

# LES ÂGES SOMBRES DE L'UNIVERS

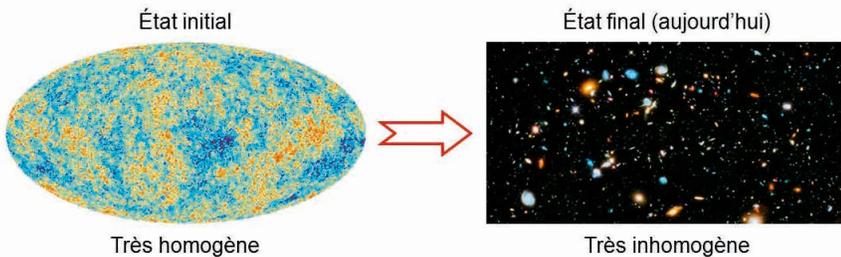
À son début, l'Univers est passé d'une grande homogénéité à un état proche de celui que nous lui connaissons.

## Évolution de l'Univers

Les petites inhomogénéités du rayonnement de fond cosmologique (image de gauche, voir article suivant pour plus de détails) correspondent aux graines des galaxies que nous observons aujourd'hui. Les âges sombres de l'Univers jouent un rôle crucial dans la transition entre l'état initial très homogène et l'état très inhomogène que les astronomes observent aujourd'hui.

Voici 13,8 milliards d'années, l'Univers était beaucoup plus dense et plus chaud. Il était également beaucoup plus homogène : la densité de matière était presque exactement la même en tout point de l'espace. Aujourd'hui, la situation est bien différente : ici des galaxies et leurs étoiles, là, le vide. Le passage d'une situation à l'autre constitue précisément « l'adolescence » de l'Univers. Cette période de transition a débuté 380 000 ans après le Big-bang, quand l'Univers est devenu transparent à son propre rayonnement. Elle a pris fin quelques centaines de millions d'années plus tard quand la matière ordinaire a été suffisamment concentrée pour que les premières étoiles s'allument. Entre les deux, aucun astre ne brille, c'est pourquoi cette période est aussi appelée celle des âges sombres.

Mais comment passer d'un Univers primordial qui semble aussi simple à l'incroyable complexité que nous observons de nos jours dans le cosmos ? En réalité, la matière ordinaire est très minoritaire dans l'Univers. Un autre type de matière est présent partout, et en bien plus grande proportion. C'est cette matière noire, d'une nature encore inconnue à ce jour,



qui va se concentrer sous l'effet de sa propre masse et entraîner avec elle la matière ordinaire dans son effondrement.

Prise ainsi dans le creuset de la matière noire, la matière ordinaire se concentre jusqu'au point où l'accroissement de sa densité permet le démarrage des réactions de fusion nucléaire et partant, l'allumage des premières étoiles. Dès qu'elles commencent à briller, ces dernières produisent des flots de rayonnements ultraviolets propres à éplucher les atomes du milieu interstellaire restés neutres depuis la recombinaison. Cette période dite de ré-ionisation marque le début de la maturité de l'Univers, avec la grande diversité d'astres dont il fait montre aujourd'hui. Sans matière noire, les galaxies n'auraient sans doute pas pu se former.

Les zones qui apparaissent en bleu foncé sur la carte du rayonnement de fond cosmologique (l'état initial dans la figure de gauche) sont les plus froides et sont littéralement des graines de galaxie. Elles signalent en effet que la matière noire a commencé à se concentrer et avec elle la matière ordinaire. Pour se figurer ce qui se passe alors dans l'Univers, il faut imaginer une pâte à gâteau, très homogène, dans laquelle se forment des grumeaux. Ces derniers sont des ébauches de galaxies qui vont grossir et fusionner les unes avec les autres pendant les âges sombres. Les calculs théoriques qui décrivent cette période sont des plus complexes. Ils font appel aux équations de la relativité générale dont la résolution numérique requiert des ordinateurs très puissants.

Ces grumeaux continuent ensuite à croître et à fusionner même après que les étoiles se sont allumées. Le halo massif de matière noire qui enveloppe notre propre galaxie est sans doute peuplé d'une multitude de tels grumeaux, qui sont autant de vestiges trahissant la façon dont ce halo s'est formé il y a plus de douze milliards d'années.



#### L'invisible matière noire

Si l'on pouvait voir la matière noire, voici à quoi ressemblerait notre galaxie vue en « négatif » : un gigantesque halo de matière noire parsemé de grumeaux et dont le diamètre est vingt fois plus grand que celui de la Voie lactée.