

Le big-bang est souvent associé à la genèse de l'Univers. Or, il s'agit d'un modèle physique qui reconstitue l'évolution de l'Univers sur 13,7 milliards d'années. En-deçà, les théories n'opèrent plus. Description d'un Univers en expansion qui se refroidit et dont les particules élémentaires s'assemblent au fur et à mesure en des structures de plus en plus complexes : noyaux, atomes, étoiles...

Le modèle du big-bang

OBSERVATION, EXPÉRIMENTATION & THÉORIE

Observation Les télescopes peuvent restituer des images de l'Univers dans toute une gamme de longueurs d'onde, sauf avant le rayonnement fossile car à cette époque la matière était opaque à la lumière.

Expérimentation Les physiciens cherchent alors à recréer les conditions physiques de l'Univers primordial sur des collisionneurs de particules (comme le LHC).

Théorie A partir d'un seuil, les théories ne peuvent plus décrire les conditions qui régnaient au-delà d'une énergie de 10^{19} GeV et en deçà de 10^{-43} seconde après le big-bang. C'est le "mur de Planck".



4

1 PARTICULES ÉLÉMENTAIRES

Il y a 13,7 milliards d'années, l'Univers est une "soupe primordiale" très dense de 10^{43} degrés Kelvin (K). Il est constitué de photons, électrons, quarks et gluons. Son expansion abaisse la température à 10^{32} K, favorable à la condensation des quarks et des gluons qui forment les premiers protons et neutrons.

2 NOYAUX ATOMIQUES

Une seconde après et pendant trois minutes, la température chute à 10^{10} K : les neutrons et protons forment les premiers noyaux d'hydrogène et d'hélium. C'est la période de "nucléosynthèse primordiale". Ensuite, l'Univers n'est plus assez dense et chaud pour occasionner les collisions de particules qui formeraient des noyaux plus lourds.

3 ATOMES

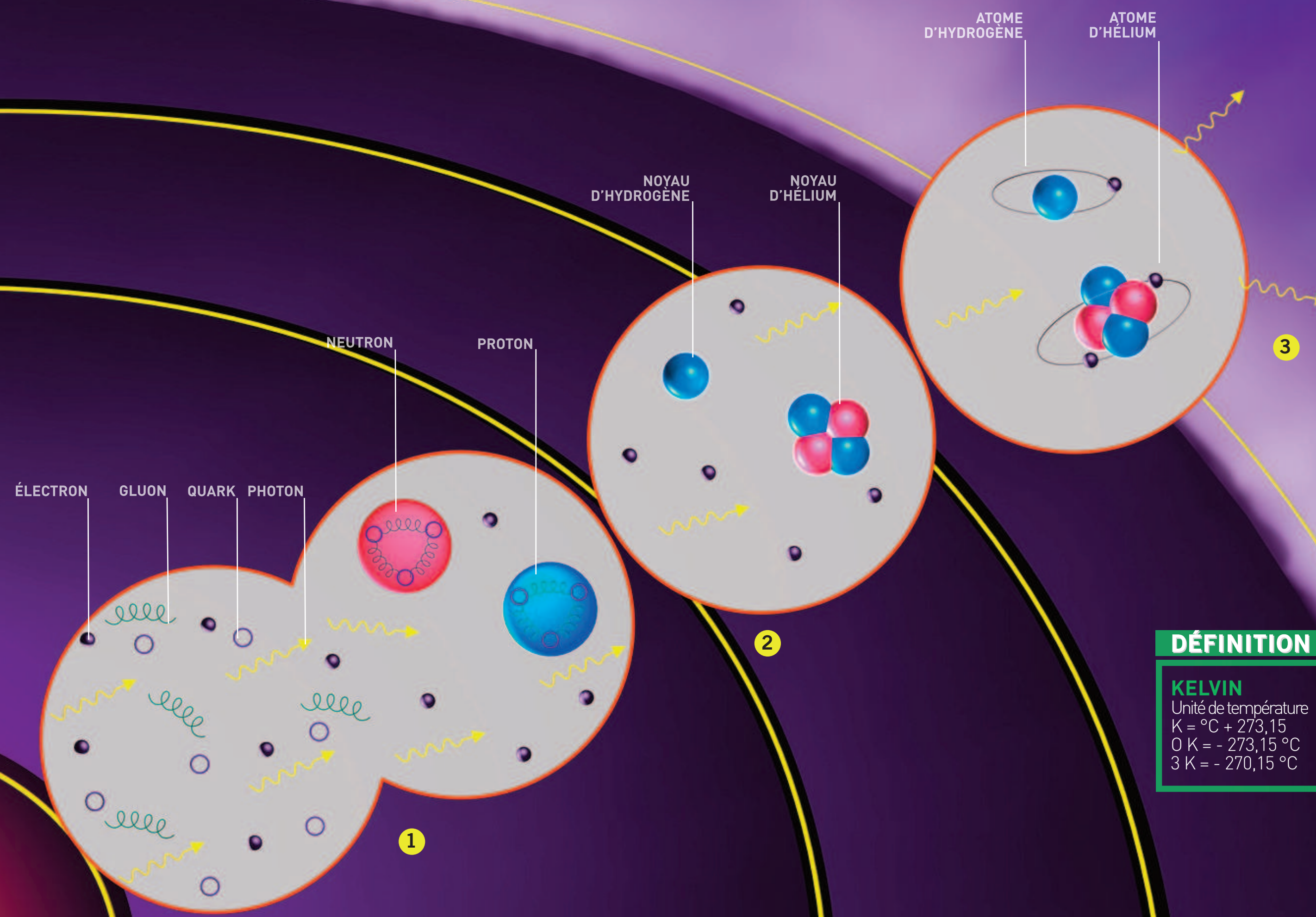
380.000 ans plus tard, la température est de 3.000 K : les électrons se lient aux noyaux pour former les premiers atomes neutres. Les photons, jusque là prisonniers de la soupe primordiale, se propagent en un rayonnement dit "fossile, le fond diffus cosmologique, observable aujourd'hui dans la gamme des micro-ondes.

4 ETOILES ET GALAXIES

Au bout de 700 millions d'années, la matière se structure progressivement, sous l'influence de la gravité, en étoiles, galaxies, amas de galaxies... Aujourd'hui, la température de l'Univers est de 3K et il compte 100 milliards de galaxies, dont la Voie Lactée qui contient plus de 200 milliards d'étoiles.

DÉFINITION

KELVIN
Unité de température
K = °C + 273,15
0 K = - 273,15 °C
3 K = - 270,15 °C



Il y a 13,7 milliards d'années

1 seconde

380.000 ans

Aujourd'hui

10⁴³ K

10¹⁰ K

3.000 K

3 K



au CEA

Tous les services du CEA-Irfu sont impliqués dans l'exploration de l'Univers, tant dans la conception d'outils d'observation (par exemple une partie de l'instrumentation du satellite Herschel), que dans l'analyse de données ou dans la réalisation de modèles théoriques.

