Relativité générale : au-delà de la Voie lactée, Einstein a toujours raison

Relativité générale : au-delà de la Voie lactée, Einstein a toujours raison Les astrophysiciens tentent de prendre en défaut les équations d'Einstein en espérant découvrir une nouvelle physique de la gravitation. La « générale » est de nouveau victorieuse en passant un test avec une précision record en dehors de la Voie lactée. La théorie de la relativité générale est maintenant plus que centenaire. Elle a permis de découvrir le Big Bang et plus récemment les ondes gravitationnelles produites par la fusion des trous noirs ou des étoiles à neutrons. Toutefois, depuis longtemps, les théoriciens, à commencer par Einstein, ne sont pas satisfaits par cette théorie et des tests expérimentaux ont été entrepris, en particulier à partir du début des années 1970, pour tenter de valider des théories alternatives. L'espoir était bien sûr de découvrir une nouvelle physique permettant de mieux comprendre le cosmos observable. Ces alternatives sont très souvent des théories métriques de la gravitation. Elles se basent sur l'espace-temps courbe d'Einstein mais on postule, pour diverses raisons, que sa structure et en particulier sa courbure, est gouvernée par d'autres équations que celles d'Einstein. Un bon exemple est la classe de théories dites f(R) où f est par exemple un polynôme qui se réduit à une fonction linéaire dans la théorie d'Einstein. Des alternatives testables aux équations d'Einstein Ses nouvelles équations peuvent intervenir avec l'ajout de dimensions spatiales supplémentaires ou d'autres champs, notamment des champs scalaires similaires à celui du boson de Brout-Englert-Higgs qui se combinent avec le champ dit

tensoriel. Celui-ci décrit la métrique de l'espace-temps, c'est-à-dire une quantité mathématique permettant de calculer les distances spatiales et les intervalles de temps entre des évènements dans un espace-temps courbe. Les différences entre les théories se retrouvent au niveau des prédictions concernant les mouvements des corps célestes et les trajectoires des rayons lumineux, et bien sûr avec les mouvements des sondes ou la propagation des ondes radars dans le Système solaire. Les astrophysiciens relativistes jouent à ce jeu - comparer les prédictions des théories à la réalité - depuis des décennies, en mesurant de plus en plus précisément ces mouvements dans diverses situations. Souvent, les prédictions diffèrent selon que le champ de gravité est fort ou faible. Dans le premier cas, on pense même que les modifications des équations d'Einstein peuvent être telles qu'elles pourraient supprimer l'existence d'une singularité dans les solutions décrivant les trous noirs. Lorsque le champ est faible, il se pourrait qu'apparaissent des équations qui prennent naturellement place dans le cadre de la théorie Mond, l'alternative à la théorie de la matière noire de plus en plus prise au sérieux, mais dont nous n'avons toujours pas une version compatible avec la théorie de la relativité. ESO 325-G004, la relativité générale. Pour obtenir une traduction en français assez fidèle, cliquez sur le rectangle blanc en bas à droite. Les sous-titres en anglais devraient alors apparaître. Cliquez ensuite sur l'écrou à droite du rectangle, puis sur « Sous-titres » et enfin sur « Traduire automatiquement ». Choisissez « Français ». © European Southern Observatory (ESO) Des lentilles gravitationnelles pour chasser une nouvelle physique Nous pouvons aussi penser que la théorie d'Einstein se modifie selon les échelles de temps et d'espace considérées. Ainsi, des tests précis ont été faits dans le Système solaire mais qu'en est-il lorsque l'on considère des régions plus vastes et en dehors de celui-ci, comme celles entourant le trou noir supermassifs de la Voie lactée ou encore au niveau des amas de galaxies ? L'une des fenêtres possibles sur une nouvelle physique au-delà de la relativité générale, c'est celle de l'étude des effets de lentilles gravitationnelles. Ce phénomène de déviation des trajectoires des rayons lumineux par des masses ou plus précisément un champ de gravitation peut nous aider en particulier à résoudre les énigmes de la nature de la matière noire ou de l'énergie noire. De fait, tout récemment, une équipe internationale d'astronomes vient d'annoncer qu'elle avait testé des équations d'Einstein en dehors de la Voie lactée en étudiant l'effet de lentille gravitationnelle fort, produit par la galaxie elliptique ESO 325-G004 à l'aide du télescope Hubble (en l'occurrence, c'est un bel anneau d'Einstein) et en comparant les données obtenues avec celles fournies par l'instrument Muse qui équipe le Very Large Telescope de l'ESO au Chili. *** Les explications de Thomas Collett. Pour obtenir une traduction en français assez fidèle, cliquez sur le rectangle blanc en bas à droite. Les sous-titres en anglais devraient alors apparaître. Cliquez ensuite sur l'écrou à droite du rectangle, puis sur « Sous-titres » et enfin sur « Traduire automatiquement ». Choisissez « Français ». © European Southern Observatory (ESO) Muse permet des mesures spectroscopiques et donc la détermination des vitesses des étoiles dans cette grande galaxie elliptique (la galaxie dominante au centre de l'amas de galaxies Abell S0740, c'est-à-dire un exemple typique de Brightest Cluster Galaxies ou BCG), située dans la constellation du Centaure à environ 465 millions d'années-lumière de notre galaxie. Ces vitesses nous permettent, sous certaines hypothèses, de remonter indirectement à la masse de matière (noire ou baryonique) contenue dans ESO 325-G004. L'effet de lentille gravitationnelle également. Mais quand on y regarde de plus près, ces deux effets sondent en fait des aspects différents de la métrique de l'espace-temps qui le sont d'autant plus, et de façon précise, que l'on considère des alternatives à la théorie d'Einstein. Le résultat des travaux des chercheurs a été résumé par Thomas Collett de l'université de Portsmouth au Royaume-Uni qui a dirigé l'équipe : « Grâce à Muse, nous connaissons la masse de la galaxie d'avant-plan et grâce à Hubble, nous avons mesuré la déviation générée par l'effet de lentille gravitationnelle. Nous avons ensuite effectué une

comparaison de ces deux méthodes de mesure de la gravitation - et le résultat fut parfaitement conforme aux prédictions de la relativité générale, avec une incertitude de 9 % seulement. Il s'agit là du test le plus précis de la relativité générale effectué à l'extérieur de la Voie lactée. Et ceci au moyen d'une seule et même galaxie ! ». Publier le 27 juin 2018 Source web par : futura-sciences