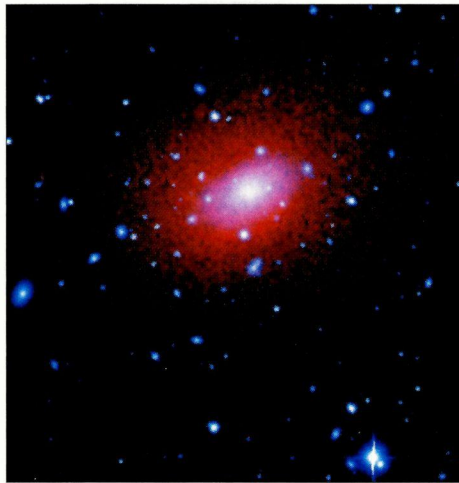


Les rayons X: pour ou contre l'énergie sombre?

Les images des amas de galaxies obtenues par l'observatoire des rayons X Chandra de la NASA ont permis d'examiner la question de l'existence et de la nature de l'énergie sombre. Les résultats obtenus sont complètement indépendants des précédents, tous déduits de l'observation des supernovas, et confirment l'effet de l'énergie sombre sur l'accélération de l'univers.

La première preuve de l'existence d'une énergie sombre date de 1998 et de la constatation que les supernovas lointaines de type Ia sont moins lumineuses que prévu. Cela suggérerait que l'univers ne ralentit pas son expansion sous l'effet de sa propre gravité mais accélère du fait d'une mystérieuse énergie sombre (*Courrier CERN* septembre 2003 p23). Les premiers résultats de la sonde WMAP sur l'anisotropie du fond micro-ondes ont confirmé en 2003 que l'énergie sombre fournit la contribution principale au bilan matière-énergie de l'univers (*Courrier CERN* avril 2003 p11). En y ajoutant d'autres contraintes des observations, on pouvait en déduire un "modèle de concordance" cosmologique selon lequel 4% de l'univers actuel est constitué de baryons, 20-25% de matière noire non baryonique d'une nature inconnue et le reste, 70-75%, d'énergie sombre.

La nouvelle étude dirigée par Steve Allen de l'institut d'astronomie de l'université de Cambridge s'appuie sur l'émission de rayons X par les gaz chauds dans 26 amas de galaxies (*Courrier CERN* juillet/août 2003 p13). Sur la base des mesures de rayons X de Chandra, les auteurs calculent pour chaque amas le rapport de masse entre gaz chaud et matière noire. Dans l'hypothèse que la fraction correspondant au gaz doit rester constante quel que soit le décalage spectral, ils ajustent alors l'échelle de distance pour obtenir le meilleur



Les images des amas de galaxies provenant de l'observatoire des rayons X Chandra de la NASA fournissent une nouvelle méthode pour détecter et sonder l'énergie sombre. Cette image est un composite optique (bleu) et rayons X (rouge) de l'amas de galaxies Abell 2029. La galaxie elliptique géante, au centre, est entourée de galaxies plus petites formant l'amas. Leur attraction combinée piège le gaz chaud, environ 100 millions de degrés, émettant les rayons X. (Optique: NOAO/Kitt Peak/J Uson, D Dale; rayons X: NASA/CXC/IoA/S Allen et al.)

accord possible avec les données. Leur travail suggère l'existence d'une énergie sombre avec une probabilité dépassant $>3\sigma$ (Allen et al. 2004). Il s'agit donc de la première confirmation claire des résultats issus des supernovas de type Ia et d'une nouvelle détection de l'effet de l'énergie sombre sur les mesures de distance, mais obtenue cette fois sur une classe différente d'objets astronomiques.

Cette étude suggère en outre que la densité

d'énergie sombre ne varie pas rapidement dans le temps et pourrait même être constante, ce qui est compatible avec l'idée de la "constante cosmologique" introduite à l'origine par Albert Einstein. La meilleure estimation du paramètre "w" de l'équation d'état, qui décrit la nature de l'énergie sombre, est cependant légèrement inférieure à -1. Cela pourrait signifier que l'univers se terminerait par une "grande déchirure", c'est-à-dire que l'énergie sombre augmenterait jusqu'à écarteler les galaxies, les étoiles, les planètes et, finalement, même les atomes (*Courrier CERN* mai 2003 p13).

Cependant, il est important de ne pas lire dans ces données plus qu'elles ne disent, en oubliant qu'elles dépendent de certaines hypothèses préalables. Par exemple, une autre étude récente, également basée sur l'émission de rayons X par les amas de galaxies, est parvenue au résultat contraire en montrant que la dépendance du décalage spectral vis-à-vis du nombre d'amas de galaxies est de près d'un ordre de grandeur en dessous des prévisions du "modèle de concordance" et présente même un accord remarquable avec le nombre d'amas déduit d'un modèle d'univers dominé par la matière (Vauclair et al. 2003). Un tel univers "classique" de Einstein-de-Sitter pourrait même expliquer les résultats de WMAP si la constante de Hubble prend la valeur plutôt faible de 46 km/s/Mpc (Blanchard et al. 2003). La controverse sur l'existence, et encore plus sur la nature, de l'énergie sombre est loin d'être terminée.

Pour en savoir plus

S W Allen et al. 2004 <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0405340>.

A Blanchard et al. 2003 *Astron. Astrophys.* **412** 35.

S C Vauclair et al. 2003 *Astron. Astrophys.* **412** L37.

La photo du mois

S'agit-il du résidu d'un sursaut gamma? Si oui, il s'agirait du premier découvert dans notre propre Voie lactée. On voit sur cette image composite du résidu de supernova W49B des anneaux infrarouges brillants (rouge et vert) des deux côtés d'une barre lumineuse correspondant à un rayonnement X intense (bleu). Les anneaux infrarouges ont probablement été éjectés pendant la brève vie d'une étoile massive. Il y a quelques milliers d'années, quand l'étoile a épuisé son combustible nucléaire, son cœur s'est effondré pour former un trou noir. Une grande partie du gaz



environnant a alors été absorbée par le trou noir, mais le reste a probablement été projeté au loin en formant des jets diamétralement opposés, comme en témoigne la région résiduelle en forme de barre qui correspond au gaz émettant les rayons X. Ces jets projetés à une vitesse proche de celle de la lumière pourraient avoir produit un sursaut gamma qui serait alors observable dans quelques milliards d'années depuis une galaxie lointaine située sur l'axe du jet. (Provenance: NASA/CXC/SSC/J Keohane et al.; Infrarouge: Caltech/Palomar/J Keohane et al.)