

Pour imprimer les contenus Futura de manière optimale, nous vous recommandons d'utiliser la fonctionnalité de téléchargement PDF des contenus, accessible en cliquant sur le bouton  dans la barre d'outils du contenu.

20
ANS

— SCIENCES —

Il y aurait quelque 40 milliards de milliards de trous noirs dans l'Univers !

ACTUALITÉ

Classé sous : [UNIVERS](#) , TROU NOIR , UNIVERS OBSERVABLE

Publié le 22/01/2022

On ne sait vraiment jusqu'où l'Univers s'étend dans l'espace mais on sait évaluer la taille du volume de ce que l'on appelle l'Univers observable. Une équipe d'astrophysiciens pense avoir réussi à modéliser le taux de formation des trous noirs stellaires et donc le nombre de ces objets qui se sont formés après le Big Bang et qui sont toujours là dans cet Univers observable.

 **Vous aimez nos Actualités ?**

Inscrivez-vous à la lettre d'information [La quotidienne](#) pour recevoir nos toutes dernières Actualités une fois par jour.

 **Cela vous intéressera aussi**





[EN VIDÉO] Un trou noir peut-il exploser ? Aurélien Barrau répond Un trou noir est un objet céleste difficile à observer directement. L'intensité de son champ gravitationnel est si intense qu'il empêche en théorie toute forme de matière ou de rayonnement de s'échapper. Peut-il exploser ? C'est la question que Futura-Sciences a posée à Aurélien Barrau, astrophysicien spécialisé en cosmologie et auteur du livre *Des univers multiples*.

Les équations de la théorie de la relativité générale d'Einstein admettent un zoo de solutions cosmologiques assez diversifié si l'on autorise que l'espace ne soit pas isotrope et avec des topologies non triviales. On peut, dans le premier cas, avoir un cosmos en rotation ou de forme oscillante entre une sphère et un cigare par exemple. Dans le second cas, l'espace peut être chiffonné, selon l'expression de Jean-Pierre Luminet, et être par exemple l'analogie d'un tore ou du dodécaèdre de Poincaré.

Dans le cas d'un tore, la géométrie de l'espace serait plate et nous pourrions la croire de taille infinie, comme le serait un plan, et pourtant nous aurions tort. Toutes ces considérations ne sont là que pour rappeler que même si les analyses des données du satellite Planck concernant le rayonnement fossile du Big Bang favorisent plutôt un Univers avec une géométrie plate et donc peut-être de taille infinie dans l'espace, nous n'avons encore aucune certitude quant à cette question et encore moins quant à la forme et à la topologie de l'espace (son caractère fini ou non dans le temps est aussi sujet uniquement pour le moment à des spéculations, par exemple celles du prix Nobel de physique Roger Penrose au sujet d'une Univers cyclique).

Toujours est-il que nous pouvons tout de même parler de la notion d'Univers observable, c'est-à-dire l'ensemble des régions de l'espace d'où des rayons lumineux ont pu nous parvenir depuis sa naissance il y a environ 13,8 milliards d'années. Signalons au passage que le comportement de ces rayons, qui peuvent servir de sonde cosmologique pour tester différents modèles d'Univers, a récemment été examiné de plus près par les membres de la collaboration RayGal.

Un fabuleux voyage à travers l'Univers observable de la Terre jusqu'à la sphère de dernière diffusion dont nous parvenons aujourd'hui les plus vieux photons de l'Univers. Toutes les distances sont à l'échelle et les objets sont représentés avec le plus d'exactitude possible. © Digital Universe, American Museum of Natural History/Youtube. Musique : Suke Cerulo

Un Univers observable de 90 milliards d'années-lumière de diamètre

Au sujet de l'Univers observable actuel, dont les caractéristiques ne font pas vraiment débat et ne dépendent pas vraiment du modèle cosmologique considéré, on peut s'en faire une idée grâce à une célèbre vidéo, *The Known Universe*, disponible sur la chaîne [YouTube](#) de l'*American Museum of Natural History*.

Reprenons les commentaires que Futura avait déjà faits concernant cette vidéo il y a des années. Le voyage dans l'Univers observable y commence sur le toit du monde, c'est-à-dire le Tibet, puis nous entraîne à travers le Système solaire pour nous montrer la position des orbites des planètes par rapport à la Voie lactée. On dépasse ensuite la sphère d'ondes radio générée par l'Humanité à partir des années 1910 et dont le front se trouve à environ 100 années-lumière pour sillonner le fin disque de la galaxie spirale qu'est notre Voie lactée.

Le voyage se poursuit à travers la carte des galaxies et des quasars obtenue par des grands relevés comme le *Sloan Digital Sky Survey (SDSS)* pour finir par rejoindre la sphère de dernière diffusion située à plus de 46 milliards d'années-lumière de la Terre actuellement. Elle correspond aux régions d'où sont partis il y a 13,8 milliards d'années les photons du rayonnement fossile. On revient ensuite sur Terre avec une étrange impression de vertige métaphysique associée à la prise de conscience de l'énormité des échelles d'espace dans lesquelles se trouve prise l'Humanité depuis des millénaires, quelque part entre le Tout et le Rien, portée par une vague ayant mené du Big Bang au Vivant.

On a spéculé depuis bien longtemps sur le contenu exact de cet Univers observable, combien de galaxies, d'étoiles, de protons ? Nous avons des moyens indirects d'estimer ces nombres et aujourd'hui un groupe d'astrophysiciens dirigé par des membres de l'École internationale supérieure d'études avancées (en italien, *Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati* ou SISSA), une célèbre université italienne située à Trieste, vient de publier un article évaluant le nombre de trous noirs d'origine stellaire dans l'Univers observable.

Une précision, le rayon du cosmos observable c'est environ 45 milliards d'années-lumière et pas 13,8 comme on pourrait le croire naïvement. En effet, depuis le Big Bang, dont on ne sait pas s'il débute par une vraie naissance du temps, l'espace est en expansion et rien ne limite *a priori* sa vitesse. Tout calcul fait en tenant compte de cette expansion, les régions d'où sont partis les photons du rayonnement fossile depuis 13,8 milliards d'années se retrouvent aujourd'hui bel et bien à environ 45 milliards d'années-lumière et elles sont sans doute occupées actuellement par des galaxies ressemblant beaucoup à celles dans le voisinage de la Voie lactée.

Pendant toute cette durée, des étoiles se sont formées et certaines étaient suffisamment massives pour s'effondrer en donnant des trous noirs aussi bien dans des galaxies que dans les amas globulaires en orbite autour de ces galaxies. On a également des raisons de penser que les amas globulaires seraient le lieu de véritables réactions en chaîne catalysant la formation de trous noirs binaires de plus en plus massifs, d'après de nouvelles simulations numériques décrivant l'évolution des amas, en tenant compte de la relativité générale. De tels trous noirs binaires se forment également dans les galaxies puisque beaucoup d'étoiles naissent en fait en couple. Dans tous les cas, des fusions vont intervenir donnant des trous noirs plus massifs comme les détections d'ondes gravitationnelles effectuées avec Ligo et virgo l'ont démontré.

Les chercheurs de SISSA ont pu effectuer un calcul fascinant. Selon leurs travaux, environ 1 % de la matière ordinaire (baryonique) globale est enfermée dans les trous noirs de masse stellaire. Leurs résultats viennent d'être publiés dans le prestigieux *The Astrophysical Journal*. Lumen Boco (SISSA) explique le résultat dans cette vidéo. © Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati

Tous les trous noirs stellaires depuis le début du Big Bang

On a réussi à modéliser l'évolution du taux de formation des étoiles dans les galaxies et ensuite l'évolution de ces étoiles et le nombre de trous noirs stellaires qu'elles vont former. Ces évolutions sont aussi en relation avec l'évolution de la chimie des galaxies en raison de la nucléosynthèse des éléments dans les étoiles massives, éléments qu'elles dispersent en devenant des supernovae. Cela fait changer la métallicité des galaxies et des étoiles, c'est-à-dire les abondances des éléments plus lourds que l'hydrogène, selon le jargon des astrophysiciens. Or, la métallicité influence la formation et l'évolution des étoiles.

Bref, comme l'explique donc une publication dans *The Astrophysical Journal* que l'on peut aussi consulter en accès libre sur arXiv, les chercheurs estiment qu'environ 1 % des protons et des neutrons produits par le Big Bang se trouvent aujourd'hui sous forme de trous noirs d'origine stellaire, ne dépassant pas quelques centaines de masses solaires, dans le cosmos observable. Ils ont obtenu aussi une fonction de distribution dans les galaxies et amas globulaires du nombre de trous noirs d'origine stellaire d'une masse donnée et elle rend bien compte, en faisant intervenir la formation catalysée de trous noirs dans les amas globulaires, des trous noirs particulièrement massifs de plusieurs dizaines de masses solaires qui avaient surpris les chercheurs après leur détection avec Vigo et Ligo.

Tous ces trous noirs stellaires sont trop massifs pour avoir commencé à s'évaporer par rayonnement Hawking. La température d'un tel rayonnement pour les masses impliquées étant plus basse que celle du rayonnement fossile, ces astres sont plus froids que lui et ils l'absorbent plutôt que de rayonner. Le bilan des trous noirs stellaires dans l'Univers observable fait donc le décompte de tous les trous noirs d'origine stellaire formés et existant depuis la naissance des premières étoiles.

Les chercheurs arrivent alors au nombre ahurissant de 40 milliards de milliards de trous noirs stellaires dans le cosmos soit $40 \cdot 10^{18}$ astres.

Terminons en rappelant que les trous noirs supermassifs n'ont pas été pris en compte bien qu'ils contiennent d'un million à plusieurs milliards de masses solaires et soient présents dans toutes les grandes galaxies. Ce n'est guère étonnant car on ne sait toujours pas vraiment comment sont nés ces géants, peut-être à partir de germes sous forme de trous noirs primordiaux.



Intéressé par ce que vous venez de lire ?

Abonnez-vous à la lettre d'information **La quotidienne** : nos dernières actualités du jour. [Toutes nos lettres d'information](#)

S'ABONNER



Lien externe



Définitions associées

