



L'Univers n'est pas statique mais est en expansion. Du coup, les galaxies s'éloignent les unes des autres à mesure que le temps s'écoule. De plus en plus de vide les sépare et l'Univers offre un aspect de plus en plus dilué.

Qu'est-ce que l'expansion de l'Univers ?

A. Dagan

→ **Découvrez** comment, à la suite d'une impulsion donnée par le big bang, la "toile" de l'espace, c'est-à-dire le vide, continue à se dilater inexorablement.

EN 1929, Edwin Hubble annonce que les galaxies s'éloignent de nous, et ce avec une vitesse d'autant plus grande qu'elles sont lointaines. L'astronome américain démontre en effet que, dans la majorité des cas, leur spectre lumineux subit un décalage "vers le rouge", c'est-à-dire vers les grandes longueurs d'onde. Tout comme le son de la sirène d'une ambulance est plus grave quand elle s'éloigne de nous que lorsqu'elle s'en approche, ce décalage vers le rouge (ou redshift) indique que les galaxies nous fuient ! Ces observations, incompatibles avec un Univers statique où les distances demeurent

fixes déboucheront plus tard sur la théorie du big bang, avec son Univers évolutif en expansion. À l'époque, Hubble mesure même un taux d'expansion (ou constante d'Hubble), dont la valeur est maintenant estimée à 71 km/s/Mpc. Cela signifie que les côtés d'un cube de 1 million de parsecs (1 parsec = 30000 milliards de kilomètres environ) s'allongent de 71 km à chaque seconde. Mais quelles en sont les conséquences sur la réalité ? Pour le visualiser, imaginons-nous à la surface d'un ballon de baudruche sur lequel sont dessinés des points. Quand le ballon gonfle, tous les points s'éloignent les

uns des autres. Pourtant, les points ne bougent pas sur la matière qui constitue le ballon ; ils y sont fixes. De la même façon, les galaxies sont globalement au repos (on ne tient pas compte de leurs mouvements locaux), comme accrochées à la toile de l'espace. C'est cette "toile" qui se dilate à la manière d'un gigantesque élastique ! Explorons la surface du ballon. Quel que soit le point sur lequel on se trouve, en regardant les autres points, on les voit tous "fuir", d'autant plus vite qu'ils sont éloignés (voir dessin p. 97). Par ailleurs, en se promenant, on constate que l'on n'atteint jamais le bord. Pour l'Univers, c'est la même chose, sauf que ces observations sont vraies dans les trois dimensions de l'espace, et pas uniquement les deux dimensions d'une surface. Autrement dit, aucun point de vue n'est à privilégier ;

2 →

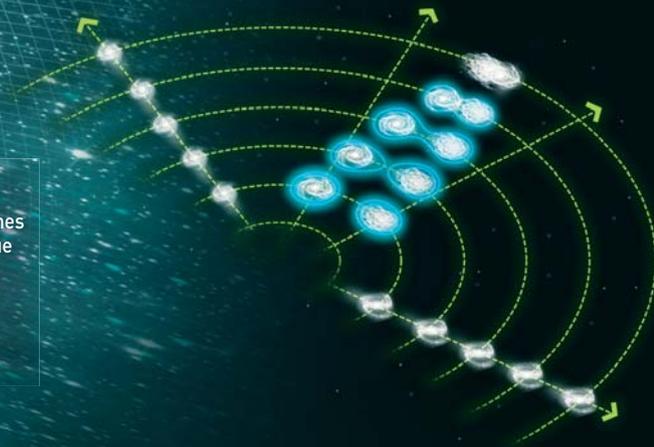
Les galaxies s'éloignent de nous ! Et ce, d'autant plus vite qu'elles sont lointaines. Pour le comprendre, regardez la "toile" de l'Univers au temps 0. La galaxie B y est trois fois plus éloignée de l'observateur que la galaxie A.



Puisque l'Univers est en expansion, supposons qu'au temps 1 chaque "carré" qui le constitue ait doublé de taille. Les galaxies A et B seront donc deux fois plus loin de l'observateur qu'au temps 0. Mais, comme B était au départ trois fois plus loin de l'observateur que A, elle a parcouru une distance trois fois plus grande que A par rapport à l'observateur. Elle s'écarte donc de lui trois fois plus vite.

3 →

Selon la théorie du big bang, l'impulsion initiale (indiquée par les flèches) éloignent les galaxies les unes des autres. Mais ce n'est possible que si elles sont suffisamment distantes pour s'ignorer gravitationnellement. Dans le cas contraire, leurs masses, toujours "drainées" par l'expansion de l'Univers, tendent à s'attirer.



l'Univers n'a ni centre, ni frontières... Mais pas si vite : justement, l'Univers n'est pas la surface d'un ballon ! Pour commencer, le ballon gonfle bien dans quelque chose. Jusqu'à maintenant, nous l'avons regardé comme si nous étions à sa surface mais nous pourrions nous en extraire et le regarder de l'extérieur. Dans le cas de l'Univers, c'est impossible : en "dehors", il n'y a plus d'espace, plus de temps... L'idée même d'un "en dehors" est absurde. Autre différence majeure : lorsque la surface du ballon s'étire, c'est bien de la matière qui s'étend. Or, le cosmos est globalement vide, très peu dense. Ce ne peut pas être la matière qui s'étend mais plutôt l'espace lui-même qui se dilate, et la quantité de vide qui augmente. Les distances augmentent-elles aussi entre les planètes d'un système, entre les étoiles d'une galaxie ou entre les galaxies d'un

amas ? Non, car une expansion globale n'implique pas un grossissement local. En effet, dans un système où les objets sont liés gravitationnellement, l'expansion n'a pas d'action visible. Pour les "séparer", il faut agir afin de briser leur équilibre gravitationnel. Or, contrairement au gonflement du ballon, l'expansion de l'Univers n'est pas le résultat d'une force. C'est la conséquence d'une impulsion donnée lors du big bang. Une fois le mouvement amorcé, les particules de matière s'éloignent les unes des autres, portées par l'espace en expansion. Quant aux objets situés dans le même voisinage, ils ont tendance à se rapprocher sous l'effet de la gravitation. Ainsi, localement, des galaxies peuvent tourner les unes autour des autres, ou même entrer en collision. D'ailleurs, la galaxie d'Andromède s'approche

actuellement de notre Voie lactée, car toutes deux sont liées gravitationnellement. On comprendra que si aucune force n'entretient l'expansion, celle-ci ne peut que ralentir sous l'effet de la gravitation. Sauf qu'en 1998 des astronomes ont constaté que l'expansion de l'Univers semblait s'accélérer. Non seulement l'espace se dilaterait mais il le ferait à une vitesse de plus en plus grande. Quelle source peut fournir la quantité d'énergie — appelée énergie noire — nécessaire à une accélération ? C'est là qu'interviennent les théories les plus originales. Aucune, à l'heure actuelle, ne prévaut. Capucine Casati

Ciel & Espace répond à vos questions

Écrivez à Émilie Martin : e.martin@cieletespace.fr