

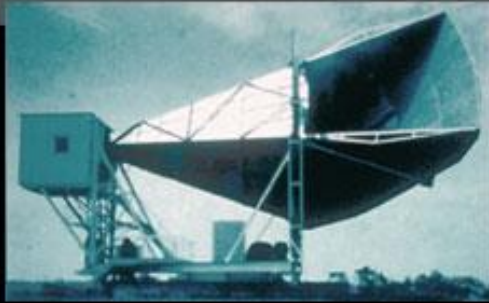
La grande saga de l'Univers



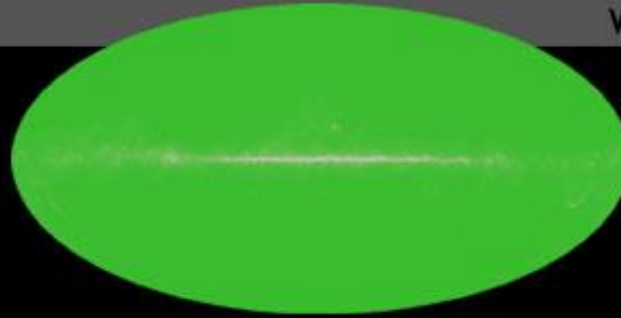
Rappels historiques

- En 1922, Alexandre Friedmann imagine que l'Univers a été dans le passé plus petit, plus chaud et plus dense.
- En 1927, George Lemaître imagine que l'Univers a eu une naissance « ponctuelle ».
- En 1929, Edwin Hubble découvre la fuite des galaxies ; on parle alors d'expansion de l'Univers.
- Le terme « Big Bang » est né le 28 mars 1949 sur les ondes de la BBC, dans une émission de vulgarisation scientifique où le physicien Fred Hoyle, pour se moquer de la théorie de « l'atome primitif », invente cette expression !
- En 1965, Robert Wilson et Arno Penzias découvrent le fond diffus cosmologique.

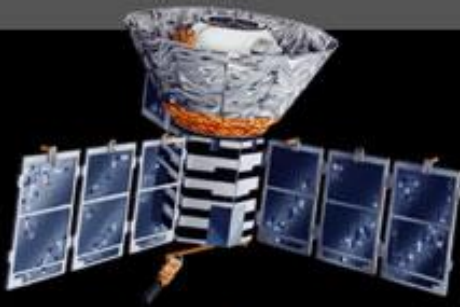
1965



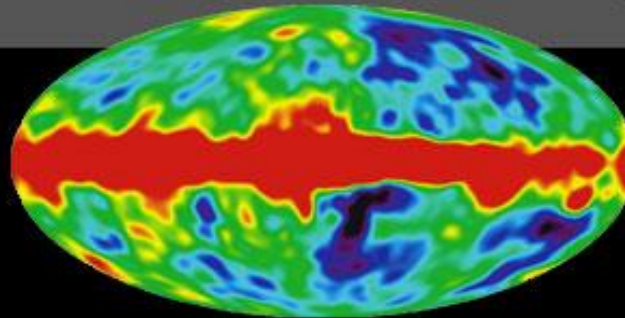
Penzias and
Wilson



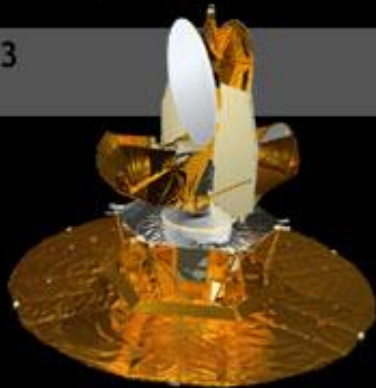
1992



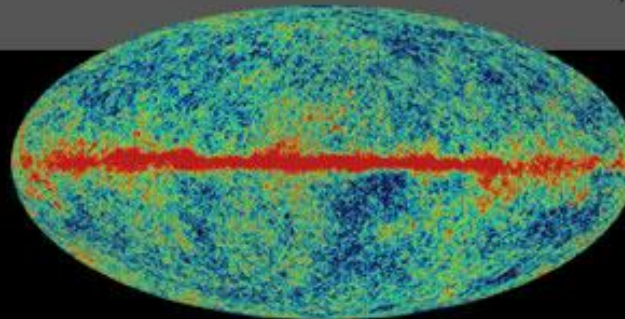
COBE



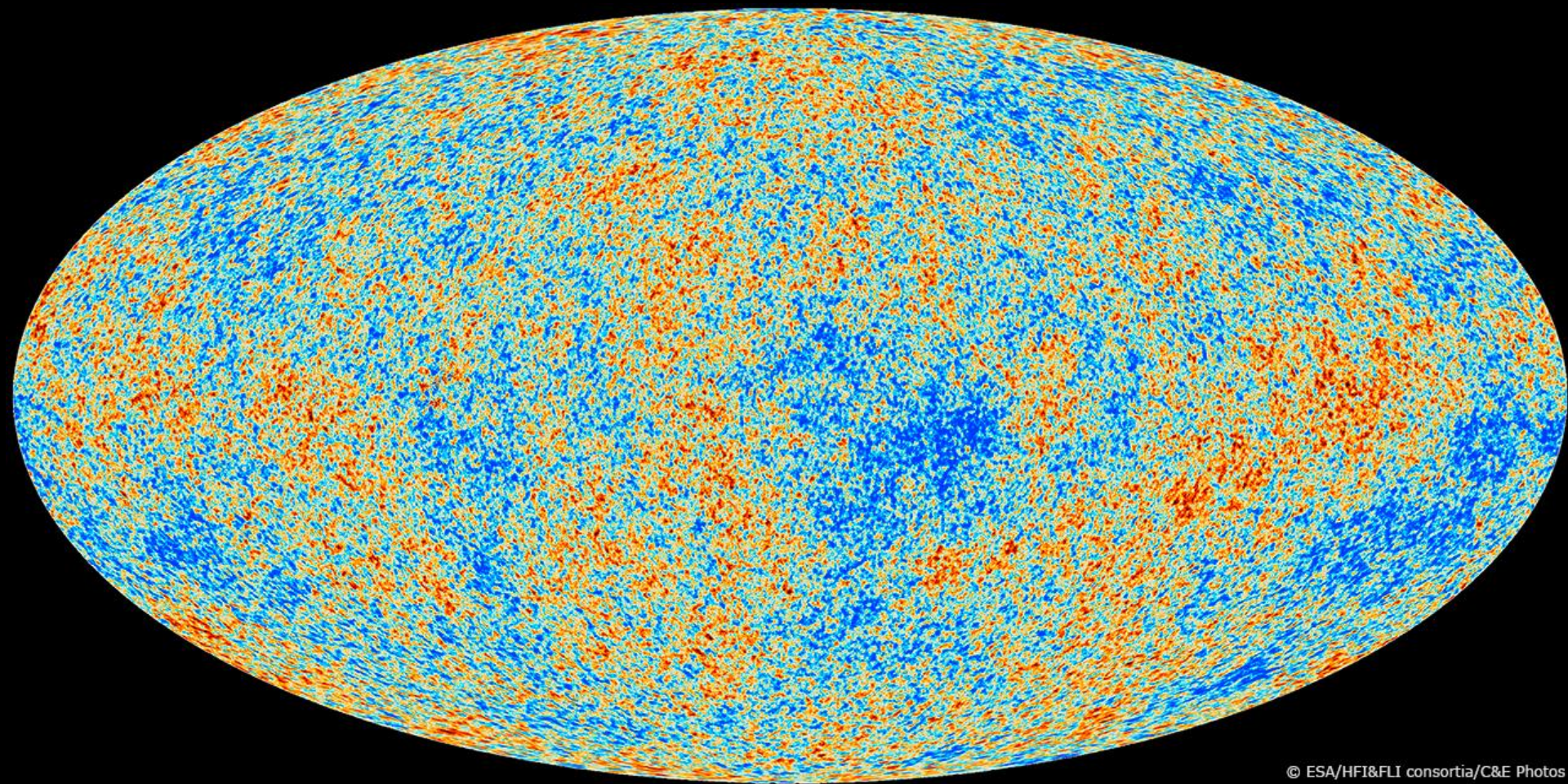
2003




WMAP



2013 Planck

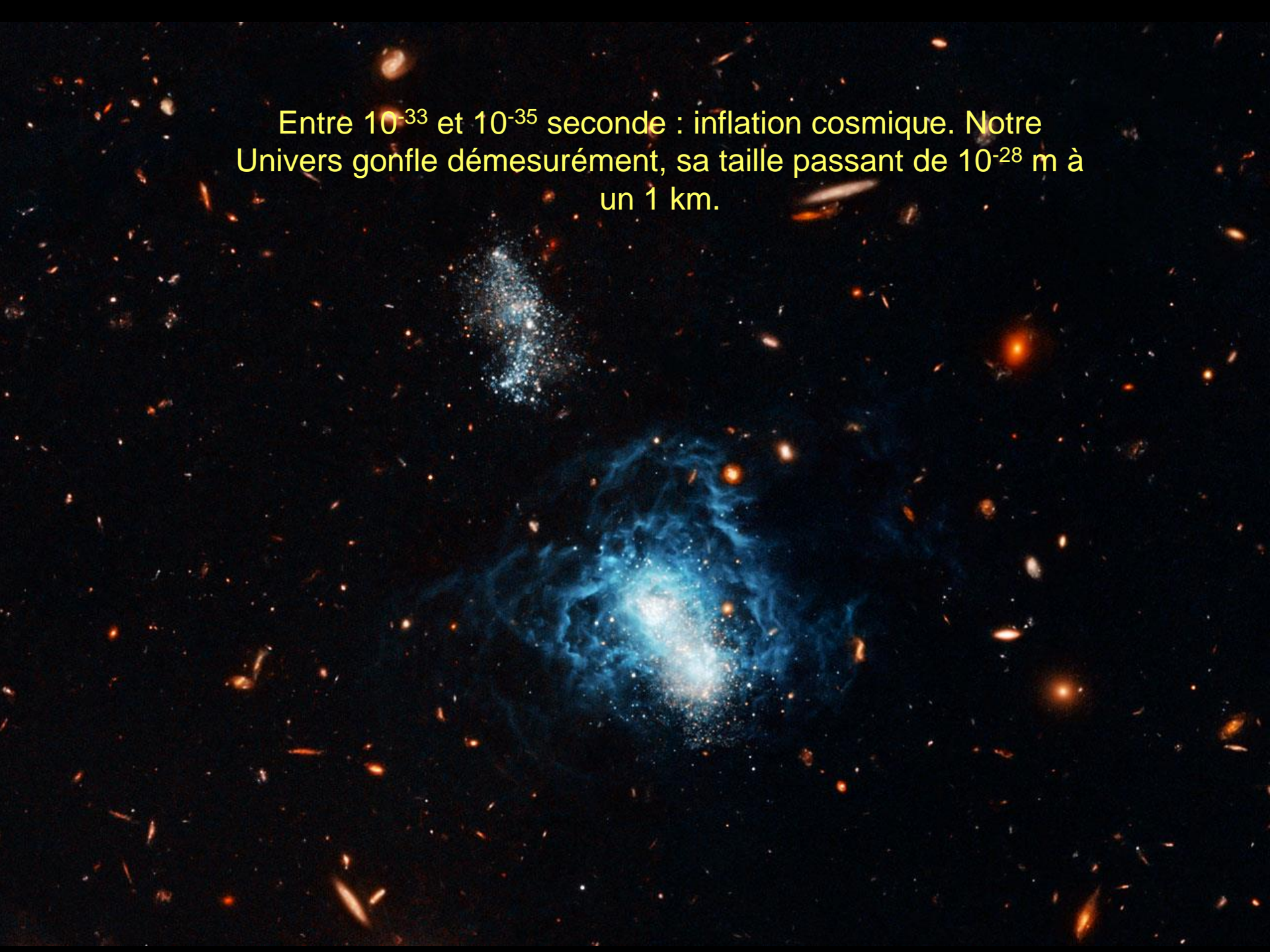


A deep field image of the universe, showing a vast field of galaxies and stars. The galaxies are of various shapes and sizes, including spiral, elliptical, and irregular forms. The stars are scattered throughout the field, with some appearing as bright, multi-pointed sources. The overall scene is a rich, multi-colored representation of the universe's structure.

10^{-43} seconde (temps de Planck) : le point de départ du modèle du Big Bang. Que c'est-il passé avant ? La question n'a pas de sens dans le cadre de la théorie quantique.

A ce moment, la taille de l'Univers serait d'environ 10^{-28} m.

Entre 10^{-33} et 10^{-35} seconde : inflation cosmique. Notre Univers gonfle démesurément, sa taille passant de 10^{-28} m à un 1 km.



Entre 10^{-33} et 10^{-12} seconde : le « zoo des particules ». Une multitude de particules (quarks, électrons, neutrinos) et d'antiparticules se forment et disparaissent aussitôt.

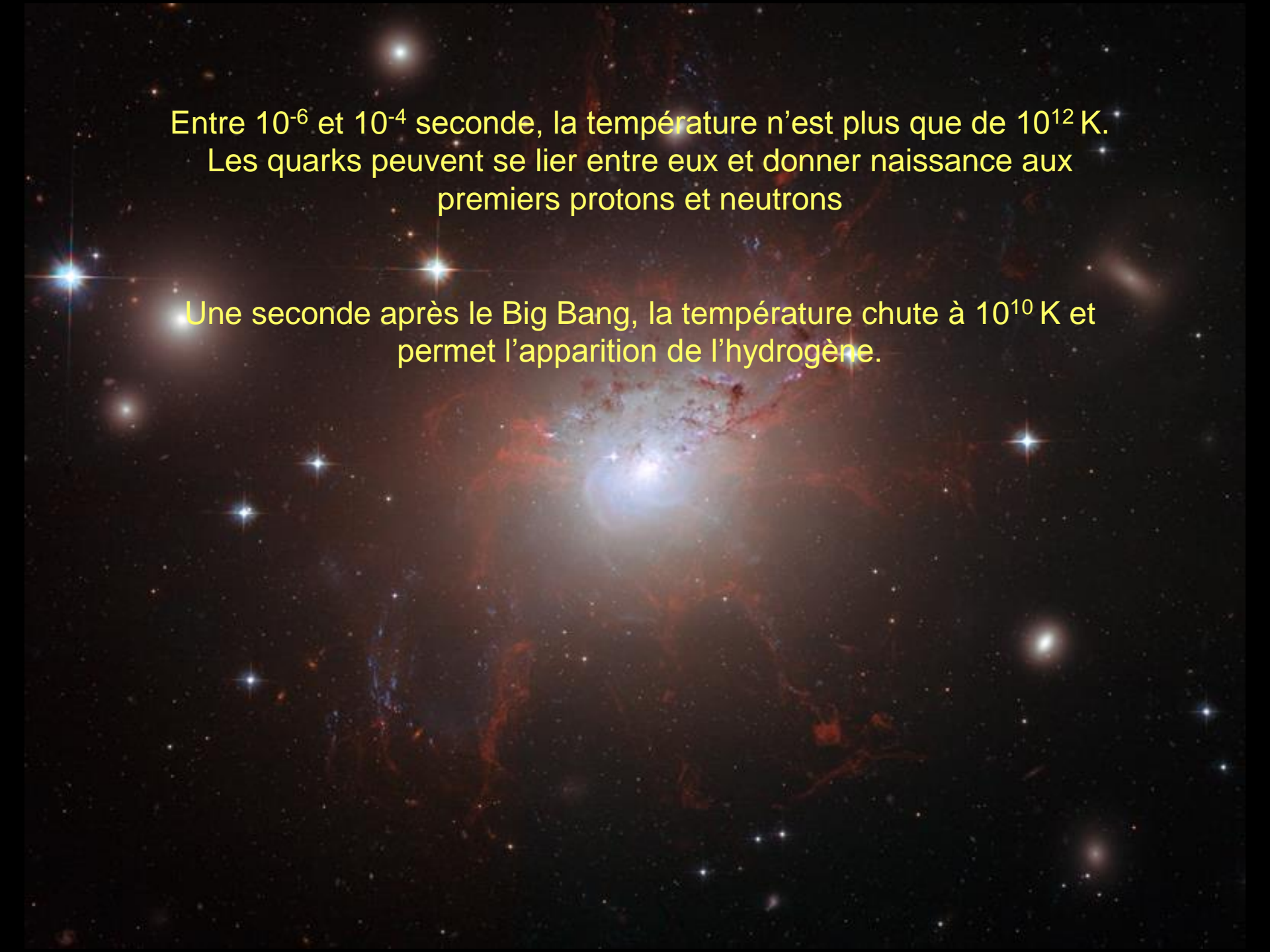
A 10^{-12} seconde, notre Univers mesure moins d'un millions de kilomètre et contient déjà les particules élémentaires de notre monde actuel.



$T = 10^{-6}$ seconde : la température de l'Univers a chuté à 10^{15} K et il mesure environ 100 milliards de kilomètre. Cette température empêche les quarks de se combiner pour former des protons et des neutrons stables.

Les particules de matière acquièrent leur masse via le boson de Higgs.





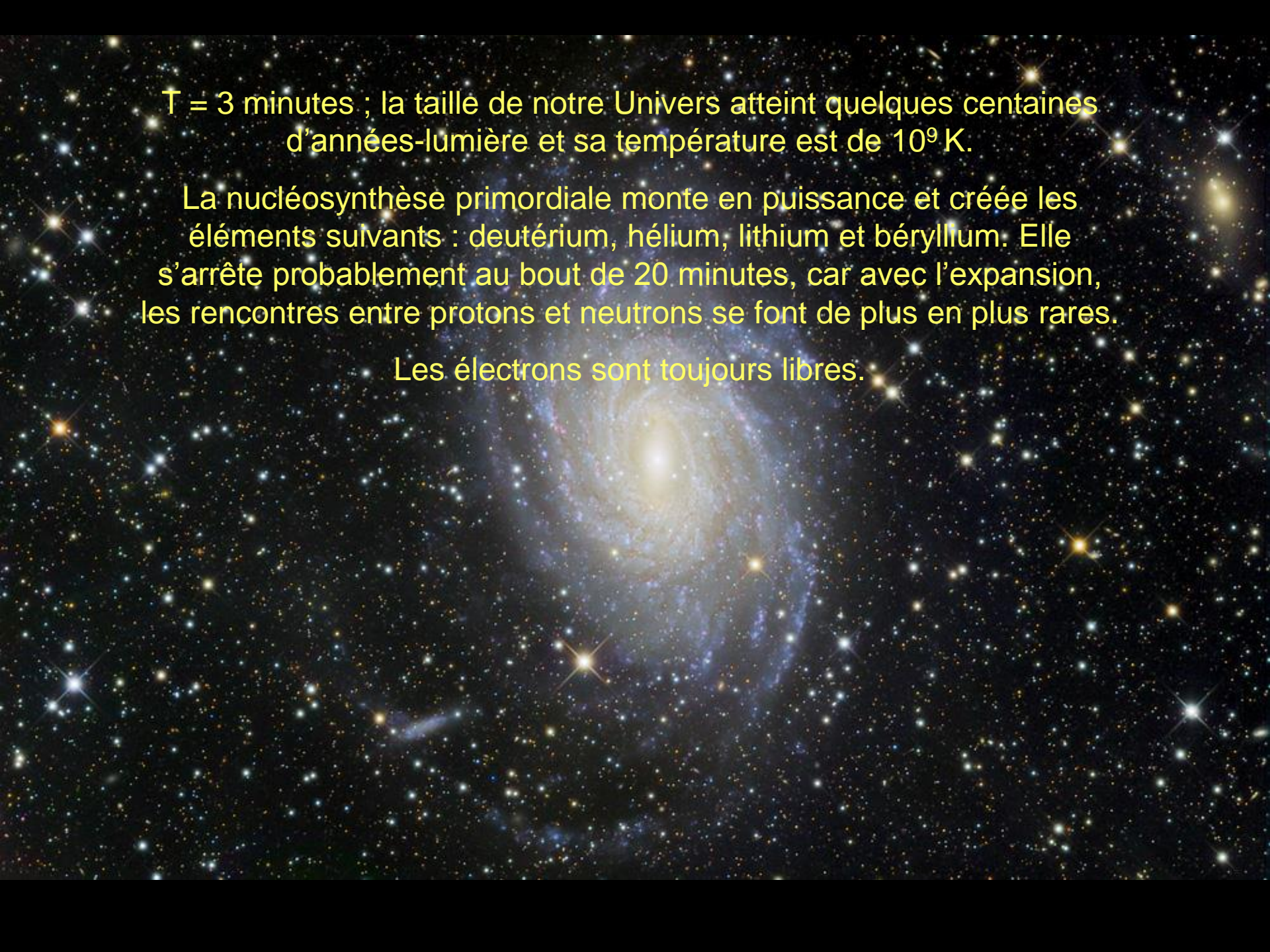
Entre 10^{-6} et 10^{-4} seconde, la température n'est plus que de 10^{12} K.
Les quarks peuvent se lier entre eux et donner naissance aux premiers protons et neutrons

Une seconde après le Big Bang, la température chute à 10^{10} K et permet l'apparition de l'hydrogène.

T = 3 minutes ; la taille de notre Univers atteint quelques centaines d'années-lumière et sa température est de 10^9 K.

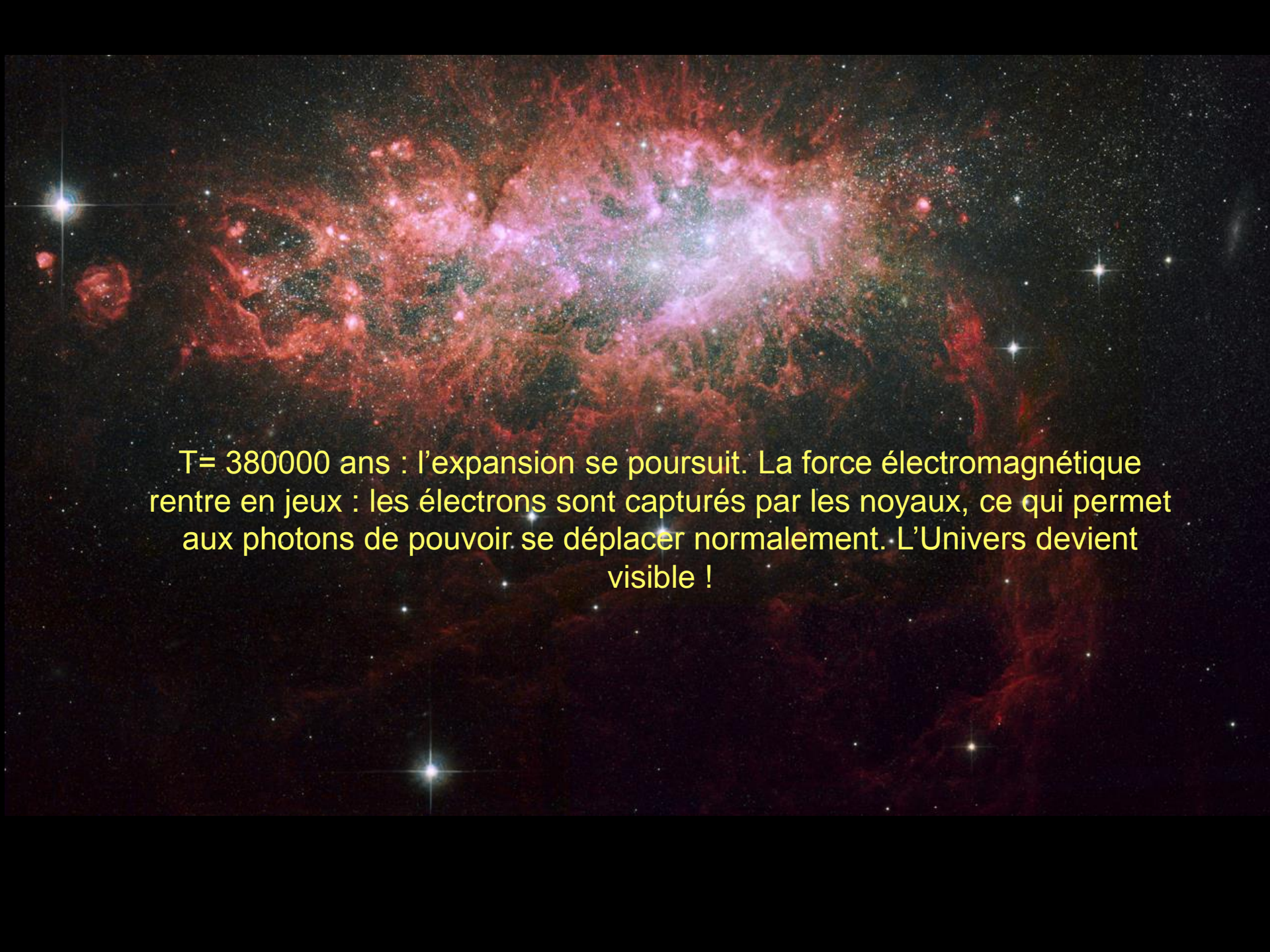
La nucléosynthèse primordiale monte en puissance et crée les éléments suivants : deutérium, hélium, lithium et béryllium. Elle s'arrête probablement au bout de 20 minutes, car avec l'expansion, les rencontres entre protons et neutrons se font de plus en plus rares.

Les électrons sont toujours libres.



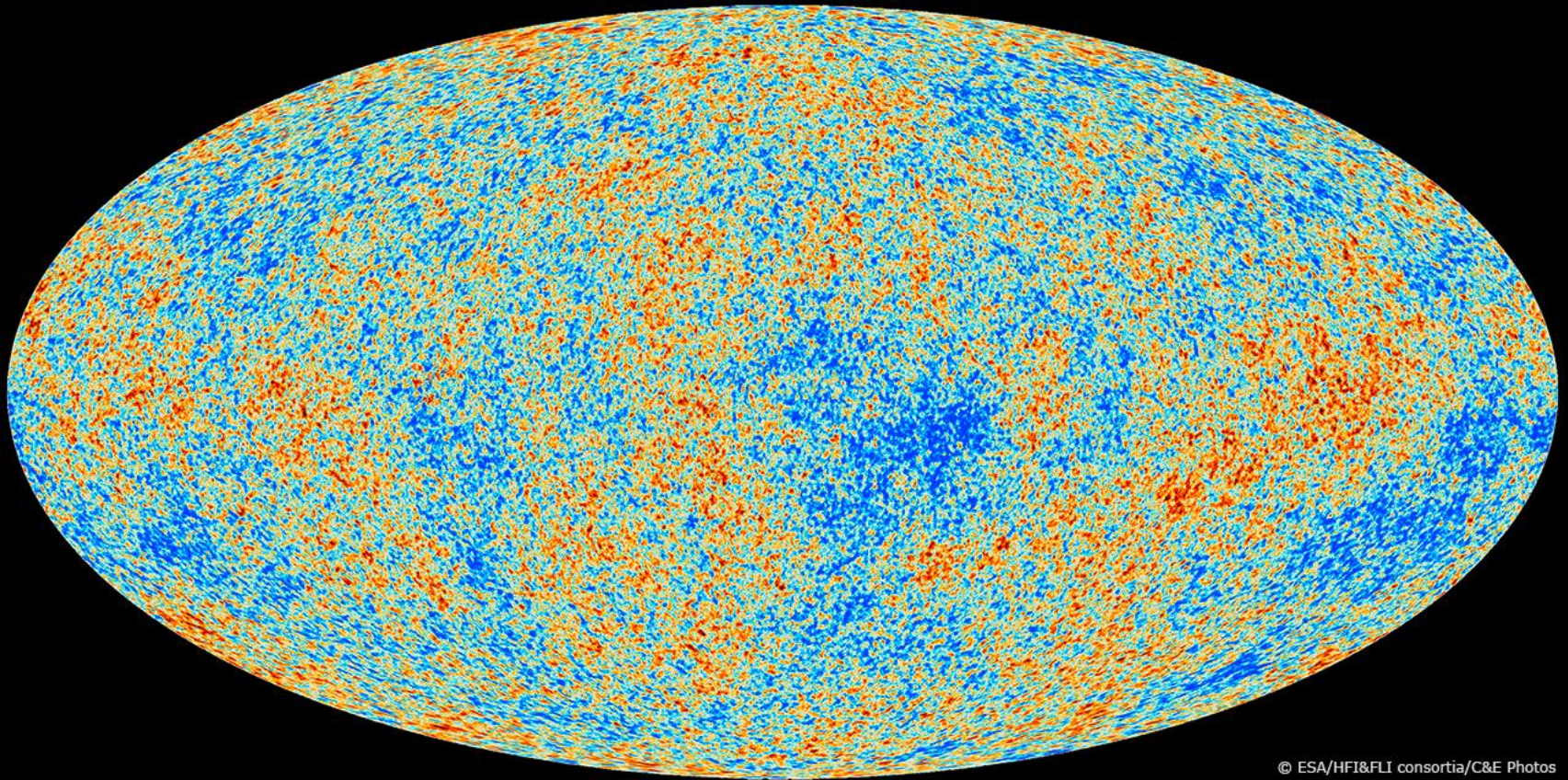
Entre 20 minutes et 380000 ans, l'Univers poursuit son expansion et son refroidissement. Les photons sont présents, mais constamment absorbés par les électrons. L'univers est toujours opaque





T= 380000 ans : l'expansion se poursuit. La force électromagnétique rentre en jeux : les électrons sont capturés par les noyaux, ce qui permet aux photons de pouvoir se déplacer normalement. L'Univers devient visible !

T = 380 000 ans : le rayonnement fossile « s'installe ». La gravitation, jusque là absente, entre en jeu. Les filaments de matières donnant naissances aux futures protogalaxies et protoamas de galaxies sont là.



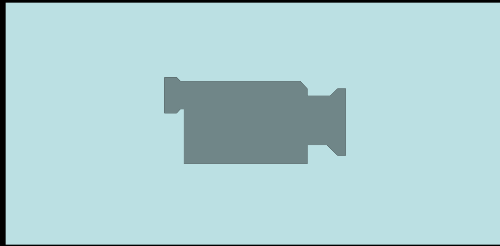
© ESA/HFI&FLI consortia/C&E Photos

Le fond diffus cosmologique
cartographié par WMAP

- 4 % de matière baryonique (protons, neutrons)
- 26% de matière noire
- 70% d'énergie noire

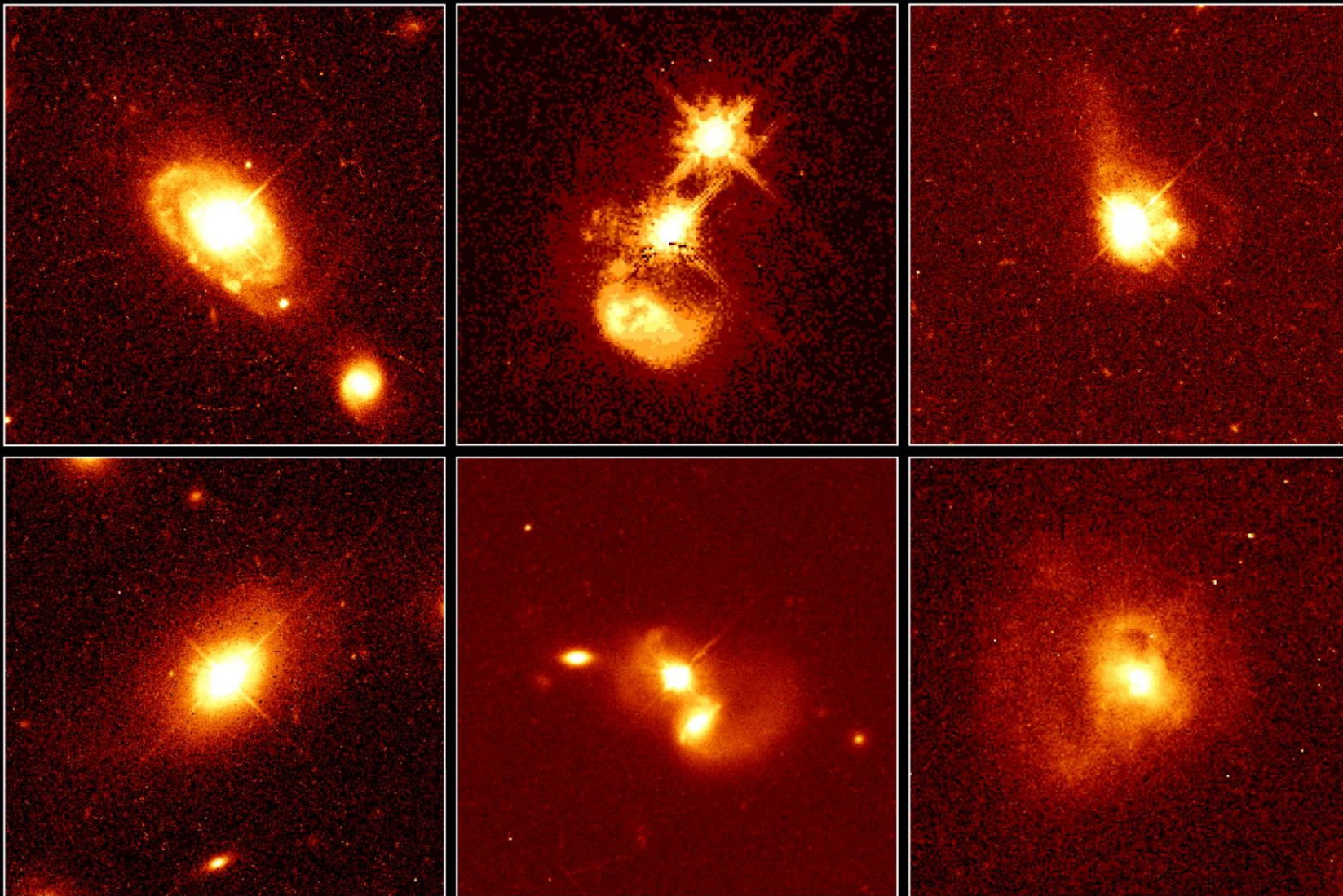
T = 100 à 200 millions d'années : formation des premières galaxies ??? Aujourd'hui on observe des galaxies déjà bien formées qui semblent être âgées de 700 millions d'années.





Quelques centaines de millions d'années après le Big Bang, les collisions entre galaxies sont très nombreuses





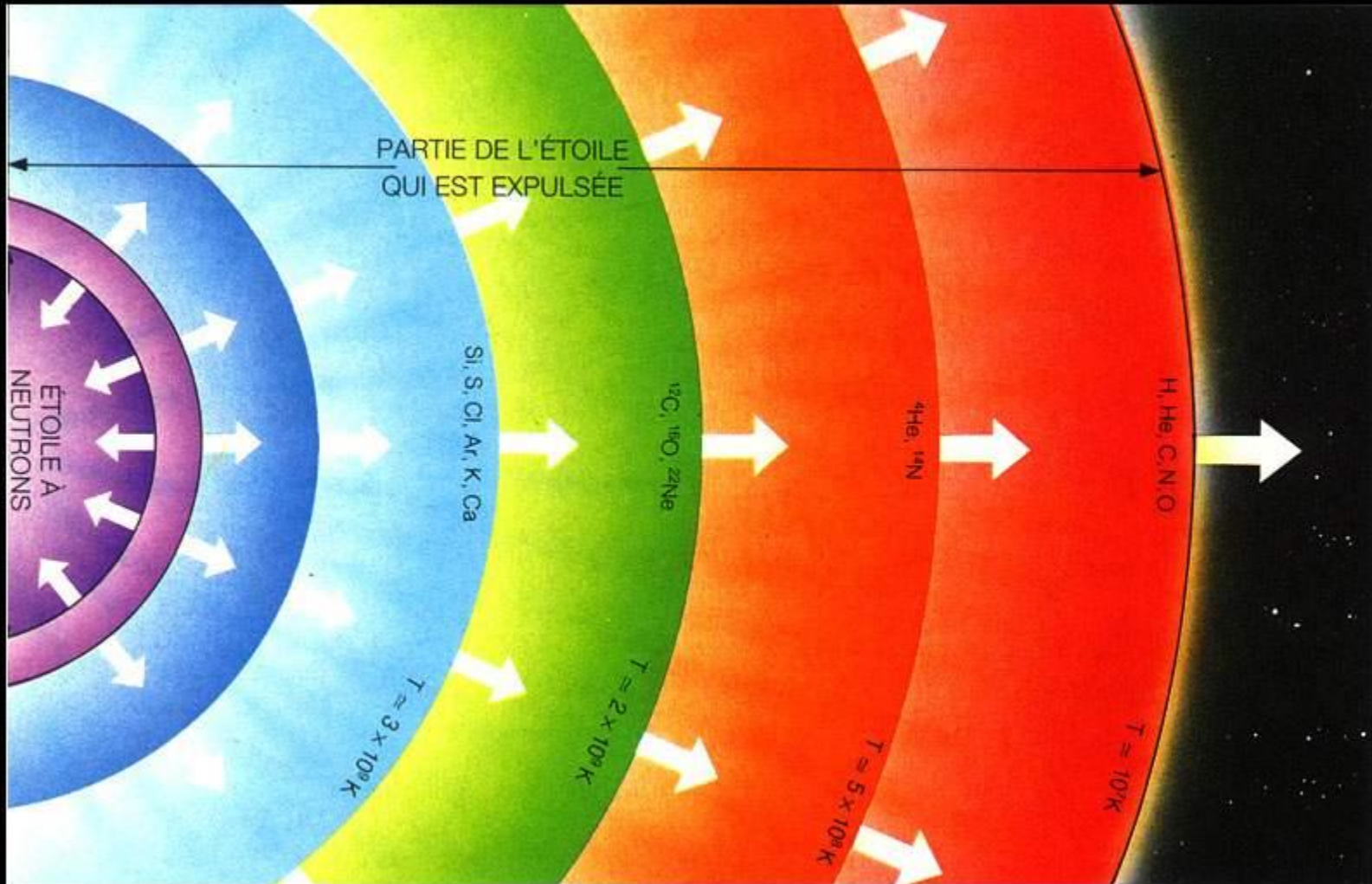
Quasar Host Galaxies

Hubble Space Telescope • Wide Field Planetary Camera 2

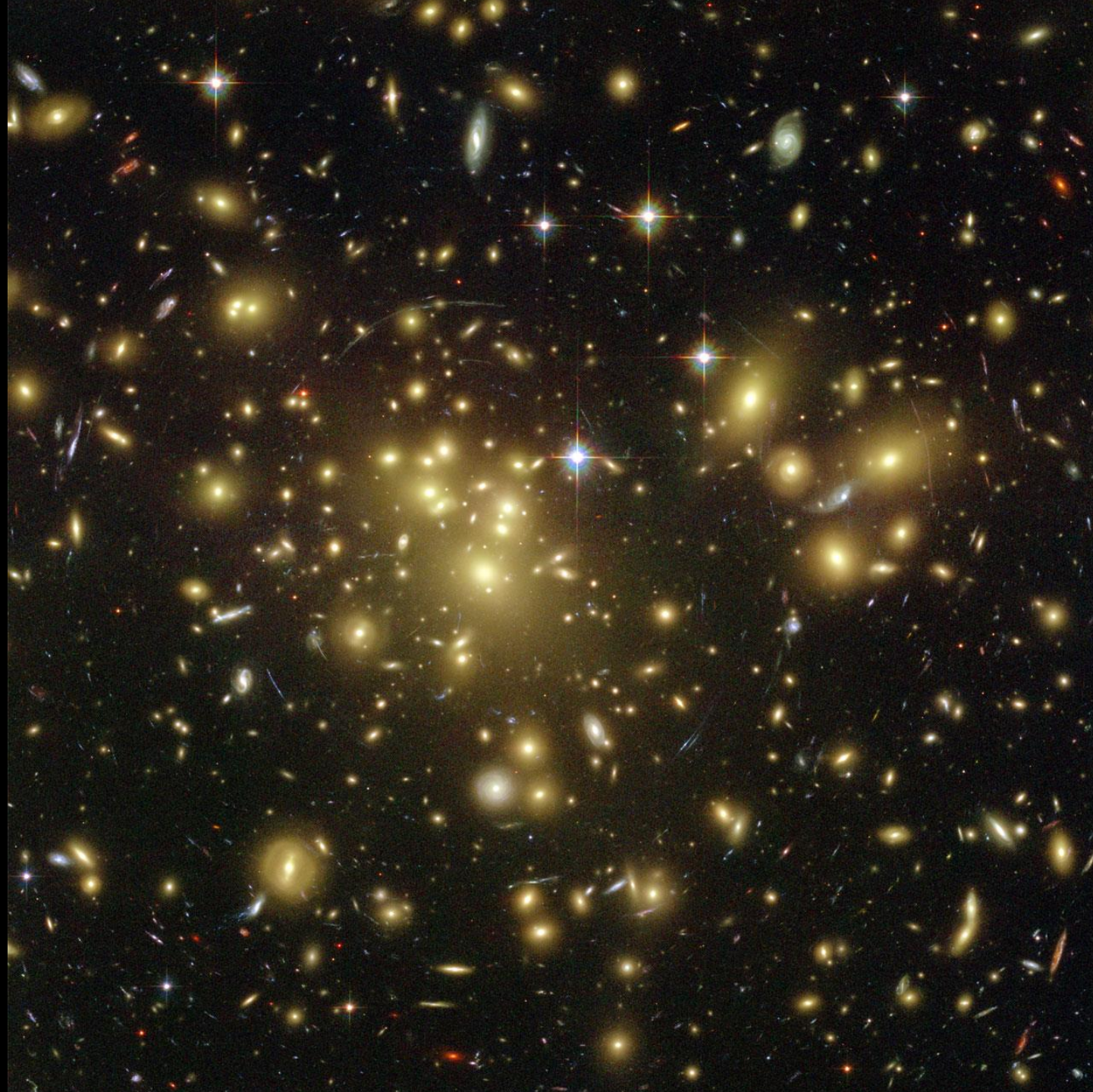
Dans les galaxies, de très nombreuses
nébuleuses vont donner naissance aux
premières générations d'étoiles.



Les étoiles de premières générations sont bien souvent des étoiles supermassives dont la durée de vie est de quelques millions d'années. En se transformant en supernova, elles synthétisent les éléments les plus élaborés qui ensemencent l'Univers : la nucléosynthèse stellaire.



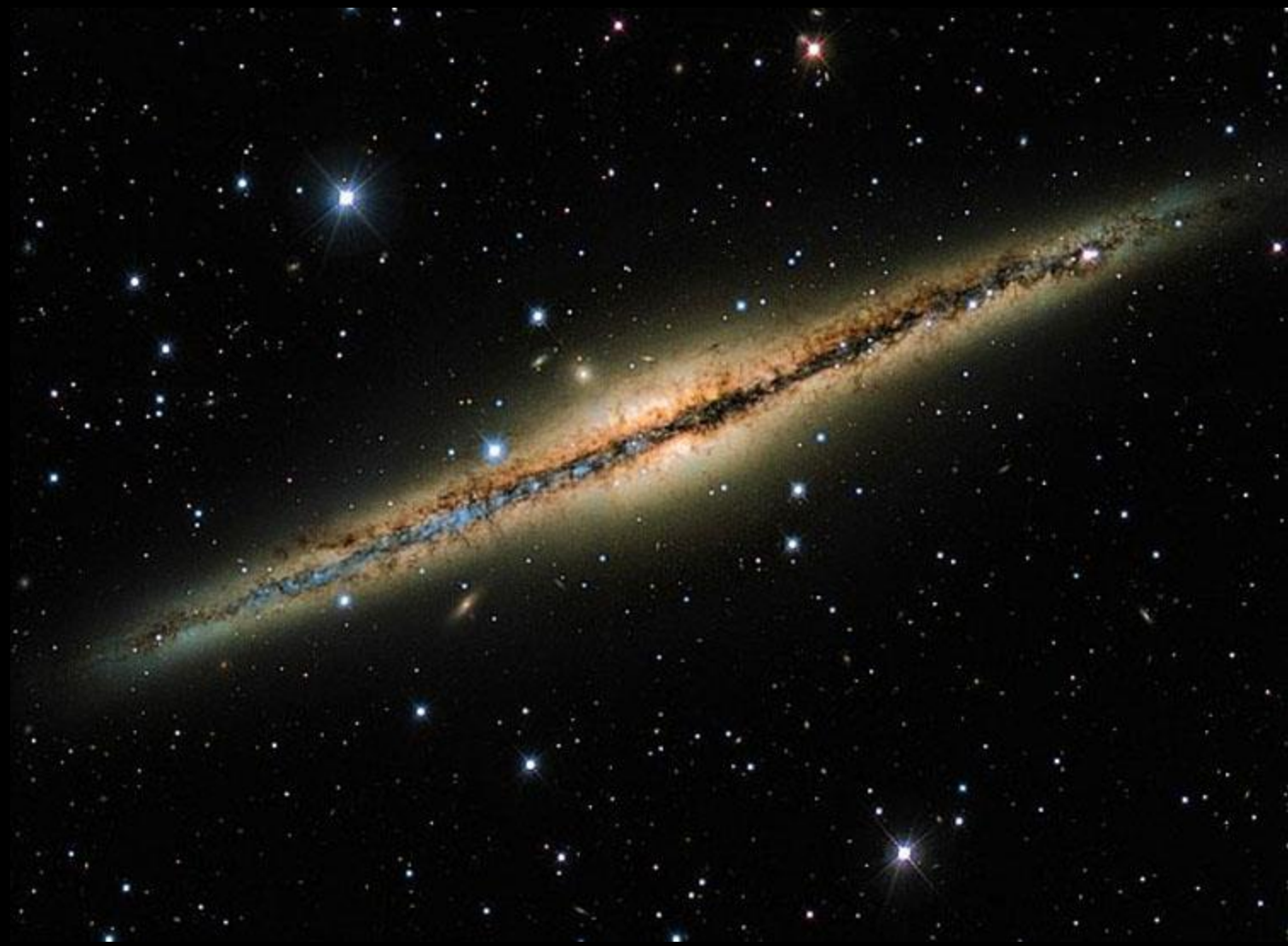


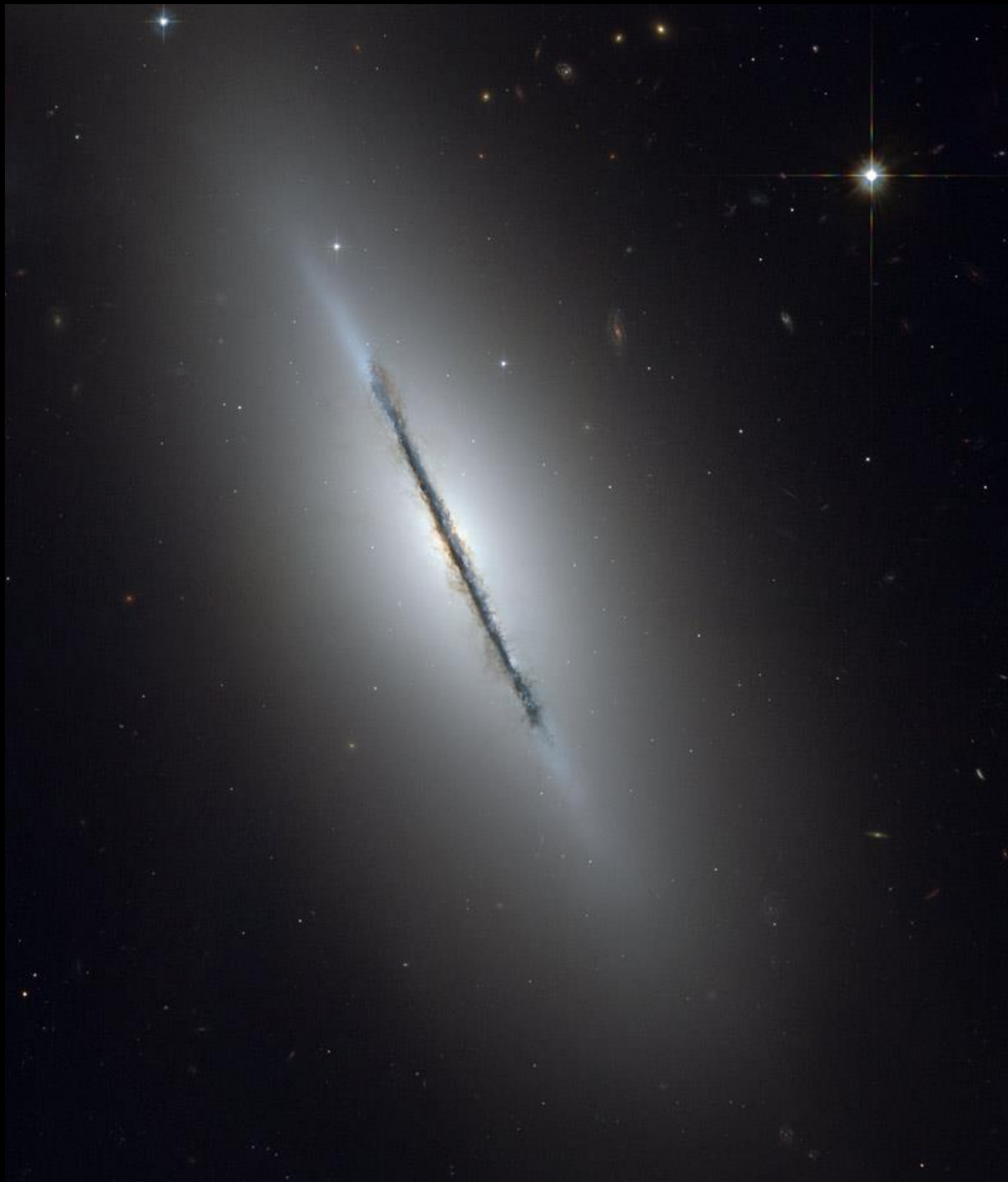




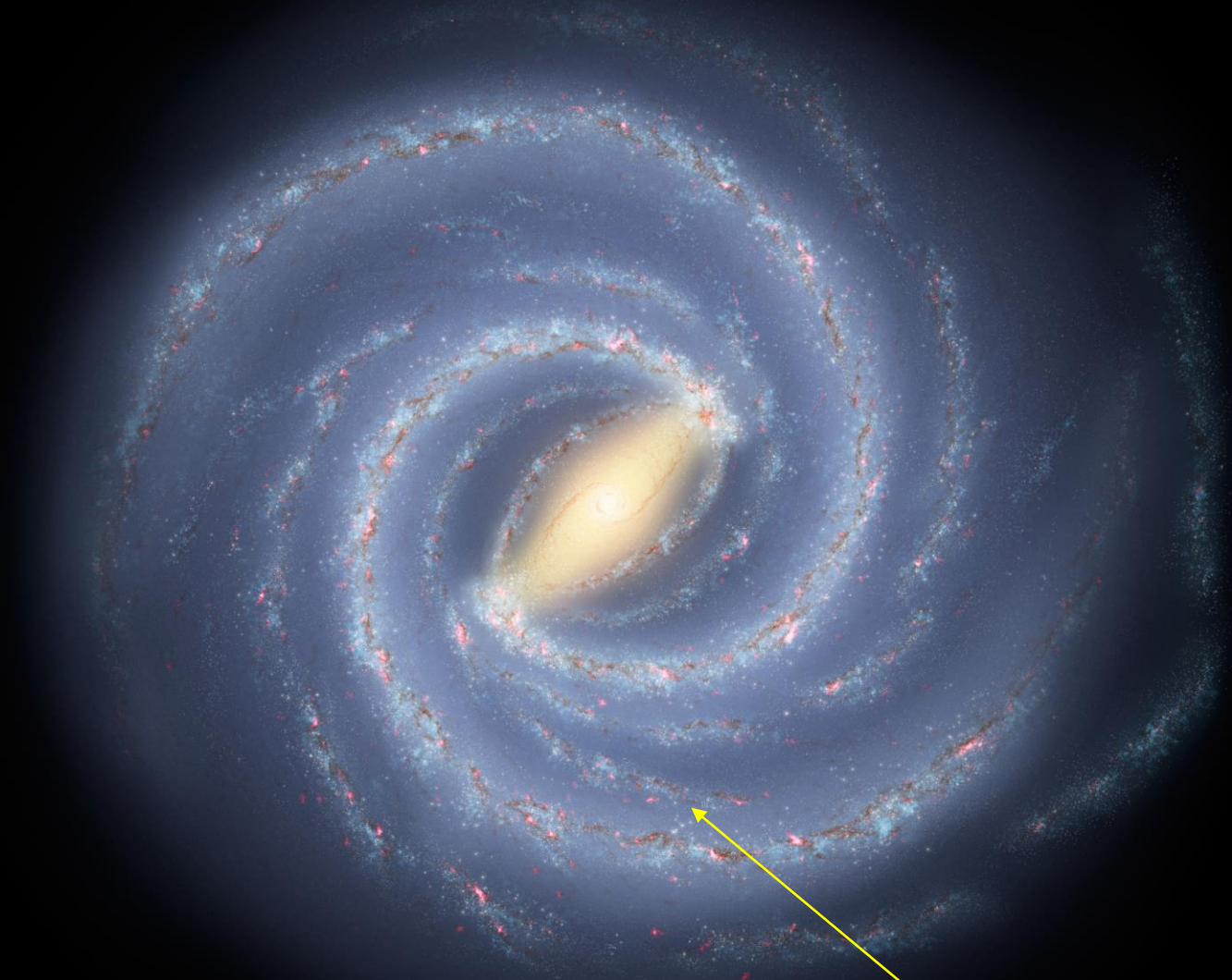








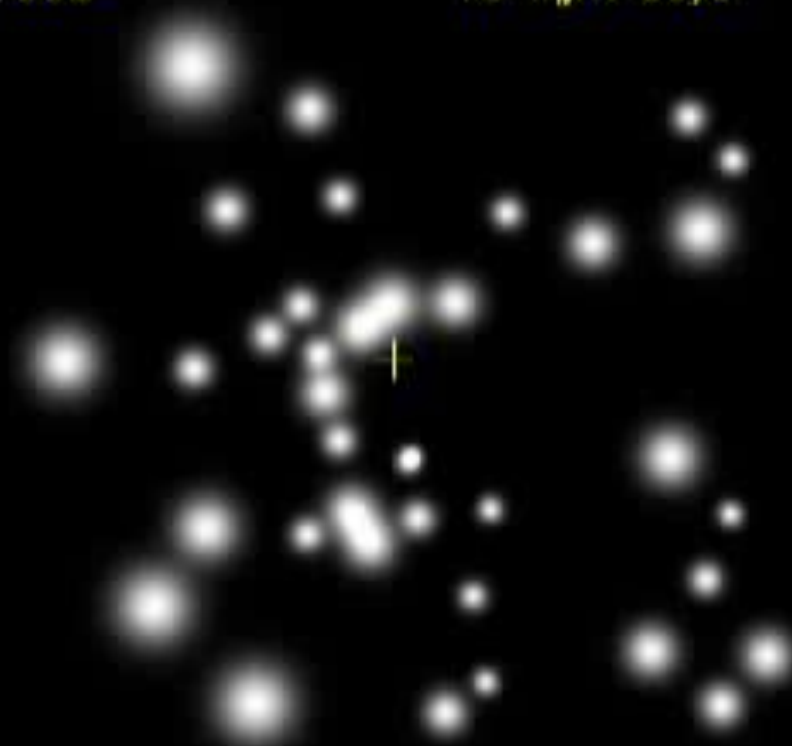




Soleil

1992

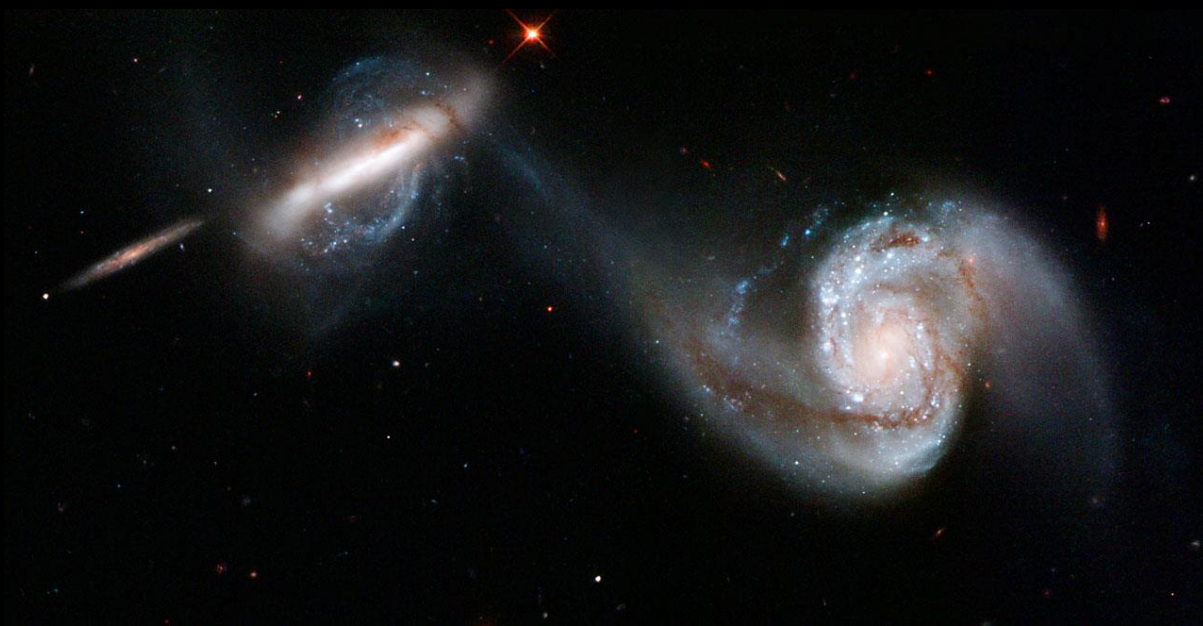
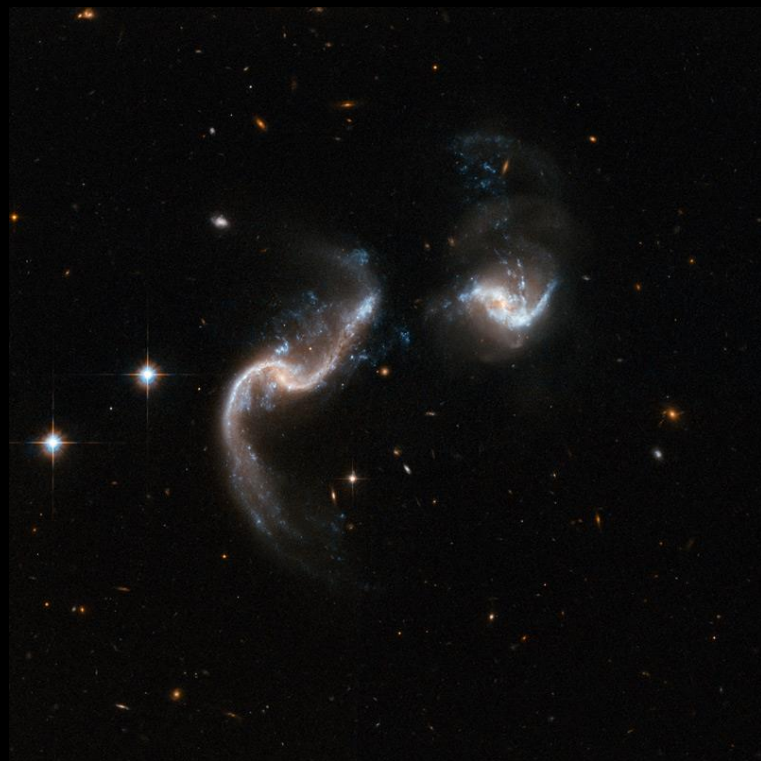
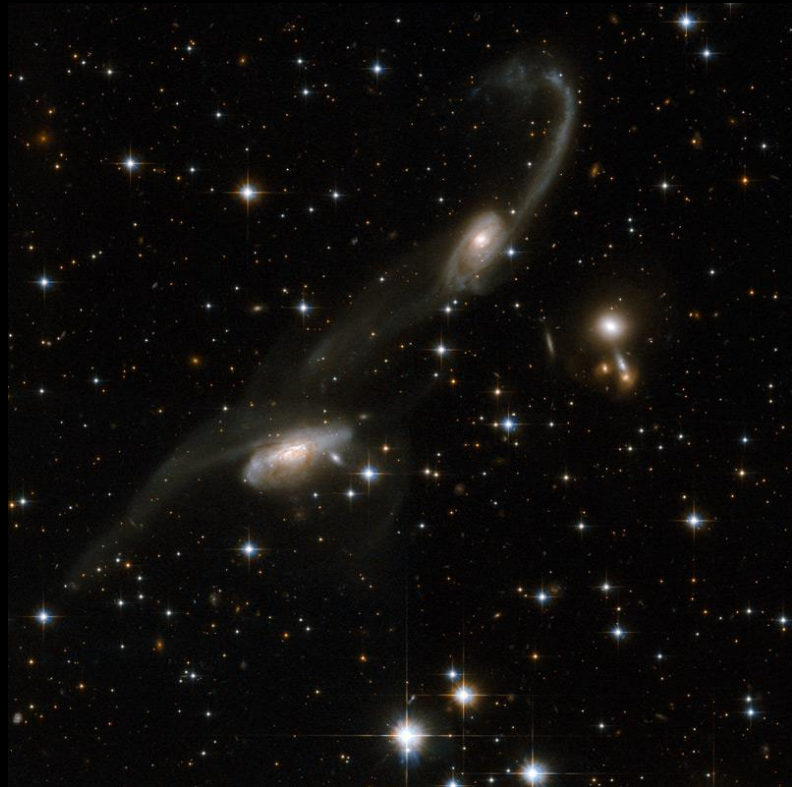
10 light days











L'inventaire galactique



Les nébuleuses diffuses :
les pouponnières d'étoiles



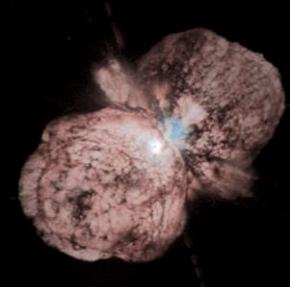
Des rassemblements
de jeunes étoiles : les
amas ouverts



Des rassemblements
de vieilles étoiles :
les amas globulaires

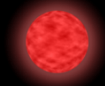


Des petites, mais aussi des
grosses étoiles qui meurent...

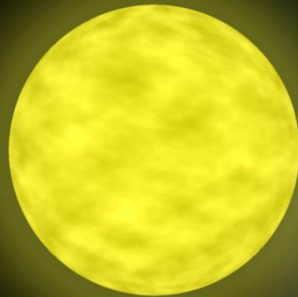


Des étoiles de toutes dimensions et de toutes les couleurs

Naine rouge
0,08 masse solaire



Étoile solaire
Environ 1 masse solaire



Géante bleue
Jusqu'à 100 Masses
solaires

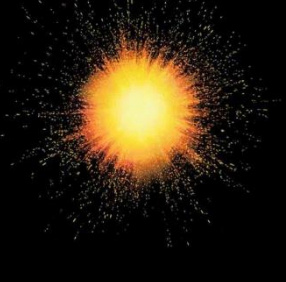


Si l'Univers avait 1 an...

1 an	~	14 milliards d'années
1 mois	~	1,17 milliard d'années
1 jour	~	39 millions d'années
1 heure	~	1 620 000 ans
1 minute	~	27 000 ans
1 seconde	~	450 ans

Le 1er janvier à minuit

Naissance de l'Univers



Le 1er avril

Formation de notre Galaxie



Le 9 septembre

Naissance du Système Solaire



Le 20 septembre

Apparition de l'eau



Le 29 septembre

Premières cellules



Le 19 décembre

Apparition des plantes



Du 20 au 23 décembre

Apparaissent, les poissons, les insectes et les reptiles



Le 24 décembre

Apparition des dinosaures



Le 26 décembre

Apparition des mammifères



Le 27 décembre

Apparition des oiseaux



Le 28 décembre

Fin des dinosaures



Le 31 décembre, l'Homme !... Et la femme.

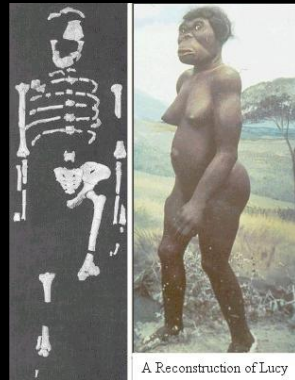
A 20h00

Toumai



A 22h30

Lucy



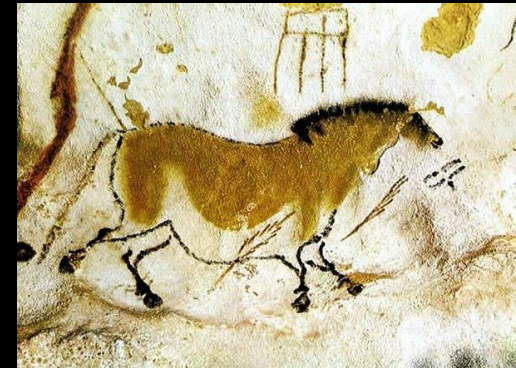
A 23h56

Homo Sapiens



A 23h59'30"

Lascaux



23h59'49"

Invention de l'écriture



23h59'50"

Pyramide de Khéops



23h59'59"

Découverte des Amériques



Entre 23h59'59" et Minuit

