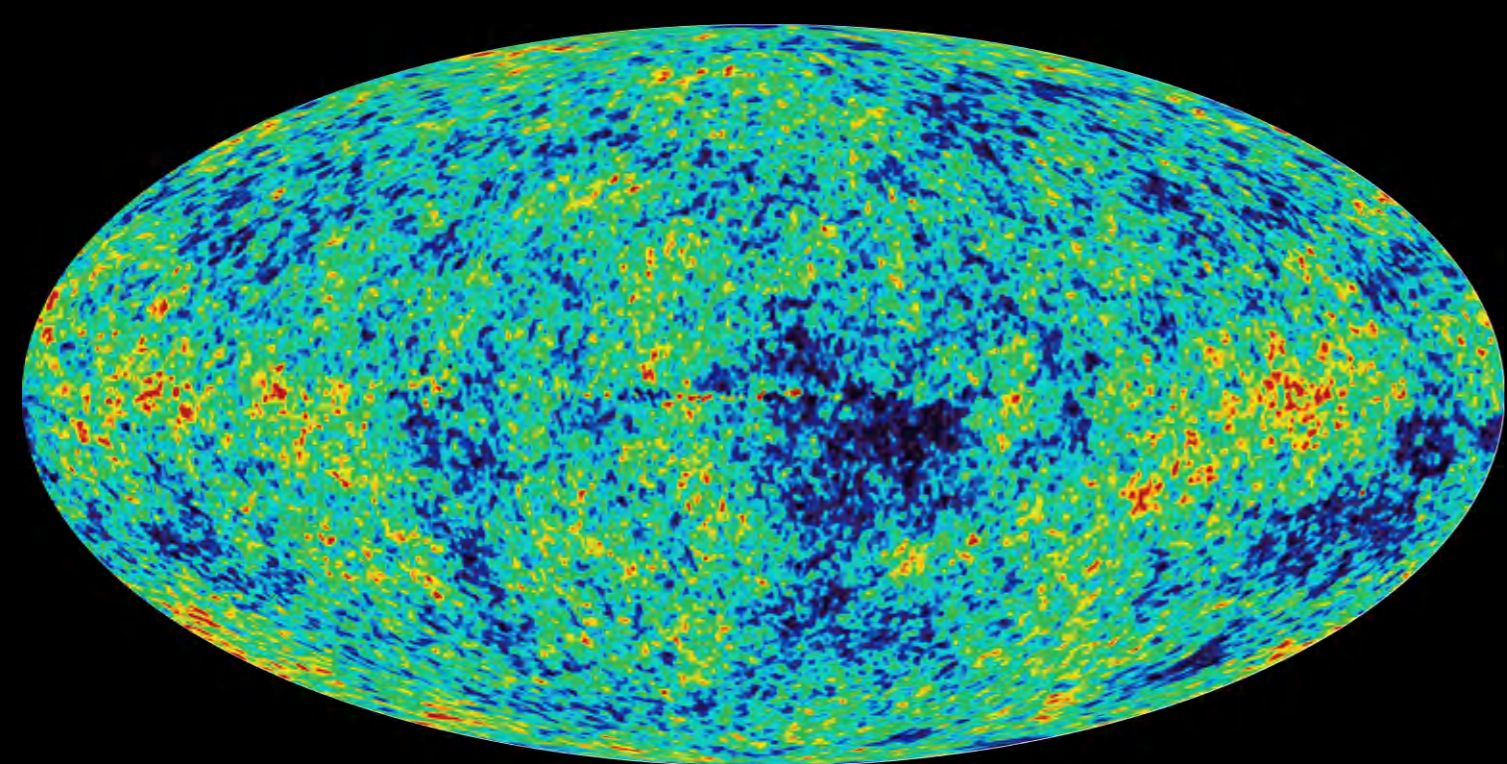




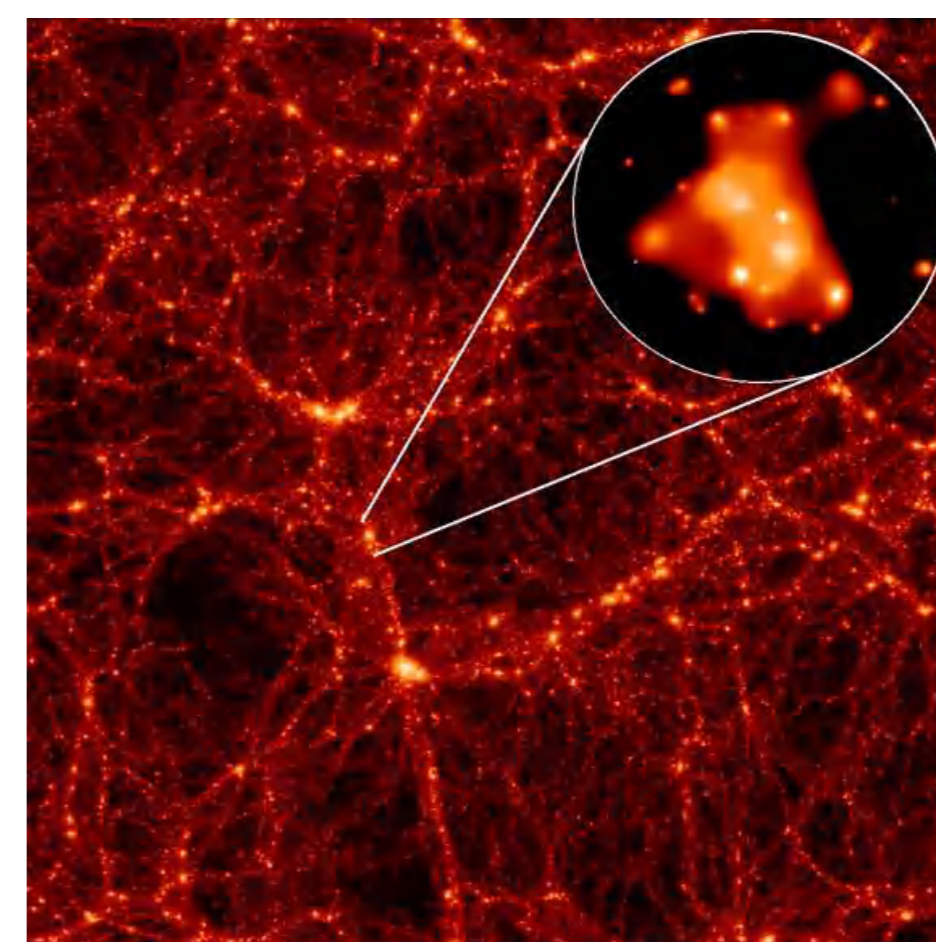
## Premiers instants



On le capte aujourd'hui dans le domaine des microondes en raison de l'expansion de l'univers.

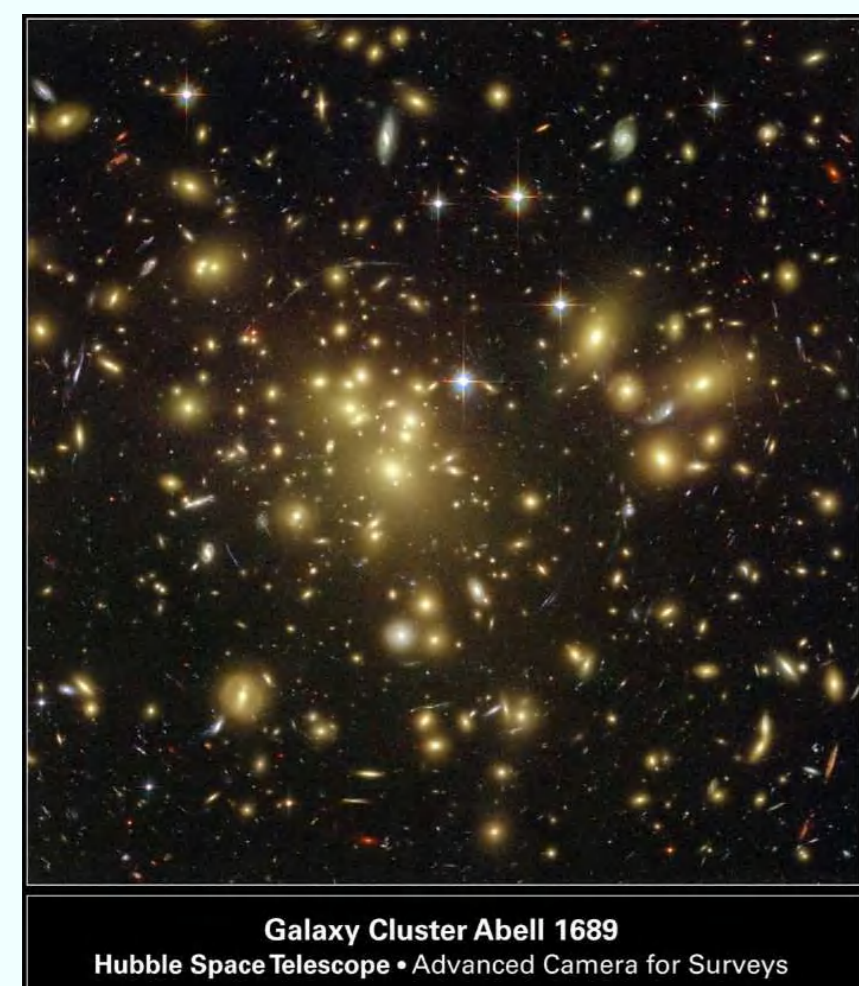
Il y a environ 13 milliard d'années, un rayonnement fossile a été émis par l'univers. Ce rayonnement, dit de fond diffus cosmologique, a été émis environ 300'000 ans après le big-bang, au moment où l'univers est devenu transparent.

## Supers-amas galactiques

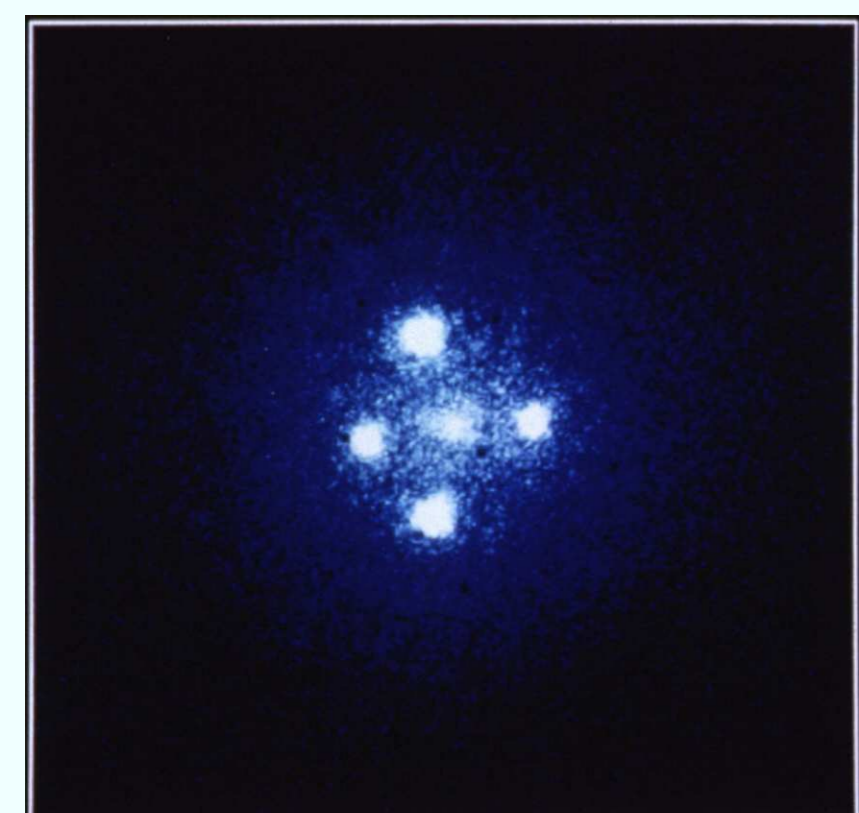


Une représentation de la structure à grande échelle de notre univers. Il s'agit d'une simulation de la position d'amas de galaxies. Un amas réel est superposé comme référence.

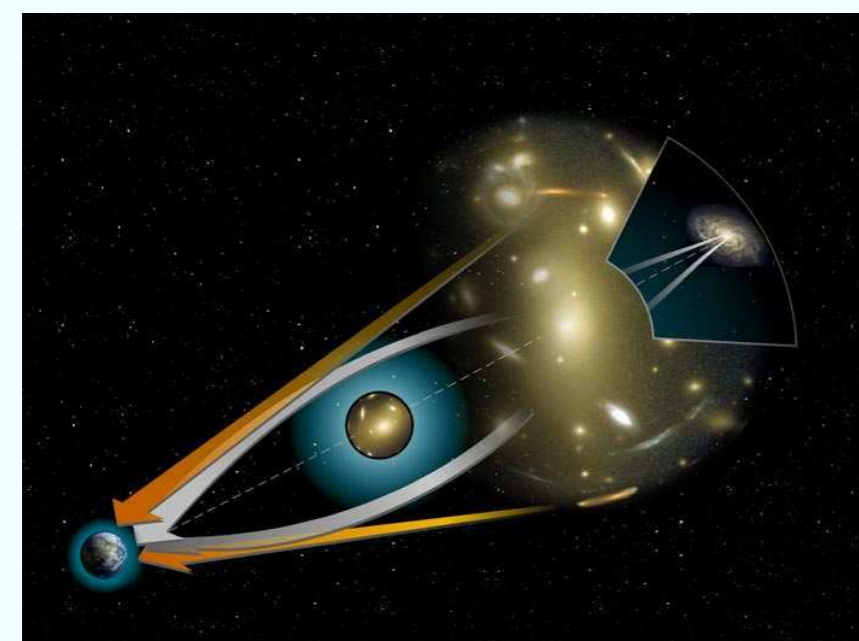
## Relativité générale



L'estimation de la masse de l'univers passe par la connaissance des objets massifs qui le composent. Mais il faut tenir compte des fausses images et de la matière noire.

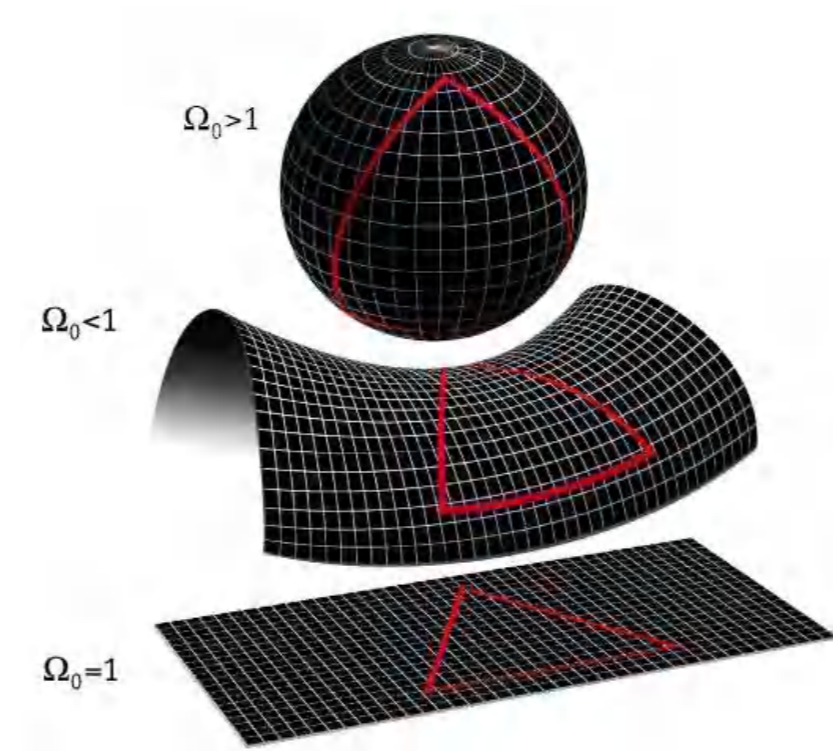


Une lentille gravitationnelle crée une image multiple d'un objet unique. Une étude pour évaluer la masse de l'univers.



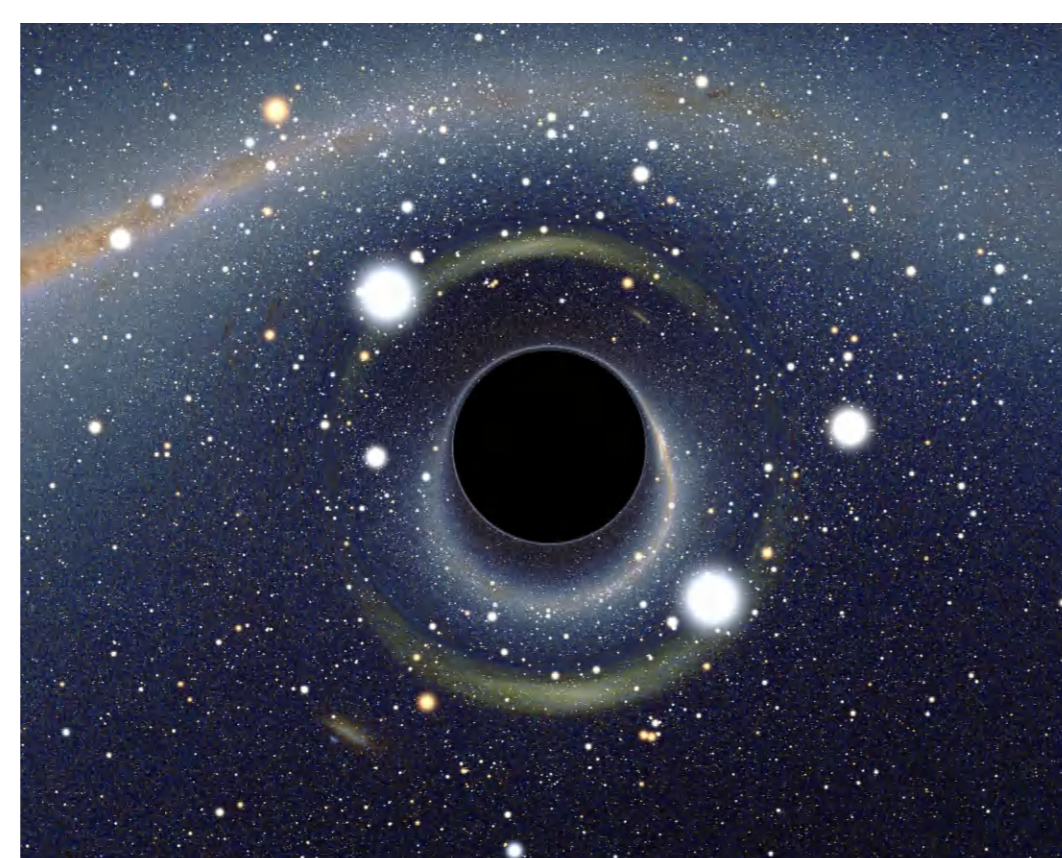
Les objets très massifs sont d'excellentes lentilles gravitationnelles qui déforment le ciel profond.

## Évolution de l'univers

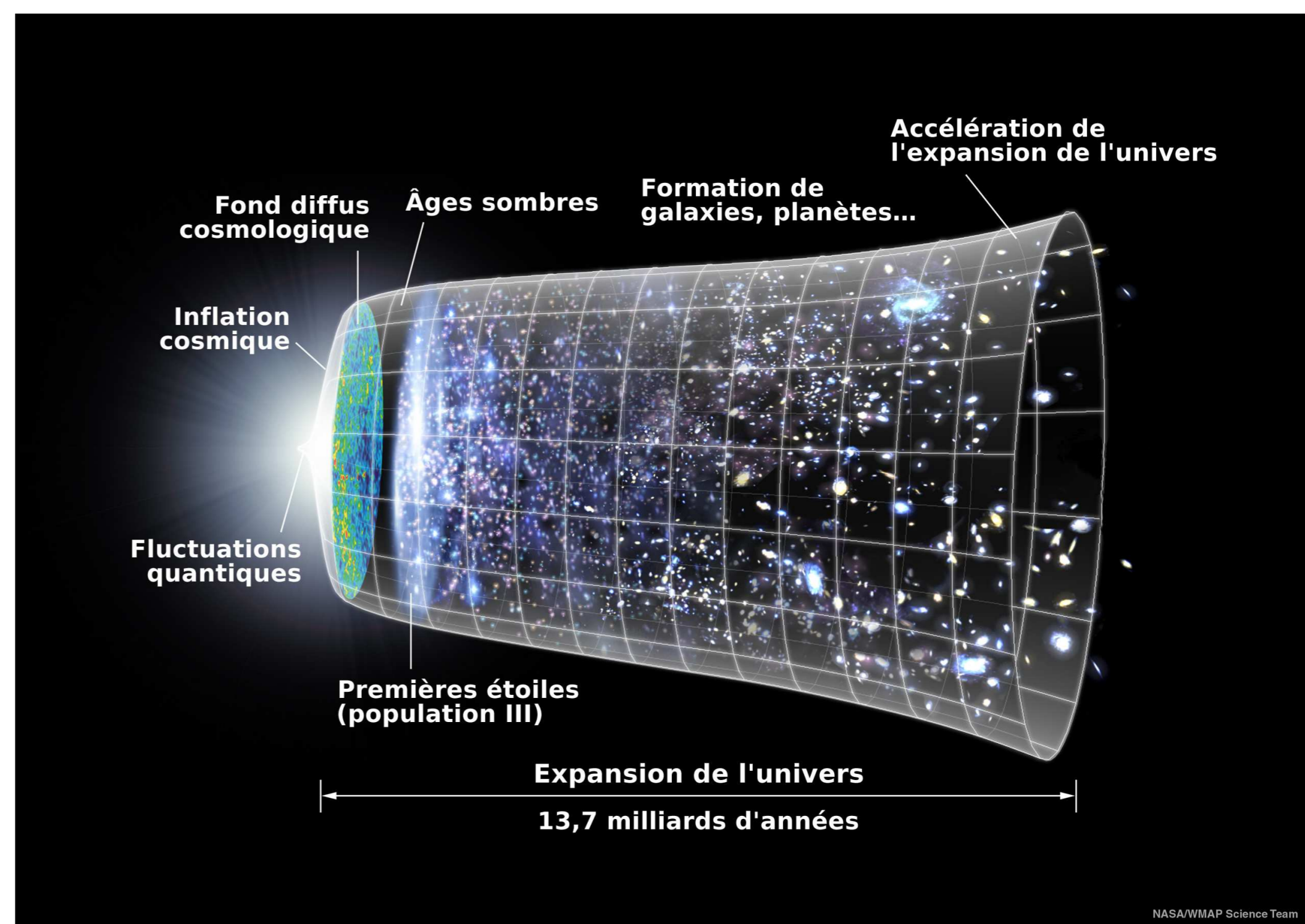
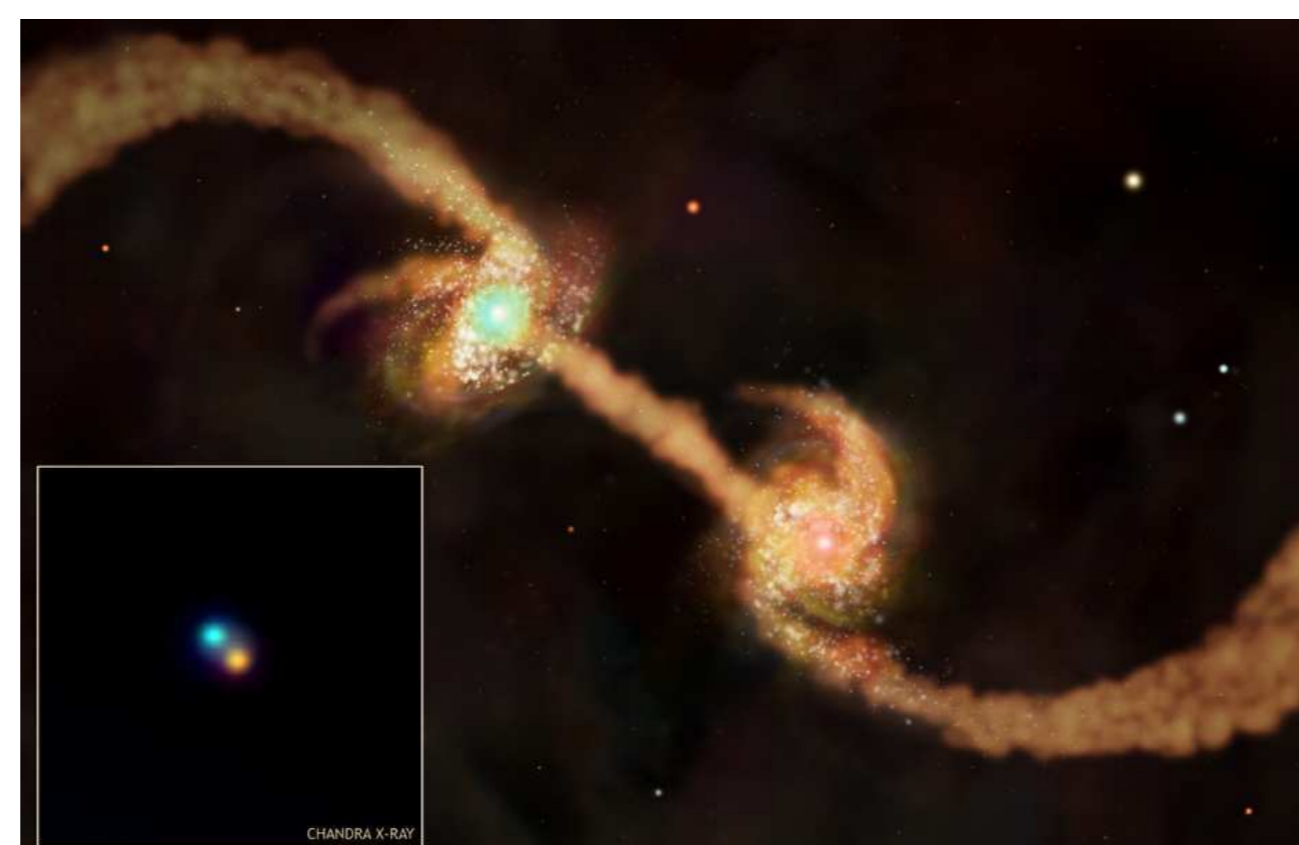


Les trous noirs montrent que l'espace n'est pas plat. La relativité générale prédit trois "formes" d'univers. Les deux premières ont une géométrie "non plane". Mais finalement il semble que l'univers ait une géométrie euclidienne ( $\sum \alpha_{triangle} = 180^\circ$ ).

## Trous noirs

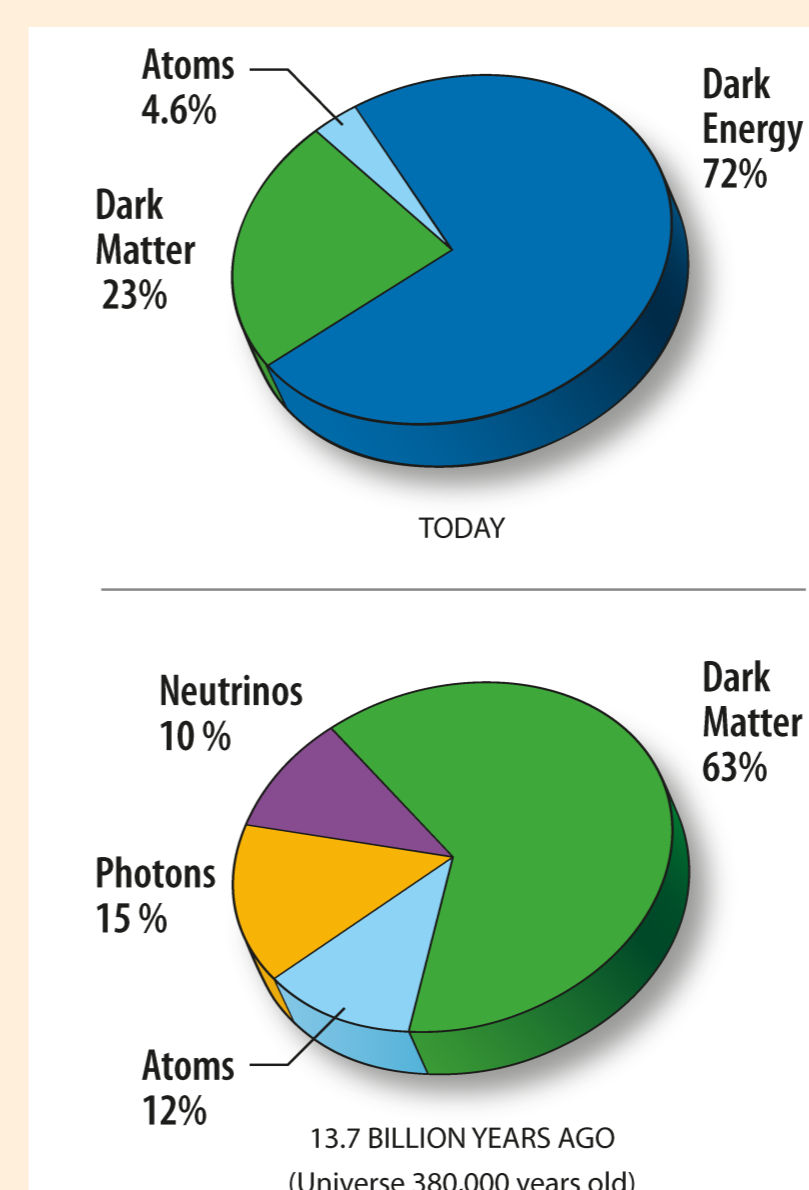


Les trous noirs supermassifs font partie de la matière "cachée" de notre univers, au même titre que la "matière noire". La relativité générale décrit ces objets comme l'univers lui-même.



On connaît maintenant bien l'évolution de l'univers depuis le big-bang. Mais la formation des grosses structures comme les amas de galaxies reste complexe.

## Matière sombre



Non seulement une partie de notre univers n'est pas visible en raison de la vitesse limitée de la lumière, mais une partie de celui-ci ne se voit pas, car elle est constituée de matière qui ne rayonne pas : la matière sombre. L'énergie sombre, quant à elle, serait responsable de l'accélération de l'expansion de l'univers.

Deux trous noirs, séparés par 70'000 années lumières, photographiés par le télescope Chandra, spécialisé dans la recherche de trous noirs.

En résumé, la cosmologie doit beaucoup à la relativité générale pour comprendre notre univers à grande échelle. Mais la physique quantique l'a rejointe pour en comprendre les premiers instants.