



***Arbre généalogique de la théorie
de l'expansion de l'univers***

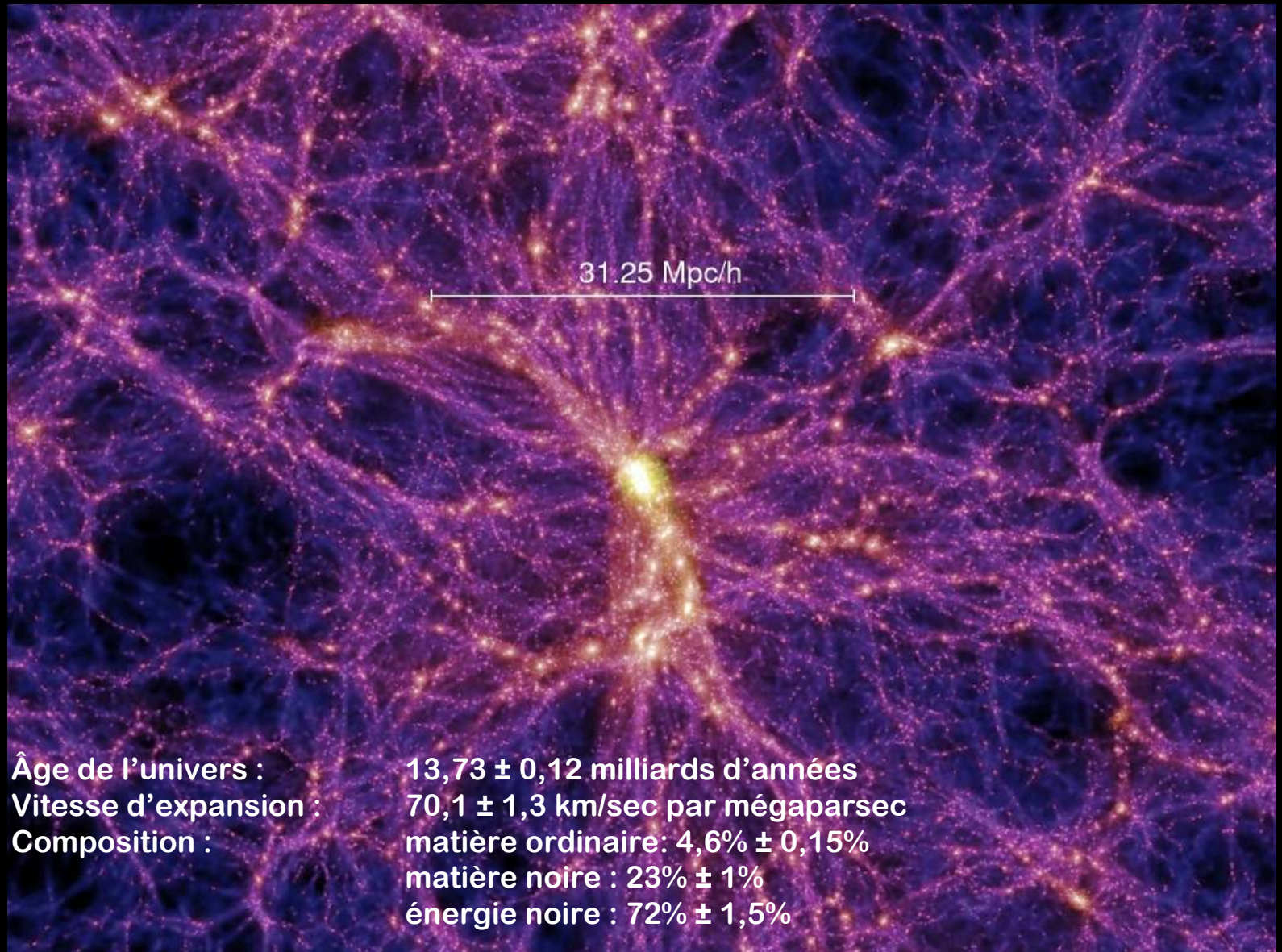
Sylvain Picard

**Club des Astronomes Amateurs de Longueuil (CAAL)
Société d'Astronomie du Planétarium de Montréal (SAPM)
Photons Pèlerins – Astronomes amateurs
Les Innovateurs à l'école et à la bibliothèque**

**www.astro.as2o.com
sylvain.picard@videotron.ca**

Une photo de famille de l'univers avant d'entamer l'exploration de l'arbre généalogique du « Big Bang »

.2



Les principales civilisations expliquent la création de l'univers d'un point de vue mystique

.3



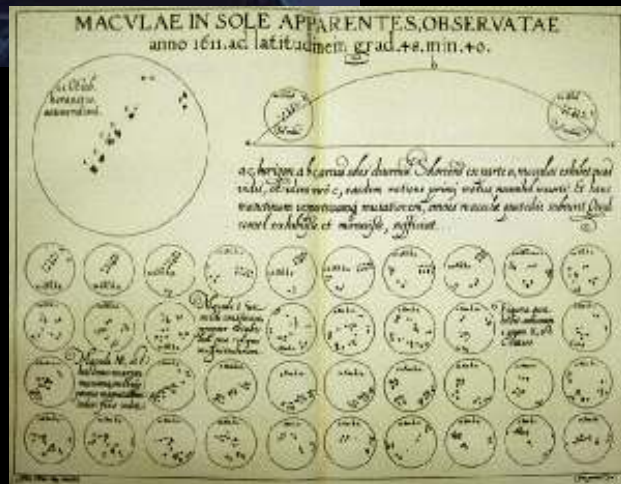
Brahma est le créateur de l'univers selon les hindous

Et Dieu fit les deux grands lumineux, le grand lumineux pour régner sur le jour, et le petit lumineux pour régner sur la nuit ; et les étoiles (Gen. I, 17)



Phan Ku crée le ciel et la Terre en brisant l'œuf cosmique du Yin-Yang
(Chine 600 AD)

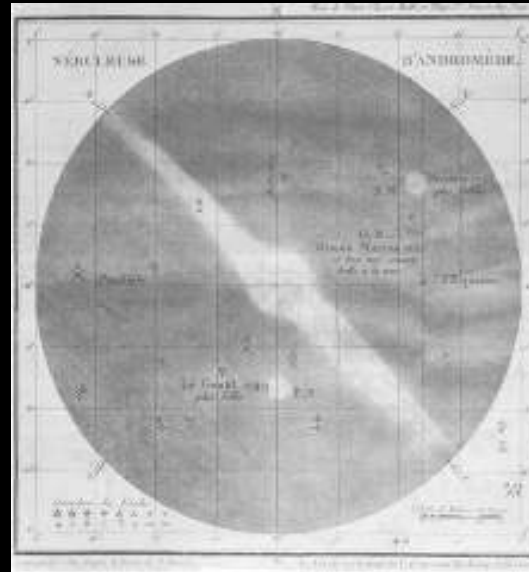
Galileo Galilei (Galilée) confirme la théorie de Copernic et établit les bases de la mécanique orbitale moderne



Jovis, 2 ^o Junij, Martij. 12	Observationes 1610	Jovis, 2 ^o Junij, Martij. 12	Observationes 1610
30. Martij	○○○	30. Martij	○○○
7. Aprilij	○○○	7. Aprilij	○○○
3. Martij	○ + +	3. Martij	○ + +
3. Martij	+ ○	3. Martij	+ ○
27. Martij	○○	27. Martij	○○
6. Martij	○○○	6. Martij	○○○
8. Martij. 17.	+ + +	8. Martij. 17.	+ + +
10. Martij	+ +	10. Martij	+ +
11.	* * *	11.	* * *
11. 4. Aprilij	* * *	11. 4. Aprilij	* * *
17. Martij	* * *	17. Martij	* * *
18. Martij	* * *	18. Martij	* * *

En observant les phases de la Lune et de Vénus, les taches solaires et les satellites de Jupiter, Galilée démontre les contradictions de la théorie géocentrique de Ptolémée datant de plus de 1 500 années (1564 – 1642)

Les héritiers de Galilée utilisent des télescopes de plus en plus puissants pour observer les « nébuleuses spirales »



La nébuleuse d'Andromède de Charles Messier en 1773



Les spirales nébuleuses de Rosse (M33 et M51) (1845)



La théorie de la relativité restreinte de Einstein vient remettre en question la théorie de la gravité de Newton

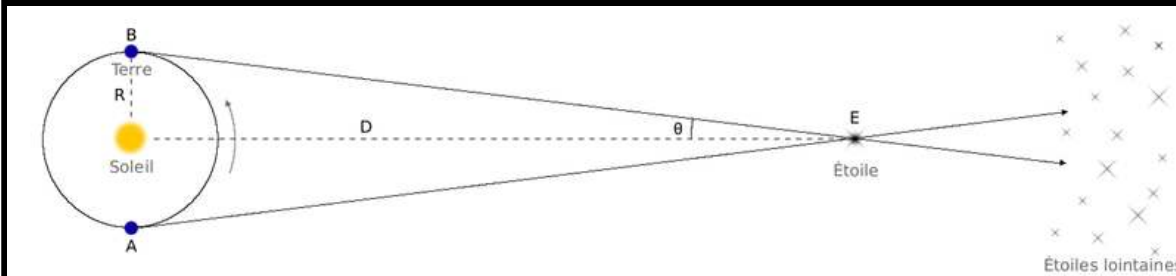
.6



- En 1687, Newton explique la gravité comme une force qui s'exerce sur deux corps en fonction de leur masse et de l'inverse de leur distance
- Permet d'expliquer les interactions entre les objets célestes

- En 1905, Einstein propose une théorie selon laquelle la gravité n'est pas une force, mais une déformation de l'espace-temps sous l'effet de la masse qui s'y trouve
- En plus d'expliquer l'orbite irrégulière de Mercure autour du Soleil, la théorie de la relativité permet de prévoir de nombreux phénomènes, dont la courbure de la lumière à proximité d'une masse importante

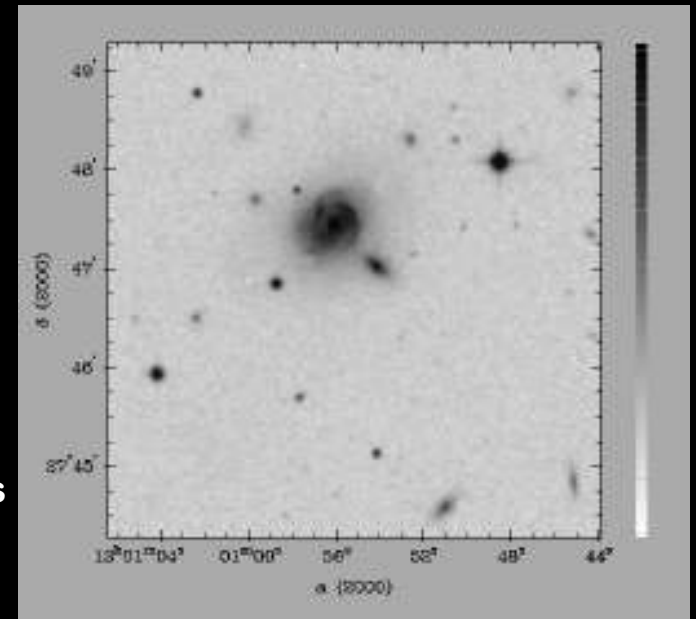
Comment peut-on estimer la distance des objets observés et photographiés ?



La technique des parallaxes est utilisée pendant des centaines d'années pour mesurer la distance des objets dans l'entourage de la Terre



Durant les années 1910, Henrietta Leavitt découvre, dans le Nuage de Magellan, un nouveau type d'étoiles (les Céphéides) permettant d'établir une référence pour mesurer la distance d'objets lointains



Le Grand Débat de 1920 confronte les scientifiques quant aux distances des nébuleuses spirales et à l'existence d'autres galaxies

.8

Harold Shapley



Il appuie la théorie selon laquelle les nébuleuses spirales résident dans notre Voie lactée

Heber Curtis



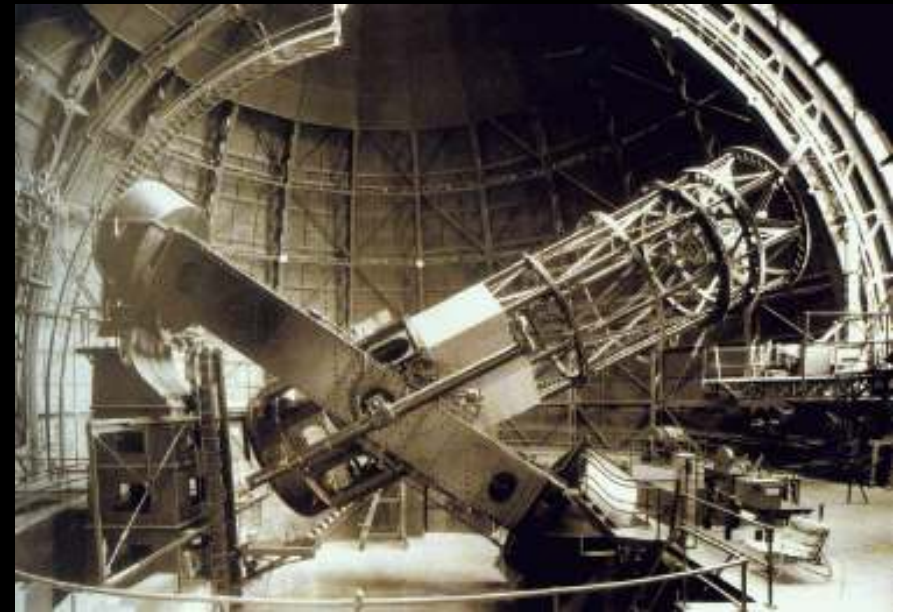
Il affirme qu'il y a des « îlots » de galaxies et que plusieurs spirales nébuleuses sont au-delà de notre Voie lactée

Le Grand Débat ne permet pas de faire de vainqueur, mais la théorie défendue par Shapley continue de rallier la majorité des scientifiques

Avec les grands télescopes, il est dorénavant possible de voir plus loin, ce qui génère plus de questions, soulève des débats et permet de développer de nouvelles théories.



**Observatoire du
Mt Wilson
(télescope Hooker)
(100 pouces/2,5 m)**

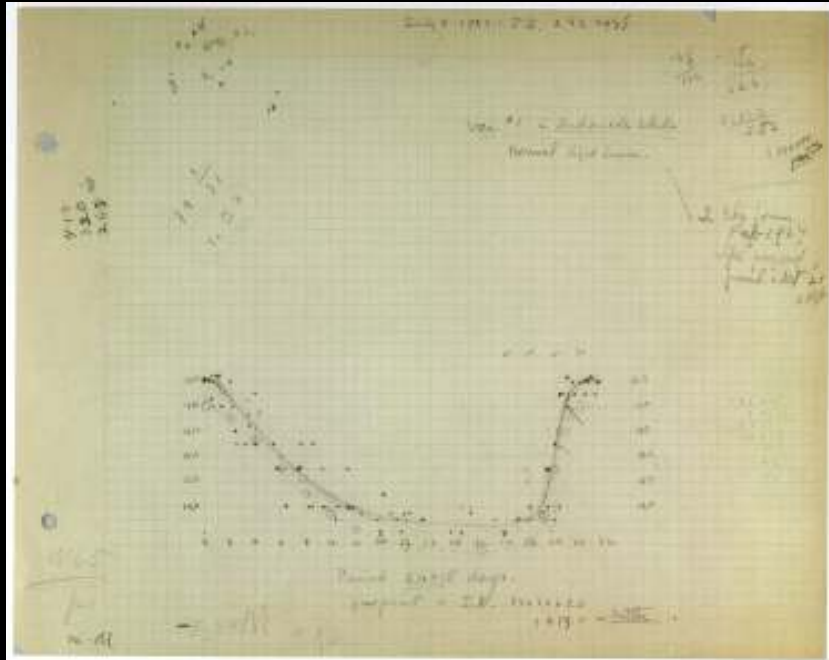


**Observatoire du
Mt Palomar
(télescope Hale)
(200 pouces/5 m)**

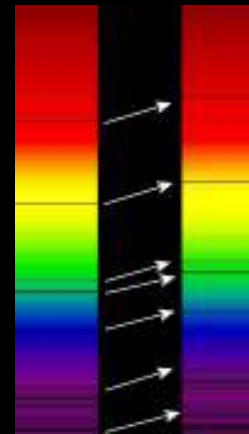











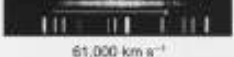
Les découvertes d'Edwin Hubble établissent les bases de la compréhension de l'univers

Il démontre, avec l'aide des Céphéides, que les « nébuleuses spirales » sont bien au-delà de notre galaxie

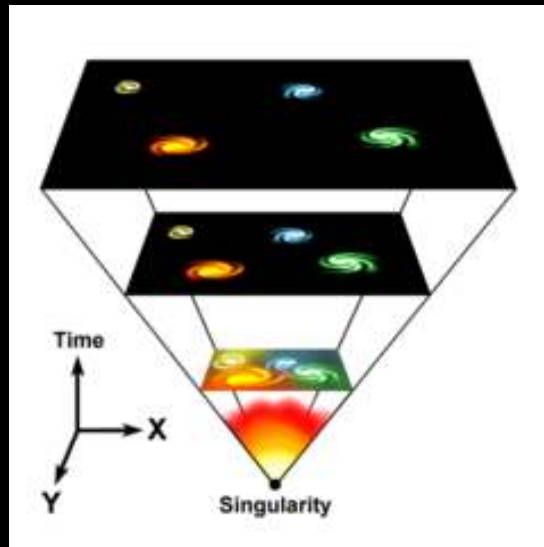


De plus, il démontre, en 1929, que les galaxies se déplacent en mesurant le décalage vers le rouge (« redshift »)



Cluster nebula in	Distance in light-years	Redshifts H + K
 Virgo	78,000,000	 1,200 km s ⁻¹
 Ursa Major	1,000,000,000	 15,000 km s ⁻¹
 Corona Borealis	1,400,000,000	 22,000 km s ⁻¹
 Bootes	2,500,000,000	 39,000 km s ⁻¹
 Hydra	3,960,000,000	 61,000 km s ⁻¹

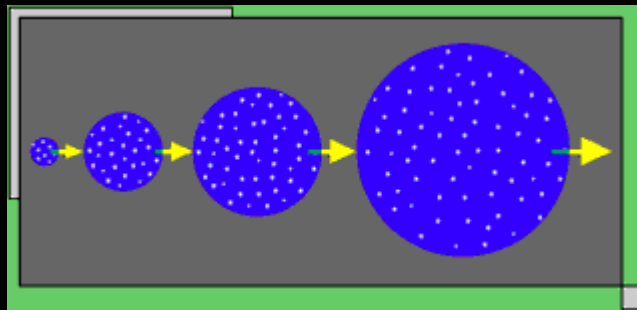
Tous les fondements sont en place pour énoncer les premières théories sur la « naissance » de l'univers



Indépendamment, Alexander Friedmann, en 1922, et le chanoine Georges-Henri Lemaître, en 1927, émettent la théorie que l'univers est en expansion à partir d'une singularité



En 1948, l'équipe de Fred Hoyle, Thomas Gold et Hermann Bondi affirme que l'univers est stable et que la matière s'y développe uniformément et continuellement en fonction de l'expansion (Steady State theory)



C'est Fred Hoyle qui, lors d'une émission radio à la BBC, associe le nom « Big Bang » à la théorie de Lemaître en signe de dérision

.12



Seul le « Big Bang » explique la quantité d'hydrogène et d'hélium présente dans l'univers, mais aucune théorie ne peut résoudre la présence des autres éléments

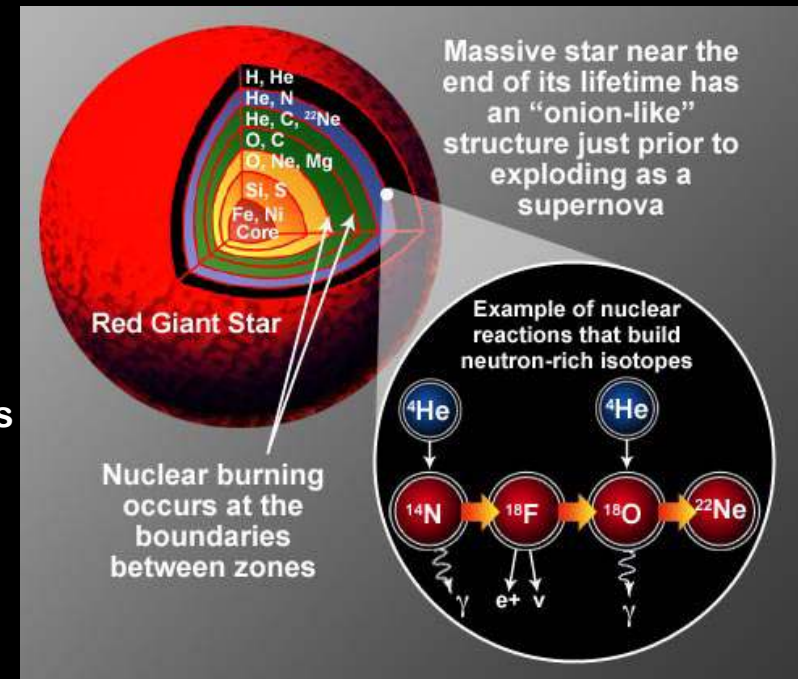
.13



En 1949, Alpher, Herman et Gamow démontrent que la présence d'une très grande abondance d'hydrogène et d'hélium dans l'univers (98 %) provient du « Big Bang ».

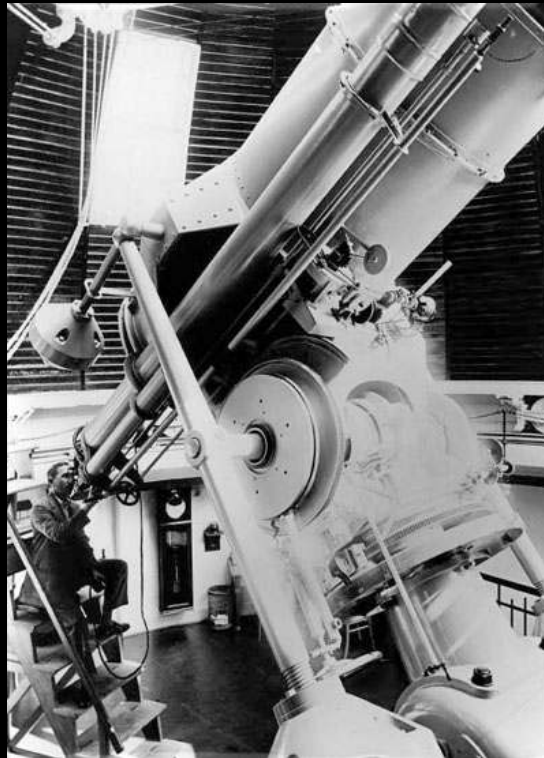
Fred Hoyle explique la création des éléments plus lourds par l'explosion d'étoiles à leur « mort » et le recyclage des matières éjectées dans la naissance de générations subséquentes d'étoiles.

Mais son modèle ne permet pas d'expliquer l'abondance de l'hydrogène et de l'hélium.



Les partisans du « Steady State » affirment que l'univers est éternel alors que, selon la théorie du « Big Bang », la Terre serait plus âgée que le reste de l'univers...

.14



En 1952, Walter Baade met en évidence le fait que les mesures de Hubble étaient erronées. Il démontre l'existence de deux types d'étoiles Céphéides qui permettent de doubler l'âge de l'univers pour le porter à 3.6 milliards d'années.

Allan Sandage, étudiant de Baade, utilise une nouvelle technique d'observation pour faire « vieillir » l'univers à 10 à 20 milliards d'années.



Un vidéo d'une étoile Céphéides

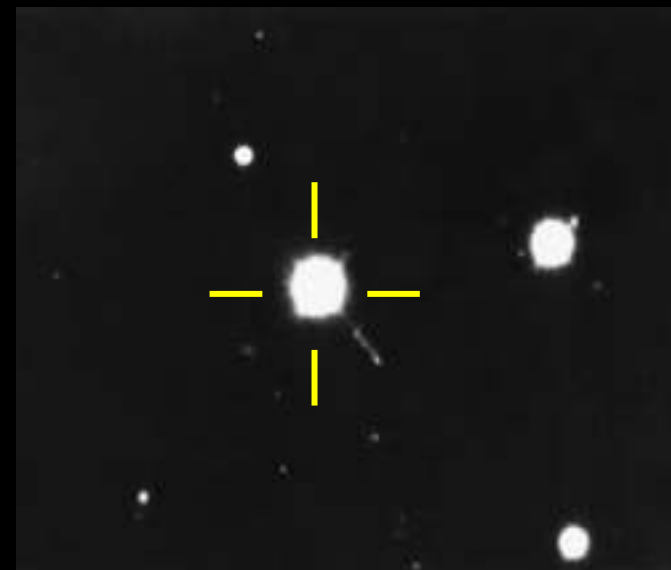
Selon la théorie du « Steady State », les jeunes galaxies devraient être réparties uniformément à travers l'univers alors que le « Big Bang » prévoit qu'elles seront toutes très éloignées



Après un premier essai infructueux (1C), Martin Ryle entreprend, en 1961, un recensement (2C, 3C et 4C) des jeunes galaxies avec l'aide de radiotélescopes.

Il démontre que les jeunes galaxies se trouvent uniquement aux confins de l'univers (fin des années 1950).

En 1963, l'observation d'un quasar (**QUAsy Stellar Astronomical Radio Source**) 3C-273 permet d'identifier un nouveau type d'objets à forte émission qui sont tous situés bien au-delà de notre galaxie.



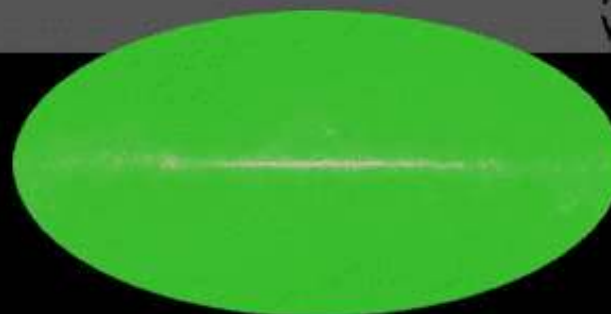
Gamow, Alpher et Herman avaient prédit, en 1948, que le « Big Bang » a laissé un écho qui pourrait être encore mesuré. Dicke et Peebles arrivent à la même conclusion en 1960.

.16

1965



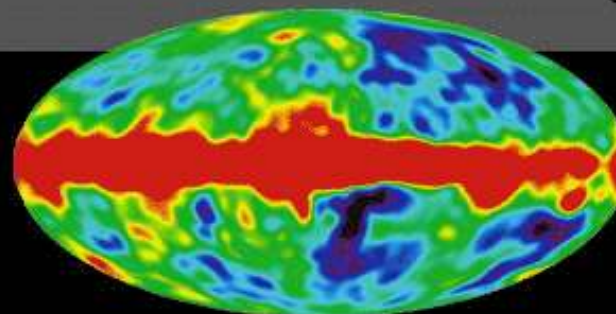
Penzias and
Wilson



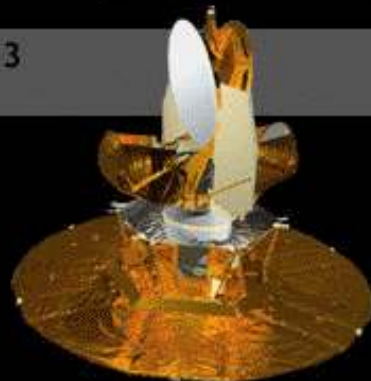
1992



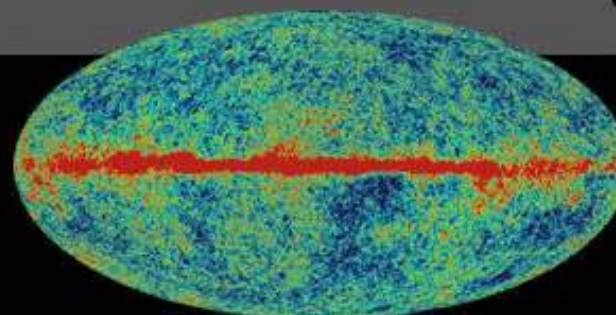
COBE



2003



WMAP



Le « Big Bang » fait dorénavant la « quasi-unanimité » parmi la communauté des cosmologistes...

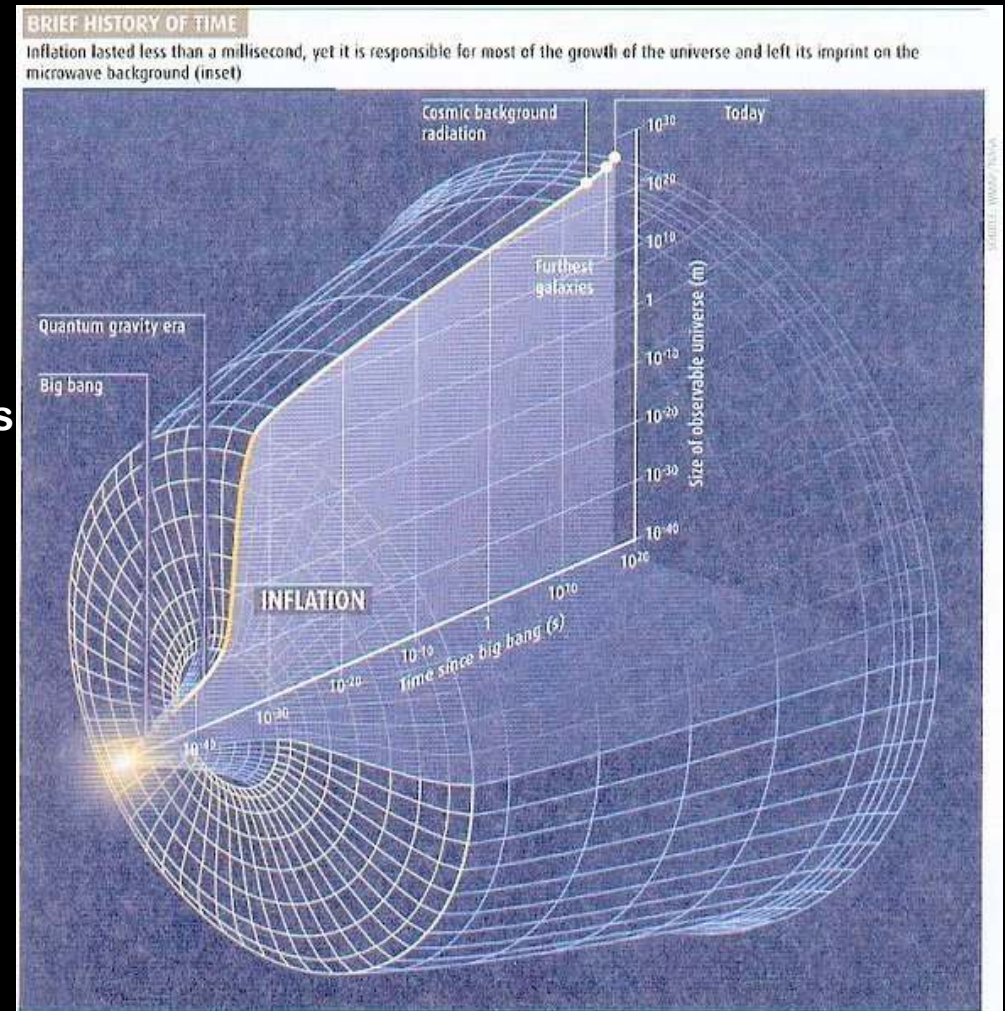


- Le « Big Bang » n'est pas une explosion à partir d'un simple point. Il doit plutôt être imaginé comme l'apparition simultanée de l'espace, du temps, de la matière et de l'univers
- Il n'est pas du domaine du « Big Bang » d'expliquer dans quoi l'univers s'étend et ni d'expliquer ce qu'il y avait avant
- Le « Big Bang » explique uniquement l'expansion de l'univers et la création des éléments

La science moderne permet de raffiner et de préciser le modèle du « Big Bang »

.18

La théorie de l'inflation offre des explications aux failles du « Big Bang » et quelques autres questions toujours non résolues de la cosmologie.



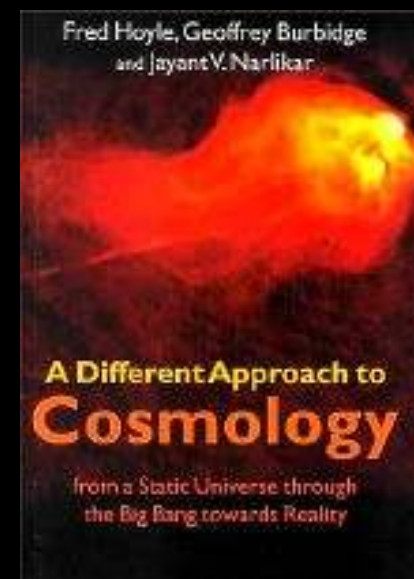
Et quelques autres théories complètent le « Big Bang », dont celle des « supercordes » et de nombreuses variantes

Mais, il demeure quelques théories alternatives qui défient les fondements du « Big Bang »



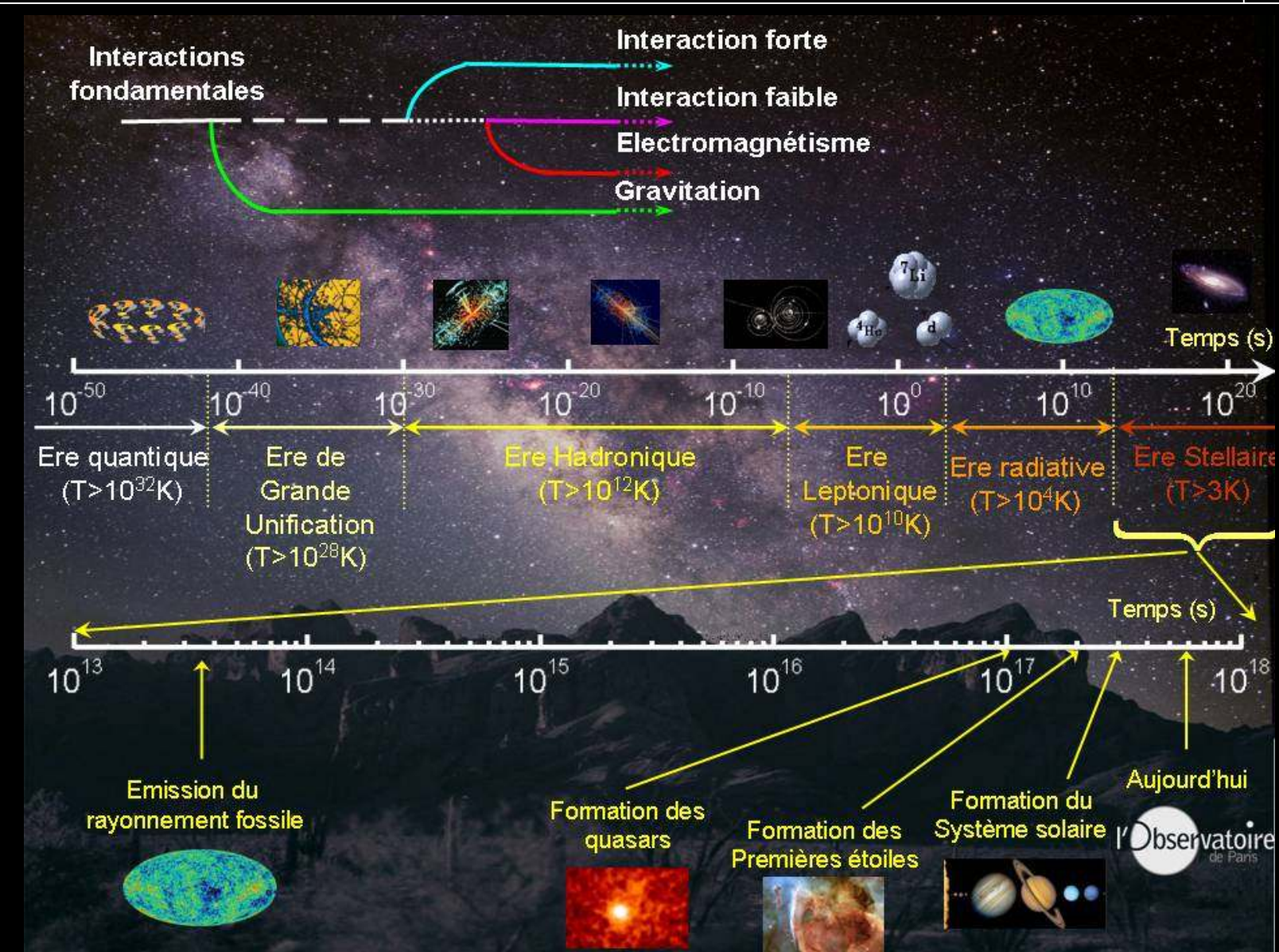
Halton Arp remet en question la notion du « redshift » qui est à la base du « Big Bang ». La variation du spectre serait liée à l'âge des quasars et non à leur distance. Arp favorise un modèle éternel de l'univers à la « Hoyle »

En 1993, Fred Hoyle, Geoffrey Burbidge, et Jayant V. Narlikar élaborent la théorie du « Quasi Steady State » qui actualise le modèle du « Steady State ». L'univers aurait des cycles de contraction et d'expansion pour demeurer statique et éternel



Une image peut résumer l'arbre généalogique du « Big Bang » remontant à plus de 13 milliards d'années

.20



Quelques références en français



Portail sur la cosmologie





***Merci de votre présence et
bonne fin de festival !***

**Un merci spécial à mes collègues du CAAL
pour leurs précieux commentaires**