

Révéler la beauté de l'univers caché : eROSITA voit sa première lumière

Les performances scientifiques démontrées au cours des premières semaines d'utilisation du télescope à rayons-X eROSITA promettent une avancée décisive dans notre compréhension de l'univers énergétique.

Le 22 octobre 2019, les superbes premières images à rayons X du télescope eROSITA ont été présentées au public à l'Institut Max Planck de physique extraterrestre (MPE) de Garching. Après une longue phase de mise en service, le 13 octobre les sept modules de télescope à rayons X équipés de caméras CCD conçues sur mesure ont observé le ciel simultanément. Les premières images observées proviennent de notre galaxie voisine le Grand nuage de Magellan, et une paire d'amas de galaxies en interaction distants de 800 millions d'années-lumière. Les images montrent des détails remarquables.

«Ces premières images de notre télescope montrent la véritable beauté de l'univers caché», se réjouit Peter Predehl, l'investigateur principal d'eROSITA. «Pour atteindre nos objectifs scientifiques, nous avons besoin de suffisamment de sensibilité pour détecter les amas de galaxies les plus éloignés de l'Univers sur tout le ciel et de les résoudre spatialement. Ces images de première lumière montrent que c'est non seulement ce que nous pouvons faire, mais aussi que nous pourrions aller beaucoup plus loin.» En plus de la netteté de la vision en rayons X fournie par chacun des sept miroirs d'eROSITA, chaque télescope est équipé de caméras CCD à la pointe de la technologie avec une résolution spectrale et temporelle exceptionnelle. «Le potentiel de nouvelles découvertes est immense. Nous pouvons maintenant commencer à récolter les fruits de plus de dix années de travail», ajoute Predehl.

Les images eROSITA 'première lumière' ont été obtenues dans une série d'expositions des sept modules du télescope, avec un temps d'intégration combiné d'environ un jour pour le Grand Nuage Magellan (GNM), notre galaxie voisine, et pour le système A3391 / 3395 d'amas de galaxies en interaction distant de 800 millions d'années-lumière.

Dans notre galaxie voisine, le GNM, eROSITA montre non seulement la distribution du gaz chaud diffus, mais également quelques détails remarquables, tels que des restes de supernova comme la SN1987A. L'image eROSITA confirme à présent que cette source s'estompe, l'onde de choc produite par l'explosion stellaire de 1987 se propageant dans le milieu interstellaire. En plus d'une foule d'autres objets chauds dans le GNM lui-même, eROSITA révèle également un certain nombre d'étoiles d'avant plan issues de notre propre galaxie, ainsi que de noyaux actifs galactiques distants, dont le rayonnement traverse l'émission diffuse du gaz chaud dans le GNM.

«Les rayons X nous donnent une vision unique de l'Univers, cachée dans la lumière visible», explique Kirpal Nandra, directeur du groupe d'astrophysique aux hautes énergies au MPE. «En regardant une étoile apparemment normale, les rayons X permettent d'observer une étoile naine blanche ou à neutrons en orbite en train de dévorer son compagnon. La lumière visible montre la structure d'une galaxie tracée par ses étoiles, mais les rayons X sont dominés par des trous noirs supermassifs qui se développent à leur centre. Là où nous trouvons des amas de galaxies avec des télescopes optiques, les rayons X révèlent les énormes réservoirs de gaz qui remplissent l'espace entre eux et tracent la structure de matière noire de l'Univers. Avec ses performances démontrées, nous savons maintenant qu'eROSITA nous permettra de mieux comprendre l'évolution de l'univers énergétique».

Plus loin dans l'Univers, l'image eROSITA du système d'amas de galaxies A3391 / 3395 en interaction met en évidence les processus dynamiques qui conduisent à la formation de structures gigantesques dans l'Univers. Les amas apparaissent dans les images eROSITA comme de grandes né-

buleuses elliptiques. Ils couvrent des dizaines de millions d'années-lumière et contiennent des milliers de galaxies. Les amas constituent l'un des sujets scientifiques principaux d'eROSITA. Les astronomes s'attendent à trouver quelque 100 000 amas de galaxies émettant des rayons X ainsi que plusieurs millions de trous noirs actifs au centre des galaxies au cours de son étude de 4 ans couvrant tout le ciel dans les rayons X. «En mesurant l'évolution cosmique des amas à travers le temps, nous pourrions mesurer précisément les paramètres du modèle cosmologique afin de mieux comprendre la matière noire et l'énergie noire, constituant dominant de l'univers», explique l'astrophysicienne Esra Bulbul, qui dirige les travaux sur les amas et la cosmologie au MPE.

"C'est un rêve qui devient réalité. Nous savons maintenant qu'eROSITA peut tenir sa promesse et créer une carte de tout le ciel en rayons X avec une profondeur et des détails sans précédent », confirme Andrea Merloni, responsable scientifique du projet eROSITA. «La valeur de l'héritage sera énorme. Outre les belles images comme celles que nous montrons aujourd'hui, des catalogues de millions d'objets célestes exotiques tels que des trous noirs, des amas de galaxies, des étoiles à neutrons, des supernovae et des étoiles actives seront utilisés par les astronomes pour les années à venir."

Lancé le 13 juillet 2019 dans le cadre de la mission spatiale russo-allemande Spektrum-Roentgen-Gamma (SRG), qui comprend également le télescope russe ART-XC, eROSITA a achevé son trajet de 1,5 million de kilomètres jusqu'au deuxième point de Lagrange (L2) du système Terre-Soleil le 21 octobre, et est maintenant - 100 jours après le lancement - entré dans son orbite autour de L2. La phase de mise en service du télescope s'est achevée officiellement le 13 octobre. Les performances scientifiques du système sont exceptionnelles, bien que cette première phase n'ait pas été sans difficultés.

En effet, «la phase de mise en service a duré plus longtemps que prévu, pour cause d'anomalies dans les commandes électroniques des caméras», explique Peter Predehl. «Mais résoudre ces problèmes est exactement la raison pour laquelle nous avons une telle phase. Après une analyse minutieuse, nous avons déterminé que les problèmes ne sont pas critiques. Nous y travaillons toujours, mais entre-temps, le programme peut avancer normalement. »Le télescope est entré dans la phase dite de calibration et de vérification des performances (CalPV), au cours de laquelle des observations astronomiques sont effectuées pour mieux comprendre l'instrument et vérifier son plein potentiel pour répondre aux exigences scientifiques. À la fin de la phase CalPV, après un examen final par l'équipe des opérations, SRG et eROSITA entreront dans leur phase principale, à savoir les quatre ans d'observation en rayon X de tout le ciel.

Le développement et la construction du télescope à rayons X eROSITA ont été dirigés par l'Institut Max Planck de physique extraterrestre avec des contributions de l'Institut d'astronomie et d'astrophysique de l'Université de Tübingen, de l'Institut Leibniz d'astrophysique de Potsdam (AIP), de l'Observatoire universitaire de Hambourg, et de l'Observatoire Dr. Karl Remeis de Bamberg, avec le soutien de l'agence spatiale allemande DLR. L'université Ludwig-Maximilians de Munich et l'Institut Argelander d'astronomie de l'université de Bonn ont également participé à la préparation scientifique d'eROSITA. L'institut partenaire russe est l'Institut de recherche spatiale IKI à Moscou. NPOL, l'association Lavochkine, à Khimki, près de Moscou, est responsable de la mise en œuvre

technique de l'ensemble de la mission SRG, projet commun des agences spatiales russe et allemande, Roscosmos et DLR.

Images:
GNM

Cette image montre notre galaxie voisine, le Grand Nuage de Magellan, observée lors d'une série d'expositions avec les sept modules du télescope eROSITA prises du 18 au 19 octobre 2019. L'émission diffuse provient du gaz chaud entre les étoiles à des températures typiques de quelques millions de degrés. Les structures nébuleuses les plus compactes de l'image sont principalement des restes de supernova, c'est-à-dire des atmosphères stellaires expulsées par d'énormes explosions à la fin de la vie d'une étoile massive. La plus importante, la SN1987A, est vue comme la source lumineuse proche du centre. Une multitude d'autres sources dans le GNM lui-même incluent des étoiles binaires en accrétion ou des amas stellaires avec de jeunes étoiles très massives (jusqu'à 100 masses solaires et plus). Il existe également un certain nombre de sources ponctuelles, soit des étoiles au premier plan de notre galaxie d'origine, soit des noyaux actifs galactiques distants.

© F.Haberl, M. Freyberg et C. Maitra, MPE / IKI

Les amas en interaction A3391 / 3395

Ces deux images d'eROSITA montrent les deux groupes de galaxies en interaction A3391, en haut de l'image, et l'amas à double pic A3395, en bas, soulignant la superbe vue d'eROSITA sur l'Univers lointain. Elles ont été observées lors d'une série d'expositions avec les sept modules du télescope eROSITA prises du 17 au 18 octobre 2019. Les images individuelles ont été soumises à différentes techniques d'analyse, puis colorées de différentes manières pour mettre en évidence les différentes structures. Dans l'image de gauche, les couleurs rouge, verte et bleue font référence aux trois bandes d'énergie différentes d'eROSITA. On voit clairement les deux amas comme des structures nébuleuses, qui brillent fortement dans les rayons X en raison de la présence de gaz extrêmement chaud (des dizaines de millions de degrés) dans l'espace intergalactique. L'image de droite met en évidence le «pont» ou le «filament» entre les deux amas, confirmant le soupçon que ces deux grandes structures interagissent de manière dynamique. Les observations d'eROSITA montrent également des centaines de sources ponctuelles, indiquant soit des trous noirs supermassifs distants, soit des étoiles chaudes dans la Voie lactée.

© T. Reiprich (Univ. Bonn), M. Ramos-Ceja (MPE), F. Pacaud (Univ. Bonn), D. Eckert (Univ. Genève), J. Sanders (MPE), N. Ota (Univ. Bonn), E. Bulbul (MPE), V. Ghirardini (MPE), MPE / IKI