (qui est notre propre galaxie). La communauté scientifique est divisée sur la nature des nébuleuses spirales. L'Académie des sciences américaines organise alors un grand débat en 1920 : les nébuleuses sont-elles dans ou hors de la Voie Lactée ? Deux scientifiques Harlow Shapley et Herber Curtis exposent chacun leur propre thèse et nourrissent ainsi la controverse. Alors qu'en 1918, Vesto Slipher découvre que la lumière de ces nébuleuses spirales se décale vers le rouge signe qu'elles s'éloignent selon l'effet Doppler mais sa découverte passe à la trappe. Au même moment, une astronome américaine Henrietta Swan Leavitt découvre comment calculer la distance entre un certain type d'étoile (céphéïdes) et la Terre, grâce à leur variation de brillance. En 1923, Edwin Hubble observe une étoile céphéïde dans la nébuleuse spirale d'Andromède et, en s'appuyant sur les travaux de Henrietta Swan Leavitt mesure sa distance. Ainsi, il se rend compte qu'elle est hors de la Voie lactée. Il en déduit que ces nébuleuses spirales sont des galaxies similaires à notre voie lactée. C'est une révolution : on se rend compte que l'Univers est beaucoup plus grand que tout ce qu'on avait pu imaginer ! En 1929, Edwin Hubble qui a déterrés les travaux de Vesto Slipher (sans le citer) montre que plus les galaxies sont loin, plus elles s'éloignent vite (ce qu'avait prédit l'abbé Lemaître en 1927). L'univers en plus d'être gigantesque est en expansion ! L'abbé Le maître pousse la réflexion plus loin en disant que si l'Univers est en expansion, il a forcément été plus petit aujourd'hui.

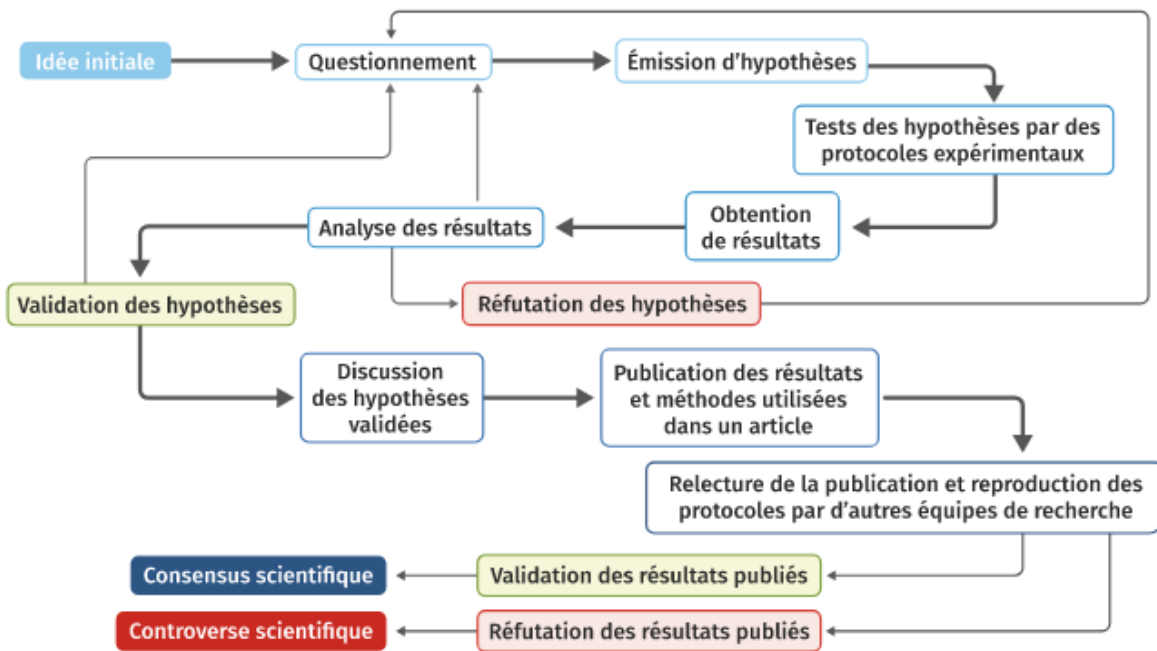
C'est de ce postulat qu'est née la théorie du Big Bang qui suppose que l'Univers s'est dilaté très rapidement, il y a 13,7 milliards d'années. A l'origine, l'Univers était très chaud (des milliards de milliards de degrés) et très dense (il tenait dans un espace infiniment petit). **Cela semble tellement incroyable que ce modèle n'est pas facilement accepté. L'astronome Fred Hoyle se moqua de ce modèle en 1949 : « haha cela aurait fait une sorte de gros Bang « c'est ça ?! N'importe quoi ! ». C'est lui qui est l'origine du terme « Big Bang ».**

Depuis les années 1920, de nombreuses observations confirment pourtant la théorie du Big Bang de manière spectaculaire comme le fond diffus cosmologique : la première lumière émise après le Big Bang détecté par l'antenne d'Arno Penzias et Robert Wilson en 1964.

Texte extrait et adapté du livre « comment les scientifiques savent... ? » par Eric Lagadec, Kristel Chanard, Nicolas Coltice, et Alexandre Chubnel.

Construction d'un savoir scientifique :

C'est à travers la recherche scientifique, réalisée par les chercheuses et les chercheurs dans tous les laboratoires du monde, que sont construits les savoirs scientifiques. Cette construction s'effectue autour d'observations et d'expérimentations à partir desquelles des conclusions sont formulées. De l'idée au consensus scientifique (ou à la controverse), le processus est long et peut prendre plusieurs années.



D'après <https://www.lelivrescolaire.fr/page/12138115>

Ressources :

- « Science grand format – L'Univers : aux Sources du Big Bang » : <https://www.france.tv/france-5/science-grand-format/4632613-l-univers-aux-sources-du-big-bang.html> (2021 ; 48 min 56 s)
- « Le Bing Bang, mes ancêtres et moi » Épisode 1 : https://www.youtube.com/watch?v=xDmqCgp_IBg (2009 ; 46 min 08s)
- « Qu'est-ce qu'un modèle ? » <https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/?p=1392>
- « Le Big-Bang : de quoi parle-t-on exactement ? » <https://www.cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/physique-chimie/big-bang-klein.aspx> (2018 ; 6 min 13 s)
- « L'histoire de l'Univers selon le modèle du Big Bang » CEA Recherche <https://irfu.cea.fr/Phoce/Vidéo/index.php?id=328> (2018 ; 5 min 25 s)
- « Big Bang » : <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Big-Bang.html>
- « L'origine de l'Univers » : https://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbig/decouv/xchrono/origine/niv1_1.htm
- « Peut-on être scientifique et croire en Dieu ? » : <https://regardsprotestants.com/video/religion-spiritualite/peut-on-etre-scientifique-et-croire-en-dieu/>
- « Peut-on croire en Dieu quand on est scientifique ? » : <https://science.lu/fr/compatibilite-entre-science-foi/peut-croire-en-dieu-quand-est-scientifique>
- « Matinée religieuse de France 2/ le monde des religions - Science et religion, croire et savoir » : <https://www.youtube.com/watch?v=u79RnNXMxPs>
- « Comment les scientifiques savent ... ? » - CNRS édition
- Construction d'un savoir scientifique : <https://www.lelivrescolaire.fr/page/12138115>