

Stage 2021

Titre Caractérisation 4D de sources astronomiques de rayons X

Laboratoire: IRFU/DAP/CosmoStat, CEA Saclay

Superviseurs: Marguerite Pierre & Jean-Luc Starck (jstarck.cosmostat.org)

Durée: 4-6 mois

Contact: marguerite.pierre@cea.fr & jstarck@cea.fr

Mots clés: deep learning, données 4D, parcimonie, ondelettes, astrophysics, rayons-X

Sujet:

Les signaux en rayons X venant des confins de l'univers nous renseignent sur les phénomènes très énergétiques, tels les forts champs de gravité (amas de galaxies, trous noirs), les champs magnétiques (pulsars) et les phénomènes explosifs (supernovae). Le flux de photons reçu sur Terre est faible et l'on ne collecte habituellement que quelques photons par minute, d'où la nécessité de faire des poses de plusieurs heures. Le bruit sur les données est Poissonien.

Les détecteurs astronomiques à rayons X permettent non seulement d'enregistrer la position des photons, mais aussi leur énergie et leur temps d'arrivée. On obtient ainsi un hyperspace quadridimensionnel de données, représentant l'image (2D), le spectre (1D) et la variation temporelle (1D) de la source.

Le sujet du stage est de développer une méthode d'analyse de données 4D, en se basant sur des travaux antérieurs en 3D (ondelettes et parcimonie avec des codes C++ et python). L'objectif final est de différencier les amas de galaxies (sources étendues, spectre thermique) des noyaux actifs de galaxies (sources ponctuelles, spectre synchrotron, éventuellement variables). Une technique de Deep Learning devra être mise en place pour faire cette classification.

L'étude sera basée sur les données du satellite XMM de l'agence Spatiale Européenne, pour lequel le Département d'Astrophysique du CEA a développé un simulateur ultra-performant. Ce travail fournira la base des algorithmes de détection pour, Athena, la prochaine mission X de l'ESA.

References:

- XMM : <https://sci.esa.int/web/xmm-newton/-/31249-summary>
- Athena : <https://sci.esa.int/web/athena>
- J.-L. Starck, M.J. Fadili, S. Digel, B. Zhang and J. Chiang, "Source Detection Using a 3D Sparse Representation: Application to the Fermi Gamma-ray Space Telescope", *Astronomy and Astrophysics*, 504, 2, pp.641-652, 2009.

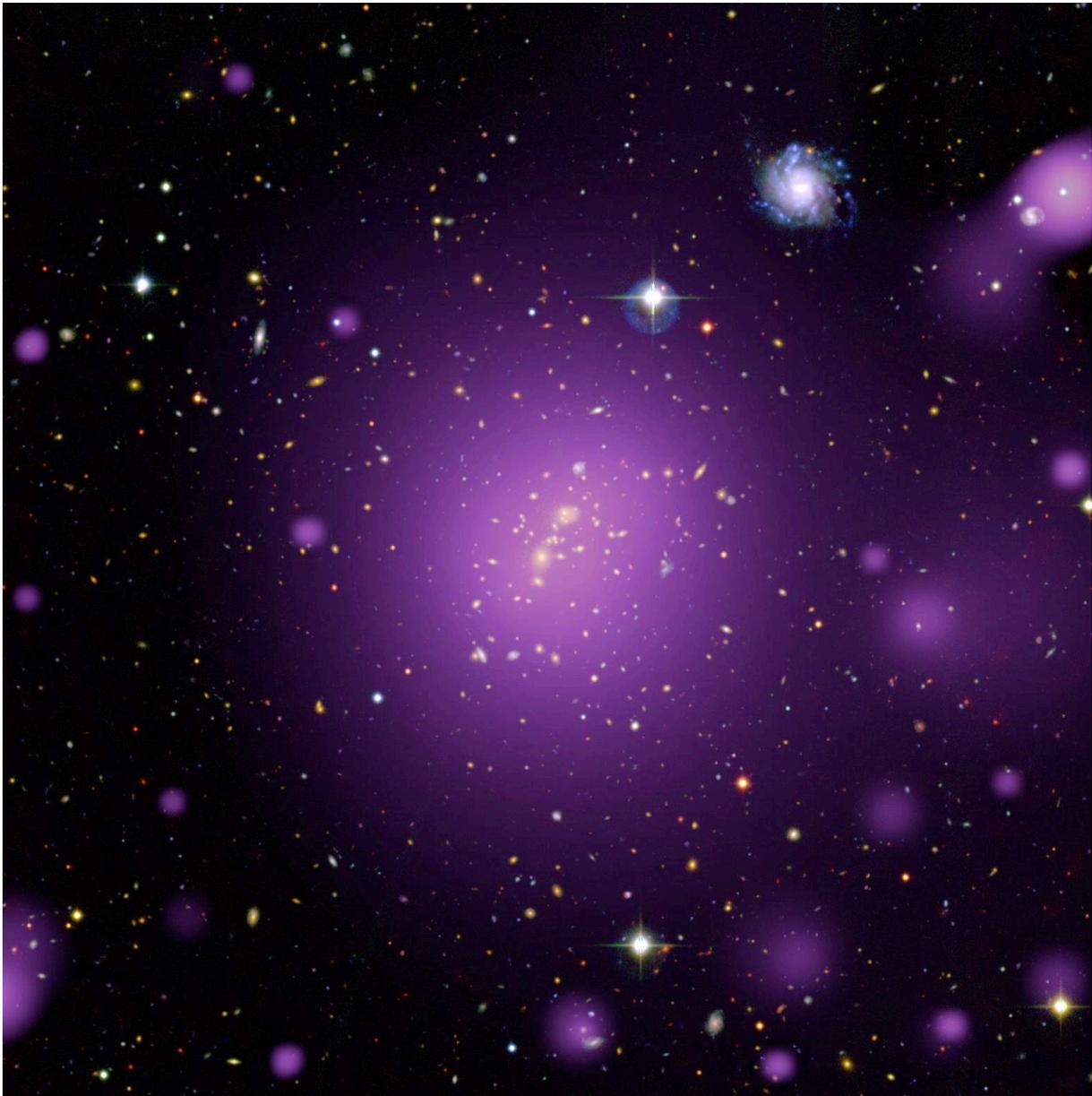


Image astronomique centrée sur un amas de galaxies (© XXL survey).

L'image d'arrière-plan (jaune) est prise dans la bande visible.

L'émission diffuse (violet) est l'image obtenue par XMM dans la bande X. Seuls les objets très énergétiques émettent dans cette bande. Le halo central correspond à l'émission du gaz lié à l'amas de galaxies. Les autres sources X visibles dans le champ (ponctuelles) sont des noyaux actifs de galaxies.

[L'information spectrale et temporelle X n'est pas représentée sur cette image]