

## Chapitre 1

---

# Remonter le temps et observer l'Univers jeune

Si notre connaissance de la formation des galaxies a fait des progrès immenses ces dernières années, c'est grâce à la puissance accrue des télescopes, qui peuvent détecter les galaxies très lointaines, et ainsi remonter dans le temps, pratiquement jusqu'à 95 % de l'âge de l'Univers. Quel est le volume d'Univers qui nous est ainsi accessible ? Il existe une limite naturelle qui est celle de l'horizon, aux confins duquel nous remontons aujourd'hui.

Pour cartographier ce volume accessible, il nous faut définir des distances, et dans un Univers en expansion ce n'est pas facile : il existe plusieurs distances différentes, un phénomène auquel nous ne sommes pas habitués dans l'Univers local.

Comment les premières structures se sont-elles formées ? Dans la soupe initiale faite de particules ionisées, de matière noire et de photons, les fluctuations primordiales de densité qui sont les graines des structures actuelles, sont observées aujourd'hui sous forme d'anisotropies du fond cosmologique micro-onde, mais elles sont extrêmement faibles. Auront-elles le temps de s'effondrer sous l'effet de leur gravité, malgré l'expansion de l'Univers ?

Les images à haute définition du télescope spatial Hubble permettent non seulement de suivre l'évolution en direct, en observant les galaxies lointaines, mais aussi d'observer les étoiles individuelles dans les galaxies proches, afin de connaître leurs âges respectifs, et de retrouver ainsi l'évolution des galaxies comme par une reconstitution historique.

## LE TÉLESCOPE, UNE MACHINE À REMONTER LE TEMPS

Qui n'a un jour rêvé de pouvoir revenir en arrière, se mêler à la vie de nos arrière-grands-parents, vivre à la cour de Louis XIV, ou à l'époque des Lumières ?

Le télescope permet en quelque sorte ce genre de retour en arrière, mais avec une contrepartie : il faut aussi voyager dans l'espace. Plus on s'éloigne dans l'espace, plus on remonte dans le temps, et plus les galaxies rencontrées sont jeunes.

Nous ne pourrions donc pas voir notre propre Galaxie, la Voie Lactée, lors de sa formation et pendant sa jeunesse ; en revanche nous pourrions voir la formation de galaxies très éloignées.

Cette magie de la machine à remonter le temps est due à la limitation de la vitesse de la lumière (environ 300 000 km par seconde) qu'aucun signal ne peut dépasser, quelle que soit la vitesse du mobile qui l'émet. Aucun signal venant des galaxies voisines ne peut aller plus vite.

Tout d'abord, la vision que nous avons du système solaire n'est pas instantanée, puisque la lumière met plusieurs heures à nous parvenir des objets les plus lointains. C'est d'ailleurs à partir de cet effet que le Danois Ole Romer put, en 1676, à l'Observatoire de Paris, déterminer le premier une estimation de la vitesse de la lumière.

Notre proche voisine, la galaxie d'Andromède, est à environ 2 millions d'années-lumière de nous. Nous n'avons donc pas une vision « contemporaine » de ses bras spiraux, nous voyons la configuration qu'ils avaient il y a 2 millions d'années...

Nous contemplons l'amas de galaxies le plus proche, l'amas de la Vierge, tel qu'il était il y a environ 65 millions d'années... lorsqu'il y avait encore des dinosaures sur la Terre.

Plus on s'éloigne, plus on remonte dans le temps. Les images que nous avons des galaxies les plus lointaines observées aujourd'hui, proviennent de rayons de lumière qui ont été émis il y a 13 milliards d'années, lorsque l'Univers n'avait que 5 % de son âge actuel ! Il est vraisemblable qu'aujourd'hui ces galaxies, qui sont aux confins de notre horizon actuel, ont beau-

coup évolué, ont même peut-être fusionné avec des galaxies voisines. Si nous pouvions les voir telles qu'elles sont aujourd'hui, nous ne les reconnaîtrions sans doute pas !

## L'HORIZON DE NOTRE UNIVERS

Chaque point de l'Univers (qui est peut-être infini, nous reviendrons sur cette question), est ainsi le centre d'une sphère constituant son horizon visible.

Autour de notre Galaxie, la Voie Lactée, un tel horizon nous entoure. Le rayon de la sphère est la distance parcourue par la lumière depuis le début de l'Univers, le Big-Bang. Comme l'on connaît avec précision l'âge de l'Univers, 13,7 milliards d'années, le rayon de l'horizon serait de 13,7 milliards d'années-lumière.

Même si de nombreuses galaxies existent bien au-delà de notre horizon, nous ne pourrions pas les voir : leurs signaux mettraient plus que l'âge de l'Univers à nous parvenir. Ces considérations nous permettent de prendre conscience des réalités de l'espace-temps.

Bien entendu, on peut imaginer des galaxies semblables à la nôtre, au même degré d'évolution, s'échelonnant jusqu'à l'infini, mais ce n'est pas ce que nous pouvons voir directement, car lorsque nous nous approchons de notre horizon, nous voyons... le Big-Bang.

Cependant, certaines des galaxies que nous observons jeunes apparaissent certainement plus évoluées au centre de l'horizon visible d'observateurs situés dans d'autres galaxies lointaines de notre Univers... lesquels peuvent observer des galaxies invisibles pour nous (et inversement) !

Comme on peut le voir sur la figure 1.1, s'étalent devant nous les galaxies à différents stades de leur évolution, jusqu'à leur formation tout près de l'horizon, à la frontière de la période de l'âge sombre de l'Univers, que nous allons maintenant décrire. Il suffit donc d'observer avec une grande profondeur, c'est-à-dire observer très loin, pour avoir devant soi le livre ouvert de l'évolution.